

## 第7章 総合考察

本研究では、分子形質を用いてウナギ属魚類の集団構造を解析し、これに基づいて本属魚類の分類を見直すことを目的とした。そのために、まず第2~4章においては、マイクロサテライトDNAとmtDNAの調節領域を用いて繁殖集団を検出した。これに続き第5章では、ウナギ属内におけるそれらの系統的位置を知るため、系統関係を推定した。さらに第6章において、従来の各分類カテゴリーと検出した繁殖集団それぞれの遺伝的変異量を相互に比較した。その結果、ウナギ属魚類は、遺伝的変異量に基づいて一義的に種を定義することができないことが明瞭に示された。そこで本研究では、遺伝的分化程度の大小や分化後の経過時間にかかわらず、他と生殖隔離が明確な繁殖集団を見出し、それらをそれぞれ種として取り扱うことを提案した。これに基づいて、最終的にウナギ属魚類を21種に分類した。

本章ではまず、ウナギ属魚類の分類の研究小史を述べ、ウナギ属の分類研究の歴史を振り返った。これをもとに、新しい分類体系を提示した本研究の特徴と課題をまとめた(第1節)。次に、現在の分類学が持つ問題点を整理したうえで、本研究で提唱した新たなウナギ属魚類の分類の視点から、生物を理解するための基礎としての分類学について議論する(第2節)。続いて、その一例として、新たな分類に基づいて、改めてウナギ属魚類の回遊生態と進化を考察した(第3節)。さらに、本研究の水産学的、生物学的な意義として、本研究で得られたデータを利用し、分類の最も実用的な側面の1つである検索を考案した(第4節)。最後に、ウナギ属魚類のみならず、生物の生き様をより正確に捉え、より深く理解していくために必要な今後の課題を提案した(第5節)。

### 第1節 ウナギ属魚類の分類

#### 第1項 研究小史

分類学が現在のリンネ式階層分類体系を採用して以来、現在までに他の多くの生物群同様、ウナギ属魚類の分類にも変遷の歴史がある。ウナギ属魚類の分類学は、Linnaeus (1758) によるウナギ属魚類 *Muraena anguilla* の初記載と Schrank (1798) によるウナギ属 *Anguilla* の設立に始まった(表7-1)。その後、新種の発見、記載、命名が次々に行なわれ、現在までに、

表7-1 ウナギ属魚類の分類に関する研究. 渡邊 (2001a) をもとに作表, 太字は本研究で提案した種名.

文献	対象種	形質	結果
Linnaeus (1758)	<i>Muraena anguilla</i>	形態	ウナギ属魚類の初記載
Schrank (1798)	<i>Anguilla</i>	形態	ウナギ属 <i>Anguilla</i> の設立
Shaw (1803)	<i>A. serpens</i> , <i>A. vulgaris</i>	形態	記載; 3種
Rafinesque (1810)	<i>A. fluviatilis</i> など3種	形態	記載; 6種
Lesueur (1817)	<i>A. rostrata</i> など5種	形態	記載; 11種
Rafinesque (1817)	<i>A. blephura</i> , <i>A. chrisypa</i>	形態	記載; 13種
Rafinesque (1818)	<i>A. laticanda</i>	形態	記載; 14種
Rafinesque (1820)	<i>A. aterima</i> など4種	形態	記載; 18種
Quoy and Gaimard (1824)	<i>A. marmorata</i>	形態	記載; 19種
Risso (1827)	<i>A. acutirostris</i> など3種	形態	記載; 22種
Bennett (1831)	<i>A. mauritiana</i>	形態	記載; 23種
Ekstorm (1831)	<i>A. oxyrhina</i> など2種	形態	記載; 25種
Gray (1831)	<i>A. bengalensis</i> など2種	形態	記載; 27種
De la Pylaie (1835)	<i>A. mucrocephala</i> など4種	形態	記載; 31種
Sykes (1839)	<i>A. elphinstonei</i>	形態	記載; 32種
Richardson (1841)	<i>A. australis</i>	形態	記載; 33種
DeKay (1842)	<i>A. tenuirostris</i>	形態	記載; 34種
Gray (1842)	<i>A. dieffenbachii</i>	形態	記載; 35種
Valenciennes (1843)	<i>A. canariensis</i>	形態	記載; 36種
McClelland (1844)	<i>A. bicolor</i> , <i>A. nebulosa</i> など7種	形態	記載; 43種
Richardson (1845)	<i>A. avisotis</i> など2種	形態	記載; 45種
Bonaparte (1846)	<i>A. cloacina</i> , <i>A. septembrina</i>	形態	記載; 47種
Kroyer (1846)	<i>A. migratoria</i>	形態	記載; 48種
Peters (1846)	<i>A. anguillar</i>	形態	記載; 49種
Temminck and Schlegel (1846)	<i>A. japonica</i>	形態	記載; 50種
Heckel (1846-1849)	<i>A. nolotica</i>	形態	記載; 51種
Nardo (1847)	<i>A. maculata</i>	形態	記載; 52種
Richardson (1848)	<i>A. aucklandii</i> , <i>A. labrosa</i>	形態	記載; 54種
Rapp (1849)	<i>A. macrocephala</i>	形態	記載; 55種
Bleeker (1850)	<i>A. moa</i>	形態	記載; 56種
Costa (1850)	<i>A. platyrhynchus</i>	形態	記載; 57種
Guichenot (1850)	<i>A. callensis</i>	形態	記載; 58種
Peters (1852)	<i>A. labiata</i> , <i>A. mossambica</i> など4種	形態	記載; 62種
Bleeker (1853)	<i>A. mowa</i> , <i>A. sidat</i>	形態	記載; 64種
Basilewsky (1855)	<i>A. pekinensis</i>	形態	記載; 65種
Kaup (1856)	ウナギ属魚類全種	形態	<i>A. celebesensis</i> , <i>A. megastoma</i> などの記載, 45種に整理
Girard (1858)	<i>A. tyrannus</i>	形態	記載; 46種
Heckel and Kner (1858)	<i>A. eurystoma</i>	形態	記載; 47種
Kaup (1860)	<i>A. capensis</i> , <i>A. otaheitensis</i>	形態	記載; 49種
Gunther (1861)	<i>A. porphyrea</i>	形態	記載; 50種
Bleeker (1863)	<i>A. halmaherensis</i>	形態	記載; 51種
Bleeker (1865)	<i>A. manillensis</i>	形態	記載; 52種
Couch (1865)	<i>A. hibernica</i>	形態	記載; 53種
Blanchard (1866)	<i>A. oblongirostris</i>	形態	記載; 54種
Peters (1866)	<i>A. amboinensis</i>	形態	記載; 55種
Gunther (1867)	<i>A. amblo-dom</i> , <i>A. johannae</i>	形態	記載; 57種
Steindachner (1867)	<i>A. reinhardtii</i>	形態	記載; 58種
Gunther (1870)	ウナギ属魚類全種	形態	<i>A. aneitensis</i> , <i>A. fidjensis</i> の記載, 23種に整理
Balsamo-Crivelli and Maggi (1872)	<i>A. anacampoptera</i> , <i>A. orthoentera</i>	形態	記載; 25種
Gunther (1872)	<i>A. obscura</i>	形態	記載; 26種
Malm (1877)	<i>A. linnei</i>	形態	記載; 27種
Doderlein (1879)	<i>A. platirostris</i>	形態	記載; 28種
Peters (1881)	<i>A. hildebrandtii</i>	形態	記載; 29種
Macleay (1883)	<i>A. marginipinnis</i>	形態	記載; 30種
Sauvage (1891)	<i>A. lalandi</i>	形態	記載; 31種
Eigenmann and Kennedy (1902)	<i>A. glassii</i>	形態	記載; 32種
Jordan and Evermann (1902)	<i>A. remifera</i>	形態	記載; 33種
Smith (1904)	<i>A. caeca</i>	形態	記載; 34種
Weber (1912)	<i>A. spengeli</i>	形態	記載; 35種
Jordan (1913)	<i>A. manabei</i>	形態	記載; 36種
Posa (1924)	<i>A. borneensis</i>	形態	記載; 37種
Phillipps (1925)	<i>A. schmidtii</i> , <i>A. waitei</i>	形態	記載; 39種
Schmidt (1928)	<i>A. pacifica</i> など3種	形態	記載; 42種
Whitley (1938)	<i>A. interioris</i>	形態	記載; 43種
Ege (1939)	ウナギ属魚類全種	形態 (14種類), 地理分布	<i>A. ancestralis</i> の記載; 19種・亜種に整理
Castle and Williamson (1974)	<i>A. ancestralis</i>	形態 (9種類)	<i>A. celebesensis</i> のシノニム; 18種・亜種
Chu and Jin (1984)	<i>A. breviceps</i> など3種	形態	記載; 21種・亜種
Dijkstra and Jellyman (1999)	<i>A. australis</i> 2亜種	mtDNA部分塩基配列	<i>A. australis</i> は単一種; 20種・亜種
Watanabe (2003)	ウナギ属魚類全種	形態 (52種類) mtDNA RFLP	亜種を認めない; 15種に整理
本研究	<i>A. marmorata</i> , <i>A. bicolor</i> , <i>A. australis</i>	マイクロサテライト mtDNA塩基配列 (3領域)	「種」 = 「単一繁殖集団」, <i>A. marianaensis</i> の提案; 21種に整理

その数は130種を超える(渡邊 2001a)。まず, Kaup (1856) はこれらをまとめ, ウナギ属魚類を45種とした。続いてGünther (1870) は, これを23種にまで整理した。その後, Ege (1939) は, それまでに記載された模式標本と世界中から採集したウナギ属魚類の標本を材料として, 初めてウナギ属魚類の包括的な分類学的再検討を行い, ウナギ属魚類を19種・亜種に整理した。その後はいくつかの新種記載やシノニムの発表(Catsle and Williamson 1974)など, わずかな変更はあったが, ウナギ属魚類では, 長い間, 大筋としてこのEge (1939) の分類が広く受け入れられてきた。つまり, 以下に述べるような問題点を孕んではいたものの, Ege (1939) がウナギ属魚類の生物学の発展に果たした功績は大きい。

しかし, 1990年代以降, とくに複数の種が同所的に生息する熱帯域での研究が始まったあたりから(例えば, Aoyama et al. 1999a), Ege (1939) の分類には問題があることが指摘され始めた。渡邊(2001b) およびWatanabe (2003) は, Ege (1939) の分類における問題点を次のように指摘している。第1に, 記載された形態形質のみでは, Ege (1939) が定めた19種・亜種を明瞭に分類することができないこと, 第2に, 不確かなことの多い産地情報を分類形質に用いていること, 第3に, 提示された検索が機能しないことである。例えば, インドネシア・スラウェシ島から採集した5個体と, ニューギニア島から採集した6個体のウナギ属魚類の標本は, Ege (1939) に基づいて形態形質を調べると, ニューギニア島の1個体のみが *Anguilla interioris* となり, 残りの10個体はすべて *A. celebesensis* となる(Aoyama et al. 1999a)。しかし, mtDNAの16S rRNA遺伝子を用いてこれらの標本の遺伝的変異を調べると, スラウェシ島とニューギニア島の個体は地点間で大きく異なっており, それぞれの地点内の変異に比べておよそ10倍もの差異が認められた(Aoyama et al. 1999a)。つまり, Ege (1939) に基づく分類では, 遺伝的に明瞭に異なる個体が同種と同定される危険のあることが分かってきたのである。これと同様のことは, *A. marmorata* と *A. nebulosa labiata* についても知られている(Aoyama et al. 2001)。また, Ege (1939) の分類では産地情報が重視されているが, 最近では, *A. reinhardtii* は本来の生息域であるオーストラリア以外に, ニュージーランドにも生息することが報告されている(Jellyman et al. 1996)。このように, Ege (1939) が分類形質としたウナギ属魚類各種の分布域についても, 新たな知見が蓄積されてきており, ウナギ属魚類の分類は見直される必要があった。

さらに, Ege (1939) が確立した分類のもう1つの大きな問題点は, 亜種という分類学的なカテゴリーの設定の仕方である。Ege (1939) はウナギ属の3種(*Anguilla bicolor*, *A. nebulosa*, *A. australis*) にそれぞれ2亜種を記載した。ところが, Ege (1939) の分類では,

亜種という分類学的な階級を設定するための統一した基準がない。Ege (1939) は、タスマン海の東西に分布する *A. australis* の個体群間の脊椎骨数に平均で 0.94 の差異を見出し、それぞれを亜種として記載した。他方、インド洋西部から太平洋東部まで広く分布する *A. marmorata* では、その脊椎骨数はセレベスとタヒチ間で平均で 1.8、セレベスとレユニオン、マダガスカル間では 1.1、さらには、セレベスとマリアナ、パラオ、カロリン諸島間では 4.0 もの差異がある (表 2-18 を参照, Ege 1939)。 *A. marmorata* のいくつかの地点間には、 *A. australis* 2 亜種間より明らかに大きな差異が認められるにもかかわらず、Ege (1939) は *A. marmorata* には亜種を設定せず、これらを単一種として扱っている。すなわち、Ege (1939) の分類では、亜種というカテゴリーの分類学的な位置付けが曖昧であるにもかかわらず、最近まで、広く受け入れられてきたのである。

そこで、Watanabe (2003) は、これらの問題点を踏まえ、Ege (1939) が調べた 19 種類を大きく上回る 52 種類の形態形質を精査し、これにさらに分子形質 (16S rRNA 遺伝子の RFLP 法) を加えて、ウナギ属魚類の分類体系の大規模な見直しを行った。その結果、Ege (1939) が分類形質として重視した体表の斑紋の有無、歯帯の広さ、背鰭起始部の位置という 3 種類の形態形質では、ウナギ属魚類をわずか 4 群にしか分類できないことを明らかにした (Watanabe 2003)。他方で、16S rRNA 遺伝子の RFLP 法という形質では 14 群が認められ、そのうちの 1 群は脊椎骨数により、さらに明瞭な 2 群に分かれた。そのため、Watanabe (2003) は、ウナギ属魚類を Ege (1939) の 19 種・亜種から 15 種に整理した。また、種間における差異が明瞭でない形態形質や産地情報に頼らない検索を提示することにより、整理した 15 種の同定を可能にした。Watanabe (2003) と Ege (1939) の最大の違いは、Watanabe (2003) では、Ege (1939) の分類では曖昧であった亜種という分類学上の階級を設定しなかったことである。つまり、いくつかの種において、地域集団が存在する可能性を認めつつも、分類学的には、そのような集団や亜種の存在を認めず、一様に単一種とした。それは、それぞれの集団および亜種間の差異が小さく、また、亜種という分類学的な階級自体が多分に恣意的とされるためである (Watanabe 2003)。

検索や産地情報、亜種というカテゴリーの設定など、Ege (1939) の分類学的な問題点は、Watanabe (2003) によって解決された。しかし、Watanabe (2003) の分類は、ウナギ属魚類の他の生物学的な研究を行う際に使いづらい場合がある。例えば、生態学的研究における場合がそれである。ウナギ属魚類は降河回遊という独特の生活史を持つので、遺伝的に集団が異なることは、基本的には異なる産卵場か異なる産卵時期に由来することを意味する。そのため、

例え分類学的には単一種とされていても、ウナギ属においては、地域集団はそれぞれ独立に扱わなければ、生活史や回遊生態の理解において混乱が生じる。あるいは、今日では、ウナギ資源の減少が盛んに叫ばれているが（例えば、Dekker 2003 など）、その資源管理を行う上でも、繁殖集団（系群）が同じか否かは重要な問題である。それは、どの産卵場に由来する個体群が減少しているか、どの繁殖集団を保護の対象とするかが資源管理では重要であるからである。Watanabe (2003) では、異なる海域に分布し、同じ産卵場に由来するとは考えづらい地域個体群も、分類学的には単一種として扱っている。そのため、例えば、生態や資源を考える際には、Watanabe (2003) の記載した「種」とは別個に、それらの地域個体群を単位として考えなくてはならなくなってしまう。これは、生物学の基礎であり、また、生物学の研究に必要不可欠であるはずの分類が、少なくともウナギ属魚類の生態や資源を研究する際には基礎になっていないことを意味する。また、Watanabe (2003) が分類に用いた分子形質（16S rRNA 遺伝子の RFLP 法）は、例えば、mtDNA の塩基配列と比較して解像度が低い。そのような形質では、遺伝的な分化が小さい繁殖集団は、例え交流は既に断たれているとしても、区別することができない可能性が高い。Watanabe (2003) は、形態形質と分子形質を用いてウナギ属魚類の分類を整理した。しかし、それは、あくまでも形態的、遺伝的に似ているものをまとめた分類であり、ウナギ属魚類の生物学の基礎として貢献するためには、さらなる検討が必要であると考える。

## 第2項 新たな分類体系

これまでのウナギ属魚類の分類に対し、本研究では、従来とはまったく異なるアプローチから構築した新しい分類体系を提唱した。すなわち、分子形質の差異の程度を精査することにより、それがウナギ属においては分類の基準として機能しないことを明らかにした。そのため、従来の分類体系の階層的な枠組みを取り払い、分類学本来の目的に立ち返った結果、ウナギ属魚類においては、「種」を「単一の繁殖集団」と定義することが妥当と考えられた。そこで、本研究では現時点では、ウナギ属魚類を21種とすることを提案した（第6章）。

分類学的に有効な「種」以下の階級は、「亜種」である。「亜種」とは、「ひとつの種のなかの地域集団の集合で、同種他集団と分類学的に異なるもの」と定義される（Mayr 1969）。実際には、亜種は「地理的なユニット」として受け止められている（片倉 2000）。そのため、表現型の似通ったいくつかの地域集団があるとき、各々独自に繁殖を行う場合（すなわち、種）も、

一部の個体の移動によって、それらの集団が遺伝的にゆるく結びついている場合（すなわち、メタ個体群）も、一様に「亜種」となる。「種」は、前述のように「生殖隔離」という生物学的な性質に基づいて定義されるが、「亜種」というカテゴリーは多分に人為的なものとされる（片倉 2000）。それは、亜種の定義である「分類学的に異なるもの」（Mayr 1969）、すなわち「形質の差異の程度」の基準が曖昧であるためと考えられる。このような基準の曖昧さに加え、ウナギ属魚類では、亜種を調べるために用いた形質も、研究者によって異なっていた。もともと曖昧な亜種の基準を様々な形質で調べていたことこそ、ウナギ属魚類の亜種の扱いが研究者によって様々であった原因と考えられる。

本研究において、亜種の基準となる「形質の差異の程度」を、mtDNAの遺伝的変異量として比較したところ、「亜種」程度の変異というものはないことが明らかとなった。つまり、ウナギ属魚類においては、「形質の差異の程度」を用いて、亜種を定義することができないことが示された。mtDNAの変異サイト数を調べると、形質（遺伝子領域）によっては、Ege (1939) が認めた *Anguilla bicolor* 2 亜種間の差異は種間レベルに相当し、*A. australis* 2 亜種間の差異は、単一の繁殖集団程度なのである（表6-4）。このことは、ウナギ属魚類の亜種というカテゴリーの存在自体が、非常に曖昧なものであったことを意味する。ウナギ属魚類において、これまで認められていた「亜種」とは、本研究の結果、同程度に分化している個体群でも、種と集団の間に位置する分化程度を示す個体群でもなく、単に研究者が主観的に設けたカテゴリーに過ぎなかったと考えられる。そのため、ウナギ属魚類における「亜種」の存在は、分類だけでなく、他の研究分野においても混乱を招く恐れがあるため、亜種というカテゴリーを設けるべきではないと考える。さらに、「形質の差異の程度」を用いて定義することができないのは、亜種に限らない。「種」も「集団」も同様である。つまり、ウナギ属魚類においては、形質の差異の程度のみに基づく分類は、他の研究の基礎として機能しないと考えられる。

そこで本研究では、形質の差異の程度、すなわち、個体群の分化程度の大小に関係なく、ウナギ属魚類の「種」を「単一の繁殖集団」と定義した（第6章）。このようにして得られた「種」は、形態形質（脊椎骨数）に基づく分類と概ね矛盾しない（第2~4章）。また、分布域を考慮しても、それぞれ大洋の海流系ごとに分かれており、各々の種（繁殖集団）は、他とは異なる産卵場を持つと考えられる。以上のことから、本研究で提唱したウナギ属の分類は、従来のように異なる産卵場や繁殖集団に由来する個体群を分類学的に同一種として扱う必要をなくし、形質の差異を分類の基準にしないため、混乱を招くことなく、ウナギ属魚類の生物学の基礎として信頼に足るものと考えられる。

他方で、本研究で提案した分類も決して完璧ではない。分類の対象となるウナギ属魚類の繁殖集団そのものが不変ではないからである。究極的には、今日は別個の繁殖集団が、明日には同一の繁殖集団になるかもしれないし、逆も起こり得るであろう。すなわち、本研究による分類体系は、繁殖集団の検出とその妥当性の検証こそが最も重要であり、一方で困難な点でもある。解像度の高い分子マーカーは、個体群間のわずかな遺伝的差異を鋭敏に検出することを可能にするが、それが分子マーカー自身や標本採集等にかかる単純な誤差なのか、実体のある繁殖集団を反映するものなのかを判別するためには、生活史や産卵場などの生態学的な情報が必要である。また、検出した繁殖集団の分化が小さく（すなわち、差異が小さく）、各々の種独自の特徴が蓄積されていないような場合には、同定が困難である（本章第4節を参照）。

「種＝繁殖集団」としたウナギ属魚類の分類は、今回初めて提唱されたばかりである。ウナギ属魚類においては、これまでに計6種において集団遺伝学的研究が行われた（表1-1を参照）。これによると、*Anguilla anguilla*, *A. japonica*, *A. rostrata*もそれぞれ単一繁殖集団であるので、それぞれ単一種と考えられる。また、少なくとも*A. celebesensis*と*A. interioris*は、レプトセファルス分布から、複数の繁殖集団が存在することが予想されている（青山ら2005, 2006）。さらに、本研究で集団構造を調べたもののうち、*A. bicolor*と*A. pacifica*, *A. australis*と*A. schmidtii*についても、今後は*A. marmorata*の4種のように、分布域を網羅した標本を用いてさらに詳細な繁殖集団を調べる必要があるだろう（第2章を参照）。ウナギ属魚類の中には、その分布や集団構造、産卵場調査など、繁殖集団を調べる研究がほとんど行われていない種もある。従って、今後の研究次第では、さらに種数が増加する可能性が高い。また、環境変動や人為的な移入などによっては、一度は別々に分化した繁殖集団が再び同一になることも考えられるため、種数が減る可能性さえある。ウナギ属魚類という生物の理解に貢献しうる分類を作るためには、こういったものも含めて、今後、繁殖集団の検出を行っていくことが必要である。

## 第2節 生物の分類

### 第1項 生物の「種」と現在の分類学

生物の多様性や分類に対して、最初にその関心が高まったのは、アリストテレスやテオフラストスの時代である（マイア2002）。なぜこんなに自然界は多様なのかという理由を探る一方で、それを体系的に認識することを人は欲した（馬渡1994）。その手段が分類であり、それは

正しく自然界を認識するために必要不可欠である。

分類の手順は、「どのような生物がいるか探し出し、それらの生物の間にどのような関係があるのかを調べ、その関係に従って体系を作る」ことである(馬渡 2001)。すなわち、それを実践する分類学には、自然のなかから生物集合を(1)「タクサとして認識し」、(2)「タクサ間の関係を探り」、(3)「分類体系を構築する」という3つの研究段階がある(馬渡 2001)。分類学においてタクサの最小単位である「種」を認識するため、これまでに様々な「種概念」が提唱されてきた(例えば、Lee 2003, de Queiroz 2005 など)。すなわち、生物学的種概念(Mayr 1969, 第6章を参照)をはじめ、進化的種概念 evolutionary species concept (Simpson 1961, Wiley 1981)、系統学的種概念 phylogenetic species concept (Cracraft 1983)、生態学的種概念 ecological species concept (Van Valen 1976) などである。

このうち、現行の分類学が土台とするのは、「形態学的種概念 morphological species concept」(Handlirsch 1913)である。この種概念では、「種」とは、「一定の構造と系統をもった個体の集合で、これらの個体は、他種とは異なった一定の変異の範囲を持ち、他種との交配や外界の影響、淘汰、その他それに準じた変化が起こらない限り、その子孫に常に不変である」とされる(佐々治 1991)。分類学が形態形質に準拠するにはそれなりの理由がある。分類や同定すべき標本は、多くの場合、死体である。鳴き声や歩き方、飛び方などといった形質は、死んだ個体には残らない。そのような死んだ標本から得られるのは、我々人間が視覚によって識別できる形質にほかならない(馬渡 1994)。また、形態の違いの多くは機能の違いを意味し、機能の違いは生物の生き様の違いを示唆する。そのため、分類学が形態形質に基づくのは、むしろ必然である(馬渡 1994, 2001)。つまり、分類学は、自然界を認識するために、形態という形質を使って「種」という生物集合を認識し、その種を体系化していると言うことができる。

しかしながら、形態形質のみに基づいて認識した種が、必ずしも自然界の多様さを反映するとは限らない。形態形質の変異が少ない場合や、相似や相同(収斂進化や平行進化)が起こっている場合などは、種の数を通少評価したり、タクサの関係の推定を誤ったりすることが容易に予想される。ウナギ属魚類は、本研究の結果、21種に分類された(第6章)。ところが、形態形質でみると、4群、つまり厳密に形態種に従えば、わずかに4種しか識別できない(Ege 1939, Watanabe 2003)。また、ウナギ属魚類では、分類に有用な形態形質は多系統的に派生しているので(Aoyama et al. 2001)、形態形質で認められた4種は進化を反映していないことになる。さらに、単純に形態種に基づくとは、分子形質のような、より解像度の高い形質であれば認識することができる個体群が無視されることも起こり得る。ウナギ属魚類のような形態



形質に変異が少ない分類群の場合、形態的には差異が見られなくても、遺伝的にはまったく異なるということがある。前出の *Anguilla celebesensis* と *A. interioris* (Aoyama et al. 1999a) や *A. marmorata* と *A. nebulosa labiata* (Aoyama et al. 2001) などはその好例である。このような隠蔽種 (cryptic species, sibling species) は、形態形質のみに基づく現行の分類では、捉えることのできない個体群であると言える。

生物は、形態形質だけでは、その多様性を捉えきれないというだけでなく、生物自身も様々なに変化する。地質的な長い時間をかけても変化は起こるし (すなわち、大進化)、数10年~数100年単位でも (すなわち、小進化)、さらに極端な規模では、1世代でも成長や成熟、老化に伴う様々な変化が起こる。南半球に生息する *Galaxias* 属は通し回遊魚であるが、進化の過程で起こった地形の変化により、異なる生活史 (非回遊型) を持つ種が属内で複数回にわたって派生したことが明らかになっている (Waters and Wallis 2001)。また1世代のなかでは、ウナギ属魚類のレプトセファルス幼生は、シラスウナギに変態するとき、その形態は激変し、透明で体高の高かった身体は円筒形になる (例えば、Otake 2003 など)。このように、生物は、それ自身が、進化の過程や生涯の間において、また自己の周りの環境や成長などに合わせて、絶えず生態や外見を劇的に変化させる。以上のような生物自身が多様な側面を持つこと、そして、生物自身が日々刻々と変化することを考慮すると、分類学が本来目的とする「自然界の認識」のためには、形態形質のみに基づく種の認識は、決して十分ではないと考えられる。

## 第2項 分類学の役割とこれからの分類学

分類学の役割として、マイア (2002) は、分類学は、(1) 地球上の生物の多様性の姿を示す唯一の科学であり、(2) 生命の系統の再構成に必要な情報のほとんどを提供する。また、(3) 生物学の全分野が必要とする情報のほとんどを供給する、などを挙げた (マイア 2002)。つまり、分類学は生物学の基礎であり、また、基礎でなくてはならないと考えられる。このことを考えると、分類学が自然界の認識を目指す以上、その分類体系を作るための単位としての「種」は、より進化を反映する単位であることが適切と考えられる。

本研究では、ウナギ属魚類の「種」を「単一の繁殖集団」と定義した (第6章)。この定義は、「種」が進化の単位と考えられる繁殖集団と同一であるだけでなく、ウナギ属魚類の特異な回遊生態や地理分布を考えてみても妥当であり、この定義に基づいて行われる分類はウナギ属魚類の生物学に確かな基礎を与える (第6章)。ウナギ属魚類に限らず、繁殖集団を分類の単位とす

れば、従来の形態種では種として認められなかった個体群も認識することができる。ハワイのコオロギ *Laupara* 属は、形態的な差異はないが、オスの鳴き声の違いによって、メスはそのオスが自身と同種かどうかを認識している (Otte 1994)。このコオロギでは、鳴き声が異なる個体群は遺伝的にも異なることが示されている (Parsons and Shaw 2001)。従来、これらは隠蔽種とされていたが、繁殖集団を種とすれば、これらを別個に扱うことができる。また、水産学的に重要な種が多いサケ科魚類には、多くの種において生活史多型が認められる (例えば、Neave 1944, Berg 1948, Wood 1995 など)。サケ科魚類を通じて、河川で生活するものは、小型で体高が高い、パーマーク (小判状斑) があるなどの特徴を示す一方、海洋生活をするものは、大型で体高は低く、パーマークはなく、身体は銀白色である (井田・奥山 2002)。このような形態的な特徴に大きな差異があることに加え、これらの生活史型間において遺伝的にも差異が認められているものもある (例えば、Pettersen et al. 2001, Narau et al. 2004 など)。それにもかかわらず、これらは、基本的には別種として記載されているわけではない。しかし、これらも繁殖集団ごとに扱えば、生態学的、形態学的に妥当であるばかりでなく、資源管理を行う際にも適当である。

一方で、体系化とは、種をより上位の分類群にまとめ、また、その階級を決定することである (直海 2002)。具体的に言えば、種を属、科、目といったリンネ式階層分類体系にあてはめていくことである。生物を階層的に配列すると、情報収集に際して非常に便利である。というのは、種や属などの低次の階級の分類群は、それが位置づけられているより高次の分類群の属性も有することになるからである (Mayr and Ashlock 1991)。形質 (現行の分類学では、主に形態形質) の差異の度合いが異なることを巧みに利用して、階層的に分類することにより、生物の多様性は適切に表現される。それが分類学が採用しているリンネ式階層分類体系であり、また、それこそが生物を体系的に理解するための分類であると考えられる。

ただし、多様性を理解するための体系化の仕方、つまり、リンネ式階層分類体系に生物をあてはめていくやり方が、現在の形態形質のように一義的であっては意味がない。それは、前述のように、形質の差異の程度と分類学的なカテゴリーは必ずしも一致せず、また生物自身が多様な実態を持ち、かつ常に変化するものだからである。生物学には、形態学、生態学、分子生物学、生理学など様々な分野があり、アプローチの方法も多種多様である。生物自身が多彩な面を持つからこそ、生物を認識するための多様な捉え方があるといえる。これらの生物学の分野は、繁殖集団を単位とすることによって、進化的な考察や他種生物との比較が可能になると同時に、逆に繁殖集団の妥当性を検証する能力も持つと考えられる。従って、様々な生物学の

分野から総合的に繁殖集団、すなわち、種を決定することが、自然界の多様性を反映する分類体系を構築するための第一歩と考えられる。ダーウィン以後、自然の多様性をもたらしたのは進化であり、リンネ以後、分類体系はリンネ体系となった。つまり、多様な生物を整理することは、過去に起こった生物の進化過程を明らかにすることと同義となった(馬渡 1994)。しかしながら、形態形質だけでその過程を辿ることができるほど、生物の進化は簡単ではない。また、形態形質だけを用いて整理することができるほど、生物は単純なものではない。だからこそ、形態形質のみを用いて分類体系を作ることは、誤った理解を招く危険がある場合も出てくる。分類とは、進化の結果である生物の実態を、いったん様々な形質に分解して捉えた後、再びそれらを統合して、体系化して見せることにほかならない。そのような進化的意味を持つ分類こそが、自然界の多様さとその体系的な理解に直接繋がるものである。

### 第3節 ウナギ属魚類の回遊と進化

これまで、ウナギ属魚類の回遊と進化は、繁殖集団とは正確に対応するわけではない「種」(Ege 1939, Watanabe 2003)を単位として考えられていた(例えば, Aoyama et al. 2001, Minegishi et al. 2005, Kuroki et al. 2006 など)。そのため、生態学的な特性や進化の道筋、また種分化の機構等に関して、何か見落としていたことがあるかもしれない。そこで本節では、進化の単位となる繁殖集団を種とした新しい分類体系に基づいてウナギ属魚類の回遊生態を見直し、その進化について考察する。

#### 第1項 繁殖集団から見た回遊の特性

本研究で検出した種(繁殖集団)は、概ね、大洋ごとに分かれており、それぞれの繁殖集団の内部は任意交配であったり、メタ個体群であったり、各々異なる構造を持っていた(第2,3章を参照)。また、*Anguilla australis*と*A. schmidtii*についても、成育場となる淡水域は地理的に近いものの、異なる繁殖集団であることが示された(第4章を参照)。従って、これらの種(繁殖集団)は他と交流しない、あるいは、それぞれの繁殖集団を維持する機構があるものと考えられる。このことは、繁殖集団、すなわち種ごとにそれぞれ異なる回遊の特性を持つことを意味する。

北は日本から南はスラウェシ島までの30度の緯度幅で分布する *Anguilla marmorata*

(Ishikawa et al. 2004 の北太平洋集団) は、その集団内の地点間で、任意交配を行っている単一の繁殖集団である(第2章を参照)。このような広大な分布域に亘って1つの集団を維持するためには、集団内の地点間で偏りなく遺伝的な交流が保たれるための機構が必要である。ウナギ属魚類は、例外的に淡水域から汽水域への移動が起こるものの(Daverat et al. 2006)、基本的には定着性が強く、その移動範囲はある程度限られている(Morrison and Secor 2003)。そのため、ウナギ属魚類は、着定後、地理的に大規模な移動は行わないと考えられる。また、多くの海産生物と同様、ウナギ属も、その浮遊幼生期(レプトセファルス期)が大規模な分散を担っていることを考え合わせると、遺伝的な混合は、産卵から接岸までの時期に起こると考えるのが妥当である。従って、単一繁殖集団の場合、その期間にいかにも効率良く遺伝的に混合するような機構を持つかが、均一な遺伝的組成を保つための鍵であると考えられる。

北太平洋の *Anguilla marmorata* と分布域が重複する *A. japonica* は、フィリピン北部から台湾、中国、韓国、日本までの東アジア全域に分布する単一繁殖集団である(Ege 1939, 吉澤 2006)。本種の産卵場はマリアナ諸島西方、北赤道海流中のきわめて限られた海域である(Tsakamoto 1992, 2006)。この付近では塩分フロントが形成され、産卵は仔魚の輸送に適した強い海流が存在する塩分フロントの南側で行われる(木村ら 1999)。このことにより、*A. japonica* の仔魚は、幅の広い北赤道海流の南側に取り込まれてミンダナオ海流域に運ばれることや、逆に、北側に取り込まれて、海流の速度が極端に遅いために変態して接岸する時期を逸してしまうことを避けて、黒潮に乗って東アジアへ運ばれることが可能になると考えられている(Kimura et al. 1994, 木村ら 1999)。つまり、フィリピン東方(東経128度付近)で南北2方向に分岐する北赤道海流を利用して、その北側にある分布域に仔魚を輸送するためには、*A. japonica* の産卵場は厳密に決められた、ごく限られた海域でなければならないと考えられる。

これに対し、*Anguilla marmorata* は同じ遺伝的組成を持つ仔魚を、*A. japonica* と同じ北太平洋沿岸に加え、より南へも輸送しなくてはならない。本種の産卵場は、北赤道海流中にあると推定されている(Miller et al. 2002)。産卵場の位置と成魚の分布域を考えると、本種は産卵場と成育場を結ぶ仔魚の輸送経路として、単一の海流ではなく、複数の海流を利用していることが容易に推測される。すなわち、北赤道海流中で生まれた *A. marmorata* の仔魚は、分布域の北へは黒潮を、南へはミンダナオ海流をそれぞれ利用して分散すると考えられる。このことは、北赤道海流の中の北側生まれの仔魚は、日本など分布域の北へ運ばれ、南側生まれの仔魚は、スラウェシなど分布域の南へ運ばれることを意味する。そのためには、本種の産卵場は、黒潮へ繋がる北赤道海流の北側から、ミンダナオ海流へ繋がる北赤道海流の南側までの南北に広い

範囲である必要があると考えられる。

インド洋の *Anguilla bicolor* は、これまで、インド洋東部のスマトラ島西方海域 (Ege 1939, Jespersen 1942) と、インド洋西部のマダガスカル東部 (Jespersen 1942, Jubb 1961) に産卵場を持つと考えられてきた。しかしながら、インド洋東部において行なわれた最近の調査航海の結果では、インド洋東部の本種の産卵場は、スマトラ島西方海域ではない可能性がある (Aoyama et al. 印刷中)。従って、*A. bicolor* は東西に1ヶ所ずつ産卵場を持つのではなく、外洋に産卵場を1つ持つ可能性も出てきた。また、シラスウナギの耳石解析によると、本種の接岸日齢はジャワ島では148~202日 (Arai et al. 1999a)、レユニオンでは68~96日 (Robinet et al. 2003b) であり、インド洋の東西で2~3倍の差異が認められる。このことから、*A. bicolor* の産卵場はインド洋のかなり西側にあることが示唆され、本種は南赤道海流や赤道反流などの複数の海流と、モンスーンによるそれらの季節変化 (Schott and McCreary 2001) を利用して東西に仔魚を輸送することで、インド洋全体で1つの任意交配集団を維持していると考えられる。

他方、Ege (1939) の *Anguilla marmorata* から本研究で種として独立させた南太平洋の *A. fidjiensis*、およびインド洋の *A. mauritiana* は、種全体としてはそれぞれ単一の繁殖集団ではあるものの、完全な任意交配ではないことが明らかになった (第2章を参照)。南太平洋で採集されたレプトセファルススの成長率は0.46~0.48 mm/日なので (Sugeha 2003)、成長率と回遊の規模の関係 (Kuroki et al. 2006) から、*A. fidjiensis* は産卵場と成育場の間が1,000 km程度の規模の回遊を行うと類推される。*A. fidjiensis* の分布域は西のパプアニューギニアから東のタヒチまで数1,000キロに及ぶ範囲に亘るので、回遊の規模から考えても、南太平洋に複数の産卵場が存在する可能性がある。恐らく本種は、それらの産卵場で生まれた仔魚が、受動輸送の過程で複雑な海流とその季節変化によって少しずつ交流を保つことにより、全体としては遺伝的に繋がった1つの大きな集団を形成していると考えられる。また、*A. mauritiana* については、インド洋の東西はかつては分化していたことが示唆されることから (第2章を参照)、かつては東西で別々の産卵場を有していた可能性がある。第6章で認められた調節領域のVNTR配列のタイプの出現状況を見ても (第6章を参照)、インド洋の東西は均一に混合しているわけではなさそうである。これらのことから、*A. mauritiana* では、多くはインド洋東西それぞれに接岸し、一部の個体の移動によって、全体として遺伝的な交流が保たれていると推測される。さらに、マリアナ海域一帯の *A. marianaensis* は、南太平洋の *A. fidjiensis* に似た遺伝的特徴を示すが、これと遺伝的交流を保っているとは考えにくい。そのため、その正確な機構は不明であるもの

の、少なくとも本種は、北太平洋の *A. marmorata* と南太平洋の *A. fidjensis* と異なる産卵場と回遊経路をもつと考えられる。

オセアニアの *Anguilla australis* と *A. schmidtii* も互いに遺伝的に異なるので（第4章を参照）、各々の繁殖集団を維持する機構があると考えられる。しかし、調査は少ないものの、これら2種には、明らかに異なる別々の産卵場があるというわけではなさそうである。南赤道海流の中で近接する産卵場と分布域は、ちょうど大西洋の *A. anguilla* と *A. rostrata* に似ている。これら2種は、ともにサルガッソ海に産卵場を持ち、北赤道海流とメキシコ湾流、それに続く北大西洋海流によって大西洋の東西に仔魚が輸送される。大西洋の2種は産卵時期の盛期ををずらすだけでなく、仔魚期間の長さを変えることによって別々の繁殖集団を維持していると考えられている（van Ginneken and Maes 2005）。このことから、*A. australis* と *A. schmidtii* も同様の機構によって、別々の繁殖集団を維持している可能性がある。

## 第2項 ウナギ属魚類の回遊環

産卵場と成育場を結ぶ環状の回遊経路と生活史は「回遊環」と定義される（塚本 1994, Tsukamoto and Aoyama 1998, Tsukamoto et al. 2002）。原則として、回遊環は種特異的で、新しい回遊環が成立することで種分化が起こると考えられている。前項で述べたように、ウナギ属魚類の種（すなわち、繁殖集団）は、各々の繁殖集団ごとに様々な回遊特性を持つので、ウナギ属魚類においては、正確に言うなら「1繁殖集団1回遊環」となる。

一方で、各種に特有の「種回遊環」は、実際には時期や場所が少しずつ異なるいくつもの「個体群回遊環」で構成されている。それらが様々な度合いで互いに繋がっていることにより、種全体として1つの大きな回遊環が形成される（図7-1）。産卵場と仔魚の回遊経路が1つと考えられる *Anguilla japonica* の接岸を例にすれば、孵化時期と接岸場所で回遊環が少しずつ重なっており、それは5月生まれ台湾接岸個体群、6月生まれ台湾接岸個体群、6月生まれ種子島接岸個体群、7月生まれ種子島接岸個体群、といった具合である。このとき、産卵場の位置や回遊経路、産卵期などの回遊環を決定付ける要因（のいずれか）が限定されていれば、個体群回遊環やそれらの繋がり方は相対的に単純で、種回遊環も決まった回遊環をとる。逆に、産卵場や回遊経路が複数存在したり、そのうえ産卵期が周年に亘る場合には、個体群回遊環が多数存在し、それらの繋がり方も非常に複雑になる。そのため、種全体としての回遊環も限定的でなく、複雑に変化するものとなる（図7-1）。

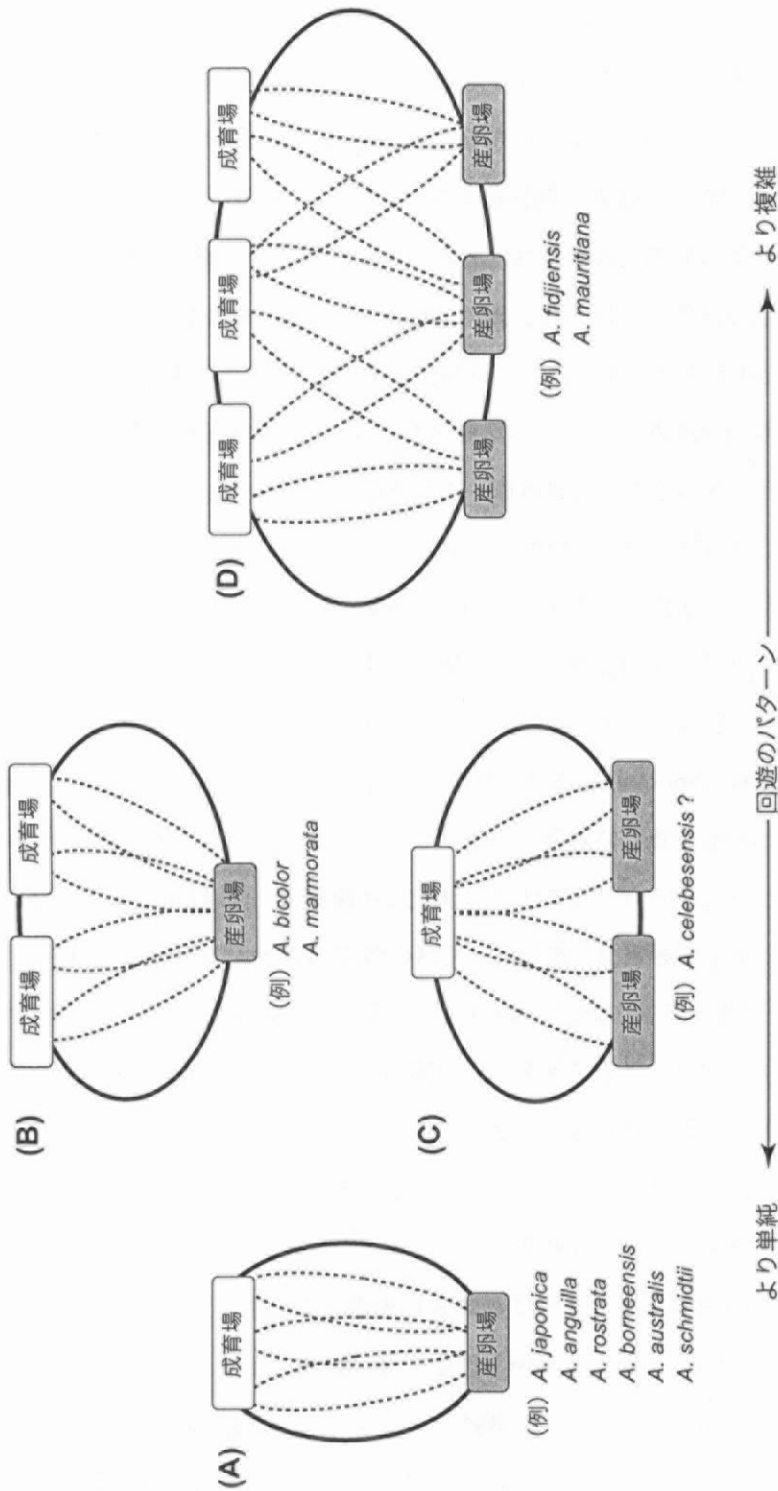


図7-1 各種の回遊環と回遊のパターン。破線は種内の個体群の回遊パターンを、実線は種全体としての回遊環を示す。図の右に向かう（隔離された産卵場や成育場が増える）ほど個体群の回遊パターンは複数存在することになり、複雑になる。(A) 産卵場と成育場が1つずつの場合、(B) 産卵場が1つで成育場が複数ある場合、各成育場は不連続、(C) 成育場が1つで、産卵場が複数ある場合、(D) 不連続な産卵場と成育場がいずれも複数ある場合。

そこで、前者のように個体群回遊環が単純で、種全体としても比較的決まっている回遊環を「堅い回遊環」、後者のような多数の個体群回遊環からなる複雑な種回遊環を「柔軟な回遊環」と、それぞれ呼ぶことにする。これに従ってウナギ属魚類の回遊環を見てみると、まず、*Anguilla marmorata*は、本節第1項で考察したように、北赤道海流をまたぐように南北に広い産卵場を持ち、2つの海流を利用する回遊経路を持つと考えられる。そのうえ、産卵期がほぼ周年に及ぶ(Kuroki et al. 2006)。つまり、広い産卵場と複数の回遊経路を持ち、産卵期が長いことから、個体群回遊環が多数存在すると考えられるため、本種は柔軟な回遊環を持つといえる(図7-2)。インド洋の*A. bicolor*も同様に考えられるので、柔軟な回遊環を持つ種と言えるだろう。これらの任意交配を行う繁殖集団に対し、南太平洋の*A. fidjensis*とインド洋の*A. mauritiana*はメタ個体群構造をなす(第2章を参照)。つまり、複数の産卵場と回遊経路が推察されることから、これらも柔軟な回遊環を持つと思われる。さらに*A. celebesensis*は、少なくともセレベス海とスラウェシ島のトミニ湾に2つの産卵場が存在することが示されており(Aoyama et al. 2003)、比較的長い産卵期を持つことが知られていることから(Kuroki et al. 2006)、これらの2つの産卵場の間で交流が保たれていると仮定すると、本種は柔軟な回遊環を持つ種の代表ともいえる。これらに加えて、ほぼ周年に亘る産卵期を持つ*A. pacifica*(Kuroki et al. 2006)、複数の産卵場を持つ可能性のある*A. interioris*(Aoyama et al. 2003)も、他の生態学的情報はほとんどないものの、やはり柔軟な回遊を行うと推測される。他方、*A. australis*と*A. schmidtii*は、産卵場や回遊経路がわずかに異なることで繁殖集団を維持していると考えられることから、ともに回遊のパターンがある程度限定されている堅い回遊環を持つと考えられる。大西洋の*A. anguilla*と*A. rostrata*も同様である。また、*A. japonica*は、産卵場や回遊経路が限定されている上、新月に同期して産卵を行うことから(Tsukamoto 1992)、この種の回遊を行うもののうち、もっとも堅い回遊環を持つ種と考えられる。さらに、*A. borneensis*は、産卵期はほぼ周年に亘るものの(Kuroki et al. 2006)、成育場(インドネシア・ボルネオ島)が非常に局所的であり、しかもその産卵場は成育場のすぐそばのセレベス海である(Aoyama et al. 2003)。従って、情報はきわめて限られているものの、回遊経路が複数存在するとは考えづらいことから、本種も堅い回遊環を持つと考えてよさそうである(図7-2)。

このように、ウナギ属魚類においては「1繁殖集団1回遊環」ではあるものの、その回遊環は、それぞれの繁殖集団によって質的に異なるものと考えられた。



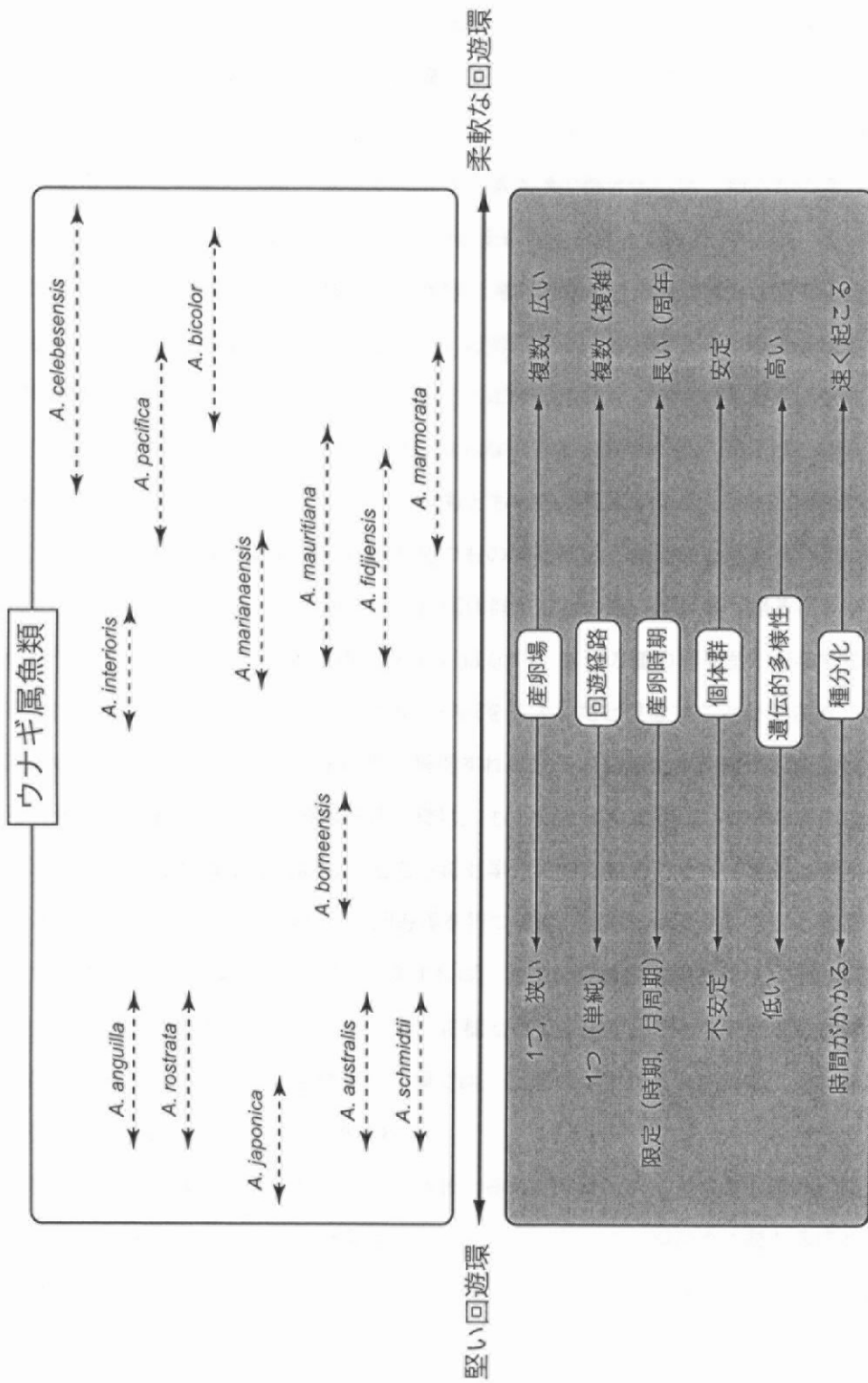


図7-2 回遊環の柔軟性と変異幅、およびその表現型。

### 第3項 ウナギ属魚類の回遊環と種分化

ウナギ属魚類では、回遊環がずれることによって種が分化していくと考えられている（塚本 1994, Tsukamoto and Aoyama 1998, Tsukamoto et al. 2002）。もし、産卵場が同じであっても、成育場が異なれば、産卵回遊の経路が違ってきて、成熟のタイミングや回遊に要する時間に差異が生じ、産卵時期がずれてくるだろう。また、成育場は同じであっても、産卵場が異なれば、当然生殖的に隔離される。従って、ウナギ属魚類の種分化には、何らかのきっかけで回遊環が空間的、もしくは時間的に異なることが必要になると考えられる。

柔軟な回遊環を持つ種は、産卵場や回遊経路、産卵時期などの回遊環を決定する各要因の変異幅が広いから、もし環境が変化しても、それに対応することができると考えられる。このとき、環境変動への対応とは、種を分化させることだけではなく、分布域を変化させる（拡大させる）ことも指す。すなわち、死滅個体群にならないことを意味する。例えば、仔魚の輸送を担う海流がある期間だけ変化して、その間はもともとの成育場から遠く離れた場所に流れ着くとする。もし、もとの種が柔軟な回遊環を持つものであれば、産卵期も限定されていない可能性が高い。そのため、新たな成育場で育った個体群がもとの遠い産卵場へ帰ることができた場合、成熟や産卵のタイミングが問題になることはなく、もとの種の再生産に寄与する確率も高くなると推測される。この場合、この種は分布域を拡大したと見なすことができる。また、もとの産卵場へは帰らずに、新たな産卵場を獲得すれば、そこに新たな回遊環が成立し、種は分化すると考えられる。柔軟な回遊環を持つ種は、もともと様々な回遊パターンを内包しているため、分布域拡大にも集団分化にも、どちらにも早急に対応することができると考えられる。一方で、回遊のパターンが定まった堅い回遊環を持つ種は、簡単には変化しないと考えられる。それは、わずかにでも産卵場や産卵期を逸すれば、直ちに死滅個体群となり、その結果、分布域を拡大し、再生産に寄与することも、新たに種として分化することもできないと考えられるからである。そのため、堅い回遊環を持つ種では、回遊環がずれるとすれば、それはきわめてゆっくりと起こる変化であろうと推察される。

ただし、回遊環の柔軟性は決して一定の値をとるわけではない。それぞれの種が特有の回遊環の柔軟性の幅を持っており、環境条件や進化の過程に応じて、現時点で最も適応的な回遊を行っていると考えられる。*Anguilla borneensis*はその好例で、産卵場も回遊経路も成育場も概ね限定された堅い回遊環でありながら、産卵期は長い（前述）。そのため、もし、海流が変化してジャワ海やスルー海など近隣の地域へも仔魚が輸送され、そこで成長し、もとの産卵場へ回帰できた場合も（すなわち、分布域の拡大）、新たに産卵場を見つけた場合も（すなわち、種

分化), いずれの場合も産卵期を逸することなく, 繁殖を行うことができるであろう。つまり, 本種は, やや堅い回遊環を持つと考えられる (図7-2)。また, 南太平洋の *A. fidjiensis* とインド洋の *A. mauritiana* は, 種全体が任意交配でないという点で, ウナギ属魚類の他の種を考えると, むしろ例外的とも言える。回遊環がずれることがウナギ属魚類の種分化に必要と考えられる一方で, これら2種は種内の個体群回遊環がずれているにもかかわらず, 完全な種分化には至っていない。従って, 回遊環以外の未だ不明な要因もウナギ属魚類の種分化に重要な役割を果たしているかもしれない。さらには, *A. fidjiensis* と *A. mauritiana* は今現在, 回遊環がずれていく (すなわち, 種分化の) 過程にあるとも考えられる。

ウナギ属魚類の進化の過程において, その分岐年代や分散の経路を推定することは非常に困難であるため (第5章を参照), 現時点で, 回遊環に変化を与える具体的な要因は分からないものの, *Anguilla marmorata* や *A. bicolor* は何らかの要因によって現在のように分布域を拡大し, さらにそれぞれの海域で産卵場を獲得した状態にあると言えるであろう。*A. marmorata* については, その系統樹 (図5-2) から, 初めに北太平洋に分布するようになったものがまず回遊環を成立させた後, 南太平洋, マリアナ海域, インド洋へと一挙に分散を遂げ, 各々が新たに回遊環を形成したのと考えられる。また, ウナギ属魚類の系統樹 (図5-4) を見ると, 大きな2つの系統のうち的一方 (*A. borneensis*, 大西洋, およびオセアニアグループ) のクレードは6種を含み, これらはいずれも堅い回遊環を持つ。他方のクレードは14種から成るインド洋-太平洋グループで, その多くは柔軟な回遊環を持つ。柔軟な回遊環を持つ種から成るクレードの方が, より種数が多いということは, 柔軟な回遊環を持つ種の方が, 分布域拡大や種分化が速やかに進むと推測されることと矛盾しない。さらに, 大西洋とオセアニア, これら2グループとインドネシア・ボルネオ島, それらとインド洋-太平洋という地理的に大きく離れたグループ同士が姉妹群をなすことは, それらの間を繋ぐ祖先種もまた, 分布域を拡大する能力が非常に高かったことを示唆している。つまり, 地理的な各グループの祖先種, それらのグループ間の祖先種, ひいては, ウナギ属魚類の祖先種は, 柔軟な回遊を行うものであったと推察される。また, 今現在, 柔軟な回遊環を持つ *A. marmorata* や *A. bicolor* などの種は, 今後も種を分化させていく可能性が高いものと考えられる。

#### 第4節 水産学と生物学への応用

分類の最も実用的な側面の一つは同定であり、これは生物学の研究に必要不可欠である。ウナギ属魚類では形態的な特徴が乏しいことから、従来から遺伝子を用いて種査定が行われてきた（表7-2）。そのうち、最も多用されているのは、16S rRNA 遺伝子の部分塩基配列を直接比較する方法（Aoyama et al. 1999b）である。この方法では、変異サイト数が明らかに多いか少ないかによって、ウナギ属の種を同定している（例えば、Tsukamoto 2006 など）。ところが、この方法は多用されているにもかかわらず、変異が何サイト以内なら同種、何サイト以上なら別種というような明瞭な基準がなかった。そこで、本研究を水産学や生物学に応用する一例として、ここでは分子形質を用いたウナギ属魚類の同定方法を提示する。

ウナギ属魚類においては、遺伝的変異量を基準として一義的に種を定義することはできないものの（第6章を参照）、実用性を考えれば、やはり同定は必要である。そのため、本研究により得られた大量の分子データに基づき、提案したウナギ属魚類21種を可能な限り正確に同定する方法を考案した（図7-3）。判定方法は以下の4つで、これらを組み合わせて同定を行い、矢印以下は、その方法によって同定できる種、もしくは種群を示す。種群については、その種群のいずれかの種ということの意味し、例えば、(*Anguilla bicolor*+*A. pacifica*) 種群は、*A. bicolor*か*A. pacifica*のどちらかであることを示す。

まず、(1) ウナギ属魚類全種を対象として、同定したい標本の16S rRNA 遺伝子の全長の塩基配列を決定し、既報のウナギ属魚類の塩基配列（Aoyama et al. 2001, Minegishi et al. 2005, 表5-1）と変異サイト数を直接比較する。この段階で11種のウナギ属魚類をそれぞれ同定することができる。これ以外の4種群については、続けて(2)～(4)の方法を用いる。このうち、(3)と(4)は本研究で得られた各種群のデータとともに解析する必要がある、(4)の場合は、本研究で用いた標本を模式標本（模式個体群）とする。

(1) 16S rRNA 遺伝子において、変異サイト数が14サイト以上は別種、それ未満は同種

- Anguilla anguilla*, *A. borneensis*, *A. celebesensis*, *A. dieffenbachii*, *A. interioris*,  
*A. japonica*, *A. megastoma*, *A. mossambica*, *A. obscura*, *A. reinhardtii*, *A. rostrata*  
(*A. nebulosa*+*A. labiata*) 種群 . . . . . 現在、データ不足により種まで落とせず  
(*A. bicolor*+*A. pacifica*) 種群 . . . . . (2)  
(*A. marmorata*+*A. fidjiensis*+*A. mauritiana*+*A. marianaensis*) 種群 . . . (3)  
(*A. australis*+*A. schmidtii*) 種群 . . . . . (4)

表7-2 ウナギ属魚類における遺伝子による種査定

文献	形態 (方法)	判別する種数	判別する種
Takagi and Taniguchi (1995)	(RAPD*)	3種	<i>A. japonica</i> , <i>A. australis</i> , <i>A. bicolor</i>
Aoyama et al. (1999b)	16S rRNA (塩基配列)	12種・亜種	<i>A. japonica</i> , <i>A. marmorata</i> , <i>A. borneensis</i> , <i>A. celebesensis</i> , <i>A. interioris</i> , <i>A. megastoma</i> , <i>A. bicolor pacofoca</i> , <i>A. reinhardtii</i> , <i>A. obscura</i> , <i>A. australis australis</i> , <i>A. australis schmidti</i> , <i>A. dieffenbachii</i>
若尾ら (1999)	cyt <i>b</i> (RFLP)	7種	<i>A. japonica</i> , <i>A. marmorata</i> , <i>A. celebesensis</i> , <i>A. reinhardtii</i> , <i>A. australis australis</i> , <i>A. anguilla</i> , <i>A. rostrata</i>
Zhang et al. (1999)	cyt <i>b</i> (RFLP)	2種	<i>A. anguilla</i> , <i>A. japonica</i>
Aoyama et al. (2000)	16S rRNA (RFLP)	15種	Ege (1939)による <i>Anguilla</i> 15種
Rehbein et al. (2002)	cyt <i>b</i> (RFLP, SSCP*)	4種	<i>A. anguilla</i> , <i>A. rostrata</i> , <i>A. japonica</i> , <i>A. australis</i>
Watanabe et al. (2004)	16S rRNA (Real-time PCR)	1種	<i>A. japonica</i>
Itoi et al. (2005)	16S rRNA (Real-time PCR, SNP検出)	2種	<i>A. anguilla</i> , <i>A. japonica</i>
Maes (2005)	マイクロサテライト (Assignment test)	4種	<i>A. anguilla</i> , <i>A. rostrata</i> , <i>A. japonica</i> , <i>A. marmorata</i>
Sezaki et al. (2005)	16S rRNA (PCR, 種特異的プライマー)	2種	<i>A. anguilla</i> , <i>A. japonica</i>

\*1, 増幅断片多型DNA Random Amplified Polymorphic DNA

\*2, 一本鎖構造多型Single-Strand Conformational polymorphism

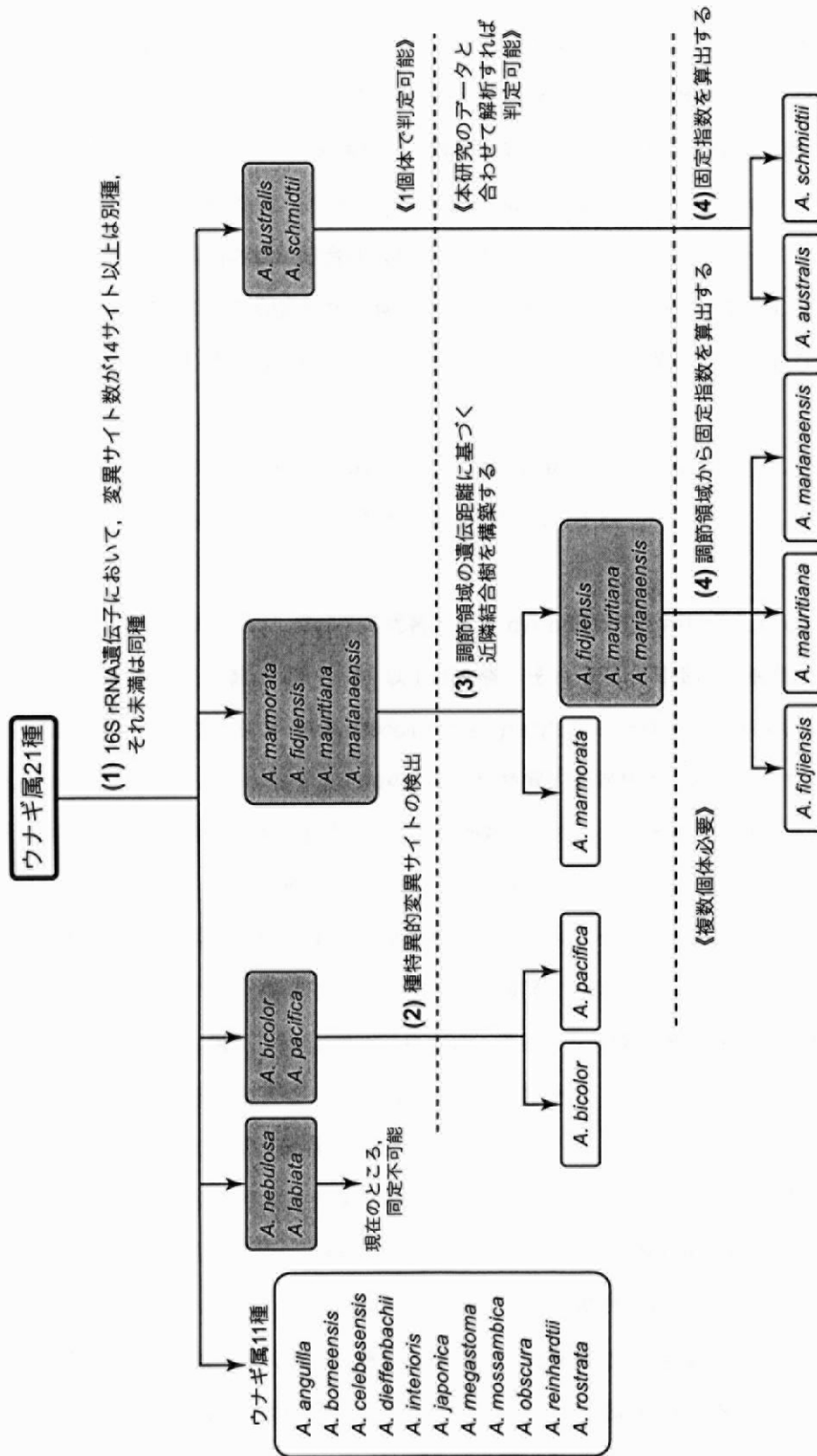


図7-3 本研究で得られたデータをもとに考案したウナギ属魚類の同定方法のフローチャート。括弧で示した番号は同定方法（本文中のものと同じ）。白枠内は各種を、グレーの枠は種群をそれぞれ示す。方法(1)、(2)については、同定したい標本が1個体で判別可能。(3)、(4)については複数個体が必要となる。なお、A. nebulosaとA. labiataについては、本研究で得られたデータだけではどちらか判別できない。

(2) 上記で決定した 16S rRNA 遺伝子の塩基配列において、種特異的変異サイトを照合する  
(表 6-5C を参照) → *A. bicolor* か *A. pacifica* かを判別できる

(3) 調節領域の塩基配列を用いて、本研究で得られたそれらの種群のデータとともに遺伝距離に基づく近隣結合樹を構築し、同定したい標本がどの種の枝に含まれるかを調べる。  
→ *A. marmorata* と (*A. fidjiensis*+*A. mauritiana*+*A. marianaensis*) 種群を判別できる  
種群と判別された場合は (4) へ進む . . . . . (4)

(4) 調節領域を用いて固定指数を算出し、その有意性を検定する。同定したい標本がどの地点の標本、あるいは本研究のデータのどの種と有意な差異が認められないかによって判定する。  
→ *A. marianaensis*, *A. fidjiensis*, *A. mauritiana* の 3 種のいずれか、および *A. australis* と *A. schmidtii* のどちらかをそれぞれ判別できる。

なお、(1) の 16S rRNA 遺伝子の代替として *cyt b* 遺伝子を用いることも可能である。この場合は、「変異サイト数が 21 サイト以上は別種、それ未満は同種」が基準になり、(1) の 11 種 4 種群のうち、さらに *Anguilla bicolor* と *A. pacifica* もそれぞれ同定することができる。*A. bicolor* と *A. pacifica* を判別するための (2) 種特異的変異サイトについても、16S rRNA 遺伝子の他、*cyt b* 遺伝子、調節領域においても多数見つかっているので (表 6-5 を参照)、これらと照合することでどちらの種か同定することも可能である。また、(3) については、複数のマイクロサテライト遺伝子座の遺伝子型に基づいて Assignment test を行い、同定したい標本がどのクラスターに割り振られたかによっても判別することができる。さらに、(4) については、マイクロサテライト遺伝子座を用いてもよい。ただし、複数の標本を用いて各種群内のいずれの種かということ判定する (3) および (4) の基準は、成功率が 100% ではないので、確率は低いものの、同定を誤る危険もある。

例えば、オーストラリアの北東の海域で多数のレプトセファルスが採集されたとする。これらの標本の種査定を行う際の手順としては、まずは、16S rRNA 遺伝子、もしくは *cyt b* 遺伝子の塩基配列を決定する。その塩基配列を用いて、判定基準 (1) に従って、それらの標本がウナギ属魚類のどの種もしくはどの種群であるか 1 個体ずつ同定する。( *Anguilla australis*+*A. schmidtii* ) 種群であると判定された場合は、続いて、判定基準 (4) を用い、それらの標本の調節領域の塩基配列を決定し、本研究で得られたデータと合わせて、まとめて固定指数  $F_{ST}$  を算出する。もし、それらの標本の  $F_{ST}$  が本研究で用いた模式個体群の *A. australis* とは差異がなく、

*A. schmidtii*とは有意に異なれば、標本は*A. australis*であると考えられる。逆も同様である。ただし、これらの標本全体でヘテロ接合度に有意な減少が認められた場合には、その標本は、*A. australis*と*A. schmidtii*の個体が混ざったものである可能性がある（Wahlund 効果, Wahlund 1982）。そのため、そのような場合には、標本1個体1個体について種を同定することは難しいと考えられる。

（*Anguilla australis*+*A. schmidtii*）種群、および（*A. marianaensis*+*A. fidjensis*+*A. mauritiana*）種群については、それぞれの種群内での種間の分化がきわめて小さいため、本研究で得られたデータでは、どのような方法を用いても、それぞれ確実に同定することはできない。本研究において、遺伝的変異の詳細な比較を行わなかった*A. nebulosa*と*A. labiata*についても、ウナギ属魚類の系統樹（図5-2）から種間の変異が小さいことが予想されるため、判別は難しいと考えられる。これらの種を判別するためには、マイクロサテライトDNAよりもさらに高感度のマーカーが必要となる。例えば、核DNAを用いたRAPDやAFLPなどの方法は、核ゲノムの情報を網羅的に解析することができるので、その中からこれらの種にも特異的な変異が見つかる可能性がある。また、本研究では解析しなかったmtDNAの他の遺伝子領域や、マイクロサテライトDNAのフランキング領域などにも種特異的な変異が見つかることが十分期待される。他方、1個体でも判別することのできる種については、本研究で得られたデータと今回提示した判定基準（1）および（2）により、正確に同定できると考えられる。とくに、これまで多用されていながら、実際の判別は経験に頼っていた塩基配列による同定において、判定基準（1）および（2）のような具体的な基準が初めてできたことは、今後の種査定に大いに役立つと考えられる。本研究で提示した同定方法は、複数の判定方法を組み合わせたことにより同定できるようになった種がある一方で、煩雑になるという欠点が生じた。今後、遺伝子のみならず、様々な形質が精査されることに加え、技術の発展が進めば、本研究で提案したウナギ属魚類21種を一度に判別できるような変異が見つかることも期待される。

さらに、出現する種が限られているような地域では、遺伝子や形態を組み合わせ、より簡便に種を同定できる方法を確立することが十分可能である。Watanabe et al. (2004)は、産卵場付近の調査航海において船上で利用できるように、リアルタイムPCRを用いて*Anguilla japonica*を判別する方法を考案した。この方法では、判定に供する標本がウナギ属魚類のどの種かということのみならず、他のウナギ目魚類、あるいは他の魚類かということすら分からない。しかし、産卵場付近の海域では、採集された標本が*A. japonica*かそれ以外かを判別することが最重要であるので、その標本が*A. japonica*以外のどの種かは、その時点では同定でき



なくてもよい。実際に、この方法は調査航海において十分に機能している (Tsukamoto 2006)。このように、実際の調査の目的に応じた種査定方法は非常に実用的である。本研究で得られたデータを基に、例えば、ウナギ属魚類の検索「南太平洋版」あるいは「インド洋版」というような種同定方法を開発することもできるであろう。それらは必ず、実地調査の現場で役に立つと考えられる。

本研究で提示した「種＝単一の繁殖集団」という分類は、全種を完全に同定できないという問題を持つものの、分類学上の種と、分類学以外の現実の研究分野における操作単位が一致する。そのため、生態研究や資源管理などを行う際には、別個に系群判別をすることなく、本研究で提案した種を最小の操作単位として考えることができる。また、従来、同種の別集団、もしくは別亜種とされていたものも、その回遊生態は必ずしも同じではないことから、ウナギ属魚類の種分化の機構や進化の過程などを考える際には、繁殖集団を単位とする本研究の分類を土台とすることが望ましいと考えられる。そのため、本研究は、分類本来の役割としてウナギ属魚類の他の生物学の基礎となり、その多様性の理解に貢献するものと期待される。さらに、このような従来とは異なる全く新しいアプローチによるウナギ属魚類の分類は、新たな分類学のケーススタディとして、他の分類群においても応用可能なものとする。

## 第5節 今後の課題

マイア (2002) は、「分類学」とは、分類の最小単位である種を区別する「種分類学」と、それらの種を関連づけたグループに分類する「体系分類学」から成るとした。本研究では、繁殖集団を検出し、ウナギ属魚類の新しい分類を提案した。マイア (2002) の考えをウナギ属魚類の分類に当てはめてみると、「種分類学」とは、ウナギ属の繁殖集団の検出であり、「体系分類学」は、遺伝子を含むすべての情報を総合的に判断することによってウナギ属魚類そのものを総合的に理解すること、と言い換えることができるだろう。

ウナギ属魚類の中には、*Anguilla nebulosa* や *A. reinhardtii* などその集団構造が明らかでないもの、また、*A. celebesensis* や *A. interioris* など複数の繁殖集団を含む可能性が高いもの、あるいは、*A. megastoma* や *A. mossambica*, *A. dieffenbachii* など、なんら手をつけられていないものなどもある。また、本研究で扱った *A. bicolor*, *A. pacifica*, *A. australis*, *A. schmidtii* などは、網羅的な標本採集が行われていないという点では、解析は決して十分とは

言えない。今後は、ウナギ属魚類において未だ研究の進んでいないこれらの種を中心に、本研究と同様、繁殖集団の検出を目指すことが先決であろう（ウナギ属魚類の種分類学）。さらに技術的な面として、本研究で用いたマイクロサテライト DNA と mtDNA に加え、今後は、イントロンなどの核 DNA 中の単一コピーの非コード領域 single copy nucleotide polymorphic DNA が分子マーカーとして有望視されている（Zhang and Hewitt 2003）。そういったマーカーを利用し、本研究で扱った種も含めて、地点間の遺伝的な変異を継続的に調べていくことも必要である。他方、ウナギ属魚類という生物の実態を解明するためには、生態学や形態学、生理学、行動学など、生物学のあらゆる分野から得られる情報の蓄積も欠かせない。そういった情報を常に積極的に取り入れ、総合的に判断していくこと（ウナギ属魚類の体系分類学）が、ウナギ属魚類の多様性、その生き様を理解するために、重要な展開となる。

## 要約

ウナギ属魚類の分類は混乱している。本研究では、特に混乱のあるウナギ属の3種の集団構造を明らかにし、ウナギ属魚類の遺伝的変異を調べることにより、これらに基づく新たな分類体系を確立することを目的とした。そのために、核DNA（マイクロサテライトDNA）とミトコンドリアDNA（以下、mtDNA）の詳細な解析を行い、以下の結果を得た。

### 1. *Anguilla marmorata* の集団構造

*Anguilla marmorata* の集団構造を明らかにするため、マダガスカル、レユニオン、スマトラ、スラウェシ、フィリピン、台湾、日本、グアム、アンボン、パプアニューギニア、ニューカレドニア、フィジー、タヒチの計13地点から採集した計455個体について、8個のマイクロサテライト遺伝子座と調節領域の塩基配列を用いて集団解析を行った。

マイクロサテライト遺伝子座を用いて遺伝的分化程度の指標となる固定指数 ( $F_{ST}$ ) を算出したところ、北太平洋（日本、台湾、フィリピン、スラウェシ）、南太平洋（タヒチ、フィジー、ニューカレドニア、パプアニューギニア）、インド洋（スマトラ、レユニオン、マダガスカル）の3地域と、アンボンおよびグアムの2地点の間で、互いに有意な差異が認められた。調節領域を用いて算出した  $F_{ST}$  においても、ほぼ同様の結果が得られた。遺伝距離に基づく遺伝子系統樹では、北太平洋の4地点が1つの枝にまとまり、他の地域は概ねまとまるものの、明瞭には分かれなかった。アンボンの標本は、主に北太平洋と南太平洋の枝に分かれて出現した。以上より、*Anguilla marmorata* は4つの遺伝的に異なる繁殖集団（北太平洋集団、南太平洋集団、インド洋集団、マリアナ集団）からなることが明らかとなった。アンボンには、北太平洋集団と南太平洋集団に由来する個体が混在すると考えられた。

### 2. *Anguilla bicolor* の集団構造

インド洋 (*Anguilla bicolor bicolor*) と太平洋 (*A. bicolor pacifica*) に亜種をもつ *A. bicolor* の集団構造を明らかにするため、インド洋東部（スマトラ）、インド洋西部（マダガスカル、レユニオン、セイシェル、マヨット）、太平洋（フィリピン）の計6地点から採集した計145個体を用いて解析を行った。

5個のマイクロサテライト遺伝子座および調節領域を用いて、それぞれ  $F_{ST}$  を算出したところ、インド洋の東西の地点は、どちらも太平洋と有意に異なることが分かった。これに対し、

インド洋の東西の間には有意な差がないことが明らかになった。調節領域の遺伝距離に基づく近隣結合樹においても、インド洋と太平洋の個体群はそれぞれ明瞭に異なるグループを形成する一方で、インド洋の個体群は東西でそれぞれまとまらないことが分かった。以上より、インド洋と太平洋の2亜種は遺伝的に明瞭に異なり、インド洋の *Anguilla bicolor bicolor* については、その東西で分化していないことが明らかとなった。

### 3. *Anguilla australis* の集団構造

タスマン海を挟み東西で別亜種とされている *Anguilla australis* の集団構造を明らかにするため、オーストラリアとニュージーランドから採集した計73個体の標本を用いて解析を行った。

3個のマイクロサテライト遺伝子座を用いて  $F_{ST}$  を算出したところ、オーストラリアとニュージーランドの個体群は有意に異なることが明らかになった。また、調節領域を用いた場合も同様の結果が得られた。しかしながら、調節領域の遺伝距離に基づく近隣結合樹では、それぞれの地域ごとにまとまらないことが分かった。以上のことから、オーストラリアの *Anguilla australis australis* とニュージーランドの *A. australis schmidtii* は遺伝的に異なる繁殖集団ではあるが、両者の分化は非常に小さいと考えられた。

### 4. 系統関係

ウナギ属魚類の系統関係を明らかにするため、mtDNA全塩基配列を用いてベイズ法によりウナギ属全種の系統推定を行った。また4集団が検出された *Anguilla marmorata* について、cytochrome *b* (以下、*cyt b*) 遺伝子を用いて近隣結合法により集団の系統推定を行った。

その結果、ウナギ属内では現在アフリカ大陸東岸に生息する *Anguilla mossambica* が最も早く派生し、その後大きな2つの系統に分岐したことが分かった。そのうちの一方の系統は、ボルネオ島固有の *A. borneensis* と、*A. australis* を含むオセアニアの3種・亜種、および大西洋の2種から、他方の系統は *A. marmorata* と *A. bicolor* を含むインド洋から太平洋に広く生息する計11種・亜種からそれぞれ構成されていた。地理的に大きく離れたオセアニアと大西洋の種群が姉妹群になることから、ウナギ属全体の種分化と分散の過程を、現在の各種の分布域から単純に説明することは難しいものと考えられた。*A. marmorata* では、最初に1つの系統が派生した後、2つの系統に分岐した。このうち、最初に派生した1つと、後に派生した2つの系統のうちの一方が北太平洋集団を構成し、他方の系統から最近になって残りの3集団が派生したことが明らかとなった。

## 5. 分類

ウナギ属魚類の分類を見直すため、従来の分類による種と亜種、および本研究で明らかになった繁殖集団における mtDNA の 3 遺伝子領域の変異サイト数を算出し、相互に比較した。

その結果、16S ribosomal RNA 遺伝子では、*Anguilla marmorata* の集団間変異（変異サイト数の範囲 0~8）は、*A. australis* の亜種間変異（0~7）とほぼ同程度の範囲と値を示した。また、*A. bicolor* の亜種間変異（9~18）は、すでにウナギ属の種間変異（14~58）のレベルに達していることが明らかになった。他の 2 遺伝子領域（調節領域、*cyt b* 遺伝子）においても、ほぼ同様の結果を得た。これらのことから、従来広く認められていた集団、亜種、種という分類の階層構造は、遺伝的変異量で表される分化程度と正確には対応しないものと考えられた。一方で、本研究で独立した繁殖集団と認められた 9 集団（*A. marmorata* の 4 集団、*A. bicolor* と *A. australis* の各々 2 亜種、*A. japonica* の 1 種）の集団内変異の最大値は、例えば調節領域では 15~77 サイトであり、繁殖集団により大きく異なった。これは種を認識する共通の基準として、遺伝的変異量（変異サイト数）のある一定の値を適用することはできないことを示唆している。

そこで本論では、遺伝的分化程度の大小や分化後の経過時間にかかわらず、他と生殖隔離が明確な繁殖集団を、それぞれ種として取り扱うことが適切と考え、集団解析の結果とシノニムの記載に基づいて、ウナギ属魚類を以下の 21 種に分類することを提案した；*Anguilla marmorata*, *A. fidjiensis*, *A. mauritiana*, *A. marianaensis*, *A. bicolor*, *A. pacifica*, *A. australis*, *A. schmidtii*, *A. anguilla*, *A. borneensis*, *A. celebesensis*, *A. dieffenbachii*, *A. interioris*, *A. japonica*, *A. megastoma*, *A. mossambica*, *A. nebulosa*, *A. labiata*, *A. obscura*, *A. reinhardtii*, *A. rostrata*.

本研究で提示した「種＝単一の繁殖集団」という分類は、現時点ではまだ完全に種を同定できないという問題を持つものの、生態研究や資源管理などの応用面、あるいは進化などの基礎面、双方において、その土台となりうる。今後は、未だ研究の進んでいない種を中心に、繁殖集団の検出を目指すだけでなく、新たな分子マーカーも採り入れ、本研究で解析した種も含めて、地理的、時間的な遺伝的変異を網羅的に調べていくことが必要である。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、終始暖かいご指導を頂き、研究の楽しさを教えてくださった東京大学海洋研究所の塚本勝巳教授に深く感謝の意を表す。また、同研究所の西田睦教授には、分子生物学実験の機会を与えて頂き、終始有益なご助言と暖かい励ましを頂いた。ここに深くお礼申し上げます。さらに、東京大学農学生命科学研究科の渡部終五教授、西田周平教授、理学系研究科の小島茂明助教授には、論文審査に際して貴重なご指摘を賜った。ここに厚くお礼を申し上げます。

東京大学海洋研究所行動生態計測分野の青山潤助手には、5年半もの間、研究のあらゆる局面において、終始厳しくも暖かいご助言を頂いた。心からお礼申し上げます。本研究で解析した標本は、当研究室において1993年から約6年間にわたり、世界各地で実施された採集調査によって得られたものである。標本の採集調査に参加し、またその使用を快諾してくださった諸先輩、学生諸氏に厚くお礼申し上げます。中でも、その採集調査の中心的役割を果たした東京大学海洋研究所行動生態計測分野の渡邊俊博士、ならびに石川智士博士（現東海大学海洋学部）には、標本だけでなく、形態計測データも提供して頂き、標本採集や処理に関する知識と技術を教えて頂いた。また、フロリダ州立大学の井上潤博士には分子生物学実験と解析に関する知識と技術を教えて頂き、常に有益な助言を頂いた。千葉中央博物館の宮正樹博士には、データ解析と論文作成に際し、貴重な示唆とご鞭撻を賜った。東京大学海洋研究所行動生態計測分野のM.J. Miller博士には、論文作成に際して多くの貴重なご指摘を頂いた。さらに、同分野の大矢真知子技官には、多大なるご援助と暖かい激励を頂いた。ここに記して厚くお礼申し上げます。

本研究では、標本採集とデータの解析に際して、非常にたくさんの方々のご援助、ご協力を頂いた。東京大学海洋研究所付属国際沿岸海洋研究センターの新井崇臣助教授、ならびに北里大学水産学部の吉永龍起講師には、スマトラ島における標本採集にお付き合い頂いただけでなく、常に貴重なご助言、ご指摘を頂いた。深くお礼申し上げます。インドネシア科学院のSam Wouthuyzen博士には、2003年Baruna Jaya VII航海の折りに寄港したスマトラ島・パダンにおいて、*A. bicolor*と*A. marmorata*の標本採集に便宜を図って頂いた。フランス・Perpignan大学のLecomte-Finiger博士には、*A. anguilla*の標本を送付して頂いた。フランス・La Rochelle大学のEric Feunteun博士とTony Robinet博士には、標本採集に赴くことのできなかったインド洋西部における*A. bicolor*の標本を提供して頂いた。小説家・阿井渉介氏には、常に暖かい励ましを頂いただけでなく、グアム島における標本採集に同行して頂いた。フラン

ス・Montpellier 大学の Patrick Berrebi 教授には、集団解析に際して大変貴重なご助言を頂いた。東京大学海洋研究所行動生態計測分野の木村呼郎博士（現漁師）、渡邊国広博士、酒井英恵氏（現エプソンアクアスタジアム）、吉澤菜津子氏（現インテック）には、実験技術と解析に際して、貴重なご指摘とご助言を頂いた。ここに厚くお礼申し上げます。また、同分野の篠田章博士には、シラスウナギの標本を提供して頂いたのみならず、常に暖かい励ましのお言葉を頂戴した。畑瀬英男博士、笹井清二博士（現越前松前水族館）、皆川源博士には、多くの貴重なご助言と励ましを頂いた。また、同分野の大学院生の方々、同研究所分子海洋科学分野の方々にも、多くのご援助とご厚情を頂いた。深く感謝の意を表する。

なお、本研究は、平成 17 年、および 18 年度日本学術振興会特別研究員奨励金の援助を受けた。付記して謝意を表する。

## 引用文献

- Abbott, C.L. and M.C. Double. 2003. Phylogeography of shy and white-capped albatrosses inferred from mitochondrial DNA sequences: implications for population history and taxonomy. *Mol. Ecol.* 12: 2747-2758.
- Anderson, S., A.T. Bankier, B.G. Barrell, M.L.H. de Bruijn, A.R. Coulson, J. Drouin, I.C. Eperon, D.P. Nierlich, B.A. Roe, F. Sanger, P.H. Schreier, A.J.H. Smith, R. Staden, I.G. Young. 1981. Sequence and organization of the human mitochondrial genome. *Nature* 290: 457-465.
- Andriaholinirina, N., J.L. Fausser, C. Roos, D. Zinner, U. Thalmann, C. Rabarivola, I. Ravoarimanana, J.U. Ganzhorn, B. Meier, R. Hilgartner, L. Walter, A. Zaramody, C. Langer, T. Hahn, E. Zimmermann, U. Radespiel, M. Craul, J. Tomiuk, I. Tattersall, Y. Rumpler. 2006. Molecular phylogeny and taxonomic revision of the sportive lemurs (*Lepilemur*, Primates). *BMC Evol. Biol.* 6: 17.
- 青山潤. 2001. ウナギの分子系統. *海洋と生物* 133: 146-152.
- 青山潤, 小林敬典, 塚本勝巳. 1996. ミトコンドリア DNA シトクローム *b* 遺伝子によるウナギ 8 種の分子系統樹. *日水誌* 68: 370-375.
- Aoyama, J. and K. Tsukamoto. 1997. Evolution of the freshwater eels. *Naturwissenschaften* 84: 17-21.
- Aoyama, J., S. Watanabe, S. Ishikawa, M. Nishida, K. Tsukamoto. 1999a. Are morphological characters distinctive enough to discriminate between two species of freshwater eels, *Anguilla celebesensis* and *A. interioris*? *Ichthyol. Res.* 47: 157-161.
- Aoyama, J., N. Mochioka, T. Otake, S. Ishikawa, Y. Kawakami, P. Castle, M. Nishida, K. Tsukamoto. 1999b. Distribution and dispersal of anguillid leptocephali in the western Pacific Ocean revealed by molecular analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 188: 193-200.
- Aoyama, J., S. Watanabe, M. Nishida, K. Tsukamoto. 2000. Discrimination of catadromous eels of genus *Anguilla* using polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism analysis of the mitochondrial 16S ribosomal RNA domain. *Trans. Am. Fish. Soc.* 129: 873-878.
- Aoyama, J., M. Nishida, K. Tsukamoto. 2001. Molecular phylogeny and evolution of the freshwater eel, genus *Anguilla*. *Mol. Phylogenet. Evol.* 20: 450-459.
- Aoyama, J., S. Wouthuyzen, M.J. Miller, T. Inagaki, K. Tsukamoto. 2003. Short-distance spawning migration of tropical freshwater eels. *Biol. Bull.* 204: 104-108.



- 青山潤, 峰岸有紀, 黒木真理, 塚本勝巳. 2005. 遺伝子による熱帯ウナギの分類と分布. 26 頁. 平成 17 年度日本水産学会講演要旨集.
- 青山潤, S. Wouthuyzen, M.J. Miller, 峰岸有紀, 皆川源, S. Suharti, 川上達也, 稲垣正, K. Sumadhiharga, 塚本勝巳. 2006. インド洋のウナギ属魚類 *Anguilla bicolor* に関する研究-2 スマトラ島西方海域におけるレプトセファルスの分布. 43 頁. 平成 18 年度日本水産学会講演要旨集.
- Aoyama, J., S. Wouthuyzen, M.J. Miller, Y. Minegishi, M. Kuroki, S.R. Suharti, T. Kawakami, K.O. Sumardiharga, K. Tsukamoto. 2006. Distribution of leptocephali of the freshwater eels, genus *Anguilla*, in the waters off west Sumatra in the Indian Ocean. *Envi. Biol. Fish.* 印刷中
- Apostolidis, A.P., C. Triantaphyllidis, A. Kouvatsi, P.S. Economidis. 1997. Mitochondrial DNA sequence variation and phylogeography among *Salmo trutta* L. (Greek brown trout) populations. *Mol. Ecol.* 6: 531-542.
- Arai, T., D. Limbong, T. Otake, K. Tsukamoto. 1999a. Metamorphosis and inshore migration of tropical eels *Anguilla* spp. in the Indo-Pacific. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 182: 283-293.
- Arai, T., T. Otake, D.J. Jellyman, K. Tsukamoto. 1999b. Differences in the early life history of the Australasian shortfinned eel *Anguilla australis* from Australia and New Zealand, as revealed by otolith microstructure and microchemistry. *Mar. Biol.* 135: 381-389.
- Avise, J.C. 2003. Catadromous eels of the North Atlantic: a review of molecular genetic findings relevant to natural history, population structure, speciation, and phylogeny. Pp. 31-48. In K. Aida, K. Tsukamoto, K. Yamauchi (eds.), *Eel Biology*. Springer-Verlag, Tokyo.
- Avise, J.C. 2004. *Molecular markers, natural history, and evolution*, 2nd edn. Sinauer, Massachusetts.
- Avise, J.C., G.S. Helfman, N.C. Saunders, L.S. Hales. 1986. Mitochondrial DNA differentiation in North Atlantic eels: population genetic consequences of an unusual life history pattern. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 83: 4350-4354.
- Avise, J.C., J. Arnold, R.M. Ball, E. Bermingham, T. Lamb, J.E. Neigel, C.A. Reeb, N.C. Saunders. 1987. Intraspecific phylogeography-The mitochondrial DNA bridge between population genetics and systematics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 18: 489-522.
- Balloux, F. and N. Lugin-Moulin. 2002. The estimation of population differentiation with microsatellite markers. *Mol. Ecol.* 22: 155-165.

- Bastrop, R., B. Strehlow, K. Jürss, C. Sturnbauer. 2000. A new molecular phylogenetic hypothesis for the evolution of freshwater eels. *Mol. Phylogenet. Evol.* 14: 250-258.
- Baverstock, P.R. and C. Moritz. 1996. Project design. Pp. 17-27. In D.M. Hillis, C. Moritz, B.K. Mable (eds.), *Molecular Systematics*, 2nd edn. Sinauer, Massachusetts.
- Beaumont, M.A. and M.W. Bruford. 1999. Microsatellites in conservation genetics. Pp. 165-182. In D.B. Goldstein and C. Schlotterer (eds.), *Microsatellites: Evolution and Applications*. Oxford University Press, Oxford.
- Belkhir, K., P. Borsa, L. Chikhi, N. Raufaste, F. Bonhomme. 2004. GENETIX 4.05, logiciel sous Windows™ pour la génétique des populations. Laboratoire Génome, Populations, Interactions, CNRS UMR 5000, Université de Montpellier II, Montpellier.
- Bennett, E.T. 1831. Observations on a collection of fishes from Mauritius, with characters of new genera and species. *Proc. Zool. Soc. Lond.* 1830-31: 126-128.
- Berg, L.S. 1948. *Freshwater Fishes of the USSR and Adjacent Countries, Part 1*. Moscow: USSR Academy of Sciences.
- Beumer, J.P. 1986. Eels - a market certainty but biological quandary. In *Aquaculture in Australia, fish farming for profit*. Rural Press, Brisbane.
- Beumer, J. and R.D. Sloane. 1990. Distribution and abundance of glass-eels *Anguilla* spp. in East Australian waters. *Int. Rev. Gesamten. Hydrobiol.* 75: 721-736.
- Boubee, J.A., C.P. Mitchell, B.L. Chisnall, D.W. West, E.J. Bowman, A. Haro. 2001. Factors regulating the downstream migration of mature eels (*Anguilla* spp.) at Aniwhenua Dam, Bay of Plenty, New Zealand. *N.Z. J. Mar. Freshw. Res.* 35: 121-134.
- Bowen, B.W., A.L. Bass, L.A. Rocha, W.S. Grant, D.R. Robertson. 2001. Phylogeography of the trumpettefishes (*Aulostomus*): Ring species complex on a global scale. *Evolution* 55: 1029-1039.
- Briggs, J.C. 1995. *Global biogeography. Developments in Paleontology and Stratigraphy* 14. Elsevier, Amsterdam.
- Brookfield, J.F.Y. 1996. A simple new method for estimating null allele frequency from heterozygote deficiency. *Mol. Ecol.* 5: 453-455.
- Brown, T.A. 2002. 「ゲノム」(村松正實監訳). メディカル・サイエンス・インターナショナル, 東京.
- Brown, W.M., M. George Jr., A.C. Wilson. 1979. Rapid evolution of animal mitochondrial DNA. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 76: 1967-1971.
- Camparini, A., M. Rizzotti, E. Rodino. 1977. Genetic control and variability of

- phosphoglucose isomerase (PGI) in eels from the Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. *Mar. Biol.* 43: 109-116.
- Campanini, A. and E. Rodino. 1980. Electrophoretic evidence for two species of *Anguilla* leptocephali in the Sargasso Sea. *Nature* 287: 435-437.
- Castle, P.H.J. and G.R. Williamson. 1974. On the validity of the freshwater eel species *Anguilla ancestralis* Ege from Celebes. *Copeia* 2: 569-570.
- Chan, I.K.K., D.K.O. Chan, S.C. Lee, K. Tsukamoto. 1997. Genetic variability of the Japanese eel *Anguilla japonica* (Temminck & Schlegel) related to latitude. *Ecol. Freshwater Fish* 6: 45-49.
- Cheng, S., S.Y. Chang, P. Gravitt, R. Respass. 1994. Long PCR. *Nature* 369: 684-685.
- Chenoweth, S.F. and J.M. Hughes. 2003. Oceanic interchange and nonequilibrium population structure in the estuarine dependent Indo-Pacific tasselfish, *Polynemus sheridani*. *Mol. Ecol.* 12: 2387-2397.
- Clauss, M.J., H. Cobban, T. Mitchell-Olds. 2002. Cross-species microsatellite markers for elucidating population genetic structure in *Arabidopsis* and *Arabis* (Brassicaceae). *Mol. Ecol.* 11: 591-601.
- Cracraft, J. 1983. Species concepts and speciation analysis. *Curr. Ornith.* 1: 159-187.
- Daemen, E., F. Volckaert, T. Cross, F. Ollevier. 1997. Four polymorphic microsatellite markers in the European eel *Anguilla anguilla* (L). *Anim. Genet.* 28: 68.
- Daemen, E., T. Cross, F. Ollevier, F.A.M. Volckaert. 2001. Analysis of the genetic structure of European eel (*Anguilla anguilla*) using microsatellite DNA and mtDNA markers. *Mar. Biol.* 139: 755-764.
- Dannewitz, J., G.E. Maes, L. Johansson, H. Wickström, F.A.M. Volckaert, T. Järvi. 2005. Panmixia in the European eel: a matter of time ... *Proc. R. Soc. Lond. B* 272: 1129-1137.
- Daverat, F., K.E. Limburg, I. Thibault, J.C. Shiao, J.J. Dodson, F. Caron, W.N. Tzeng, Y. Iizuka, H. Wickström. 2006. Phenotypic plasticity of habitat use by three temperate eel species, *Anguilla anguilla*, *A. japonica* and *A. rostrata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 308: 231-241.
- Dekker, W. 2003. On the distribution of the European eel (*Anguilla anguilla*) and its fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60: 787-799.
- de Queiroz, K. 2005. Ernst Mayr and the modern concept of species. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 102 suppl.1: 6600-6607.
- Dijkstra, L.H. and D.J. Jellyman. 1999. Is the subspecies classification of the freshwater eels *Anguilla australis australis* Richardson and *A. a. schmidtii* Phillips still valid? *Mar.*

- Freshwater Res. 50: 261-263.
- Di Rienzo, A., A.C. Peterson, J.C. Garza, A.M. Valdes, M. Slatkin, N.B. Freimer. 1994. Mutational processes of simple-sequence repeat loci in human populations. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 91: 3166-3170.
- Drilhon, A., J.M. Fine, P. Amouch, G.A. Boffa. 1967. Les groupes de transferrines chez *Anguilla anguilla*. Etude de deux populations d'origine géographique différente. C.r. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris 265: 1096-1098.
- Ege, V. 1939. A revision of the genus *Anguilla* Shaw: A systematic, phylogenetic and geographical study. Dana Rep. 16: 1-256.
- Evanno, G., S. Regnaut, J. Goudet. 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. Mol. Ecol. 14: 2611-2620.
- Gaggiotti, O.E., O. Lange, K. Rassmann, C. Gliddon. 1999. A comparison of two indirect methods for estimating average levels of gene flow using microsatellite data. Mol. Ecol. 8: 1513-1520.
- Goudet, J., M. Raymond, T. de-Meeus, F. Rousset. 1996. Testing differentiation in diploid populations. Genetics 144: 1933-1940.
- Günther, A. 1870. Catalogue of the fishes in the British Museum, Vol. VIII, London.
- Gutell, R.R., M.W. Gray, M.N. Schnare. 1993. A compilation of large subunit (23S and 23S-like) ribosome RNA structures. Nucleic Acids Res. 21: 3055-3074.
- Gutell, R.R. 1994. Collection of small subunit (16S and 16S-like) ribosome RNA structures. Nucleic Acids Res. 22: 3502-3507.
- Handlirsch, A. 1913. Beiträge zur exakten Biologie. Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Wien. 122: 361-481.
- Hartl, D.L. and A.G. Clark. 1997. Population substructure. Pp. 111-162. In Principles of Population Genetics, 3rd edn. Sinauer, Massachusetts.
- Hasegawa, M., H. Kishino, T. Yano. 1985. Dating of the human-ape splitting by a molecular clock of mitochondrial DNA. J. Mol. Evol. 26: 132-147.
- Hoarau, G., A.D. Rijnsdorp, H.W. Van der Veer, W.T. Stam, J.L. Olsen. 2002. Population structure of plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in northern Europe: microsatellites revealed large-scale spatial and temporal homogeneity. Mol. Ecol. 11: 1165-1176.
- Holmen, J., L.A. Vollestad, K.S. Jakobsen, C.R. Primmer. 2005. Cross-species amplification of zebrafish and central stoneroller microsatellite loci in six other cyprinids. J. Fish Biol. 66: 851-859.

- 井田齋, 奥山文弥. 2002. サケ・マス魚類のわかる本. 山と溪谷社, 東京.
- Iguchi, K., Y. Tanimura, M. Nishida. 1997. Sequence divergence in the MtDNA control region of amphidromous and landlocked forms of ayu. *Fish. Sci.* 63: 901-905.
- Iguchi, K., Y. Tanimura, H. Takeshima, M. Nishida. 1999. Genetic variation and geographic population structure of amphidromous ayu *Plecoglossus altivelis* as examined by mitochondrial DNA sequencing. *Fish. Sci.* 65: 63-67.
- 井上潤. 2001. ミトコンドリアゲノム分析に基づくカライワシ類 (Elopomorpha) の系統に関する研究. 東京大学博士論文.
- Inoue, J.G., M. Miya, K. Tsukamoto, M. Nishida. 2000. Complete mitochondrial DNA sequence of the Japanese sardine *Sardinops melanostictus*. *Fish. Sci.* 66: 924-932.
- Inoue, J.G., M. Miya, J. Aoyama, S. Ishikawa, K. Tsukamoto, M. Nishida. 2001a. Complete mitochondrial DNA sequence of the Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Fish. Sci.* 67: 118-125.
- Inoue, J.G., M. Miya, K. Tsukamoto, M. Nishida. 2001b. Complete mitochondrial DNA sequence of *Conger myriaster* (Teleostei: Anguilliformes): novel gene order for vertebrate mitochondrial genomes and the phylogenetic implications for Anguilliform families. *J. Mol. Evol.* 52: 311-320.
- Inoue, J.G., M. Miya, K. Tsukamoto, M. Nishida. 2001c. A mitogenomic perspective on the basal Teleostean phylogeny: resolving higher-Level relationships with longer DNA sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.* 20: 275-285
- Inoue, J.G., M. Miya, K. Tsukamoto, M. Nishida. 2001d. Complete mitochondrial DNA sequence of the Japanese anchovy *Engraulis japonicus*. *Fish. Sci.* 67: 828-835.
- Inoue, J.G., M. Miya, K. Tsukamoto, M. Nishida. 2004. Mitogenomic evidence for the monophyly of elopomorph fishes (Teleostei) and the evolutionary origin of the leptocephalus larva. *Mol. Phylogenet. Evol.* 32: 274-286.
- Inoue, J.G., M. Miya, B. Venkatesh, M. Nishida. 2005. The mitochondrial genome of Indonesian coelacanth *Latimeria menadoensis* (Sarcopterygii:Coelacanthiformes) and divergence time estimation between the two coelacanths. *Gene* 49: 227-235.
- 井鷲裕司. 2001. マイクロサテライトマーカーで探る樹木の更新過程. 59~84頁. 種生物学会編「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, 東京.
- Ishiguro, N., M. Miya, M. Nishida. 2001. Complete mitochondrial DNA sequence of ayu, *Plecoglossus altivelis*. *Fish. Sci.* 67: 474-481.
- Ishiguro, N.B., M. Miya, M. Nishida. 2003. Basal euteleostean relationships: a mitogenomic

- perspective on the phylogenetic reality of the "Protacanthopterygii". *Mol. Phylogenet. Evol.* 27: 476-488.
- Ishikawa, S., J. Aoyama, K. Tsukamoto, M. Nishida. 2001. Population structure of the Japanese eel *Anguilla japonica* as examined by mitochondrial DNA sequencing. *Fish. Sci.* 67: 246-253.
- Ishikawa, S., K. Tsukamoto, M. Nishida. 2004. Genetic evidence for multiple geographic populations of the giant mottled eel *Anguilla marmorata* in the Pacific and Indian oceans. *Ichthyol. Res.* 51: 343-353.
- Itoi, S., M. Nakaya, G. Kaneko, H. Kondo, K. Sezaki, S. Watabe. 2005. Rapid identification of eels *Anguilla japonica* and *Anguilla anguilla* by polymerase chain reaction with single nucleotide polymorphism-based specific probes. *Fish. Sci.* 71: 1356-1364.
- Jellyman, D.J. 1977. Invasion of a New Zealand freshwater stream by glass-eels of two *Anguilla* spp. *N.Z. J. Mar. Freshw. Res.* 11: 193-209.
- Jellyman, D.J. 1987. Review of the marine life history of Australasian temperate species of *Anguilla*. *Am. Fish. Soc. Symp.* 1: 276-285.
- Jellyman, D.J., B.L. Chisnall, L.H. Dijkstra, J.A.T. Boubee. 1996. First record of the Australian longfinned eel, *Anguilla reinhardtii*, in New Zealand. *Mar. Freshwater Res.* 47: 1037-1040.
- Jellyman, D.J., B.L. Chisnall, M.L. Bonnett, J.R.E. Sykes. 1999. Seasonal arrival patterns of juvenile freshwater eels (*Anguilla* spp.) in New Zealand. *N.Z. J. Mar. Freshw. Res.* 33: 249-262.
- Jespersen, P. 1942. Indo-Pacific leptocephalids of the genus *Anguilla*. *Dana Rep.* 22: 1-128.
- Jubb, R.A. 1961. The freshwater eels (*Anguilla* spp.) of Southern Africa: An introduction to their identification and biology. *Annals of the Cape Provincial Museum* 1: 15-48.
- 片倉晴雄. 2000. 多次元的種を分類する. 116~128頁. 馬渡峻輔編著「動物の自然史—現代分類学の多様な展開」. 北海道大学出版会, 北海道.
- Kaup, J.J. 1856. Catalogue of Apodal fish in the collection of the British Museum, London.
- Kawaguchi, A., M. Miya, M. Nishida. 2001. Complete mitochondrial DNA sequence of *Aulopus japonicus* (Teleostei: Aulopiformes), a basal Eurypterygii: longer DNA sequences and higher-level relationships. *Ichthyol. Res.* 48: 213-223.
- Kimura, M. and J.F. Crow. 1964. The number of alleles that can be maintained in a finite populations. *Genetics* 49: 725-738.
- Kimura, M. and T. Ohta. 1978. Stepwise mutation model and distribution of allele frequencies in a finite populations. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 75: 2868-2872.

- Kimura, S., K. Tsukamoto, T. Sugimoto. 1994. A model for the larval migration of the Japanese eel: roles of the trade winds and salinity front. *Mar. Biol.* 119: 185-190.
- 木村伸吾, 井上貴史, 杉本隆成. 1999. 仔魚の輸送過程. *月刊海洋号外* 18: 53-59.
- Kimura, S. and K. Tsukamoto. 2006. The salinity front in the North Equatorial Current: A landmark for the spawning migration of the Japanese eel (*Anguilla japonica*) related to the stock recruitment. *Deep Sea Res. II* 53: 315-325.
- Kimura, Y., S. Ishikawa, T. Tokai, M. Nishida, K. Tsukamoto. 2004. Early life history characteristics and genetic homogeneity of *Conger myriaster* leptocephali along the east coast of central Japan. *Fish. Res.* 70: 61-69.
- Kishino, H., J.L. Thorne, W.J. Bruno. 2001. Performance of a divergence time estimation method under a probabilistic model of rate evolution. *Mol. Biol. Evol.* 18: 352-361.
- Koehn, R.K. and G.C. Williams. 1978. Genetic differentiation without isolation in the American eel, *Anguilla rostrata*. II. *Evolution* 32: 624-637.
- Koskinen, M.T. and C.R. Primmer. 1999. Cross-species amplification of salmonid microsatellites which reveal polymorphism in European and Arctic grayling, Salmonidae: *Thymallus* spp. *Hereditas* 131: 171-176.
- Krieg, F., A. Estoup, A. Triantafyllidis, R. Guyomard. 1999. Isolation of microsatellite loci in European catfish, *Silurus glanis*. *Mol. Ecol.* 8: 1964-1966.
- Kumazawa, Y. and M. Nishida. 1993. Sequence evolution of mitochondrial tRNA gene and deep-branch animal phylogenetics. *J. Mol. Evol.* 37: 380-398.
- 熊澤慶伯, 山口素臣, 西田睦. 2000. 淡水魚類の分子生物地理学と魚類分子時計の較正. *月刊海洋* 32: 275-280.
- Kuroki, M., J. Aoyama, M.J. Miller, S. Wouthuyzen, T. Arai, K. Tsukamoto. 2006. Contrasting patterns of growth and migration of tropical anguillid leptocephali in the western Pacific and Indonesian Seas. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 309: 233-246.
- Lee, M.S.Y. 2003. Species concepts and species reality: salvaging a Linnaean rank. *J. Evol. Biol.* 16: 179-188.
- Lehmann, D., H. Hettwer, H. Taraschewski. 2000. RAPD-PCR investigations of systematic relationships among four species of eels (Teleostei: Anguillidae), particularly *Anguilla anguilla* and *A. rostrata*. *Mar. Biol.* 137: 195-204.
- Lessios, H.A., B.D. Kessing, J.S. Pearse. 2001. Population structure and speciation in tropical seas: Global phylogeography of the sea urchin *Diadema*. *Evolution* 55: 955-975.
- Lessios, H.A., J. Kane, D.R. Robertson. 2003. Phylogeography of the pantropical sea

- urchin *Tripneustes*: Contrasting patterns of population structure between oceans. *Evolution* 57: 2026-2036.
- Levins, R. 1968. *Evolution in changing environments: some theoretical explorations*. Princeton University Press, Princeton.
- Li, Y.C., A.B. Korol, T. Fahima, A. Beiles, E. Nevo. 2002. Microsatellites: genomic distribution, putative functions and mutational mechanisms: a review. *Mol. Ecol.* 11: 2453-2465.
- Lin, Y.S., Y.P. Poh, C.S. Tzeng. 2001. A phylogeny of freshwater eels inferred from mitochondrial genomes. *Mol. Phylogenet. Evol.* 20: 252-261.
- Linnaeus, C. 1758. *Systema Naturae*, 10th edn. Tom. I. L. Salvius, Stockholm.
- Lintas, C., J. Hirano, S. Archer. 1998. Genetic variation of the European eel *Anguilla anguilla*. *Mol. Mar. Biol. Biotech.* 7: 263-269.
- Maddison, D.R. and W.P. Maddison. 2000. *MacClade ver. 4*. Sinauer, Massachusetts.
- Maes, G.E. 2005. Evolutionary consequences of a catadromous life-strategy on the genetic structure of European eel (*Anguilla anguilla* L.). Doctoral dissertation of Katholieke Universiteit Leuven.
- Maes, G.E. and F.A.M. Volckaert. 2002. Clinal genetic variation and isolation by distance in the European eel *Anguilla anguilla* (L.). *Biol. J. Linn. Soc.* 77: 509-521.
- Mank, J.E. and J.C. Avise. 2003. Microsatellite variation and differentiation in North Atlantic eels. *J. Hered.* 94: 310-314.
- Martin, A.P. and S.R. Palumbi. 1993. Body size, metabolic rate, generation time, and the molecular clock. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90: 4087-4091.
- Marui, M., T. Arai, M.J. Miller, D.J. Jellyman, K. Tsukamoto. 2001. Comparison of early life history between New Zealand temperate eels and Pacific tropical eels revealed by otolith microstructure and microchemistry. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 213: 273-284.
- 馬渡峻輔. 1994. 動物分類学の論理—多様化を認識する方法. 東京大学出版会, 東京.
- 馬渡峻輔. 2001. 分類学はこれまで何をしてきたか. 12~53頁. 岩槻邦男, 馬渡峻輔編集 「バイオディバーシティ・シリーズ1 生物の多様性」第5版. 裳華房, 東京.
- Maynard-Smith, J. 1989. *Evolutionary Genetics*. Oxford University Press, New York (メイナード=スミス, J. 2000. 「進化遺伝学」巖佐庸, 原田祐子訳. 産業図書, 東京).
- Mayr, E. 1969. *Principles of Systematic Zoology*. McGraw-Hill, New York.
- マイア, E. 2002. これが生物学だ (八杉貞雄, 松田学訳). シュプリンガー・フェアラーク東京, 東京.
- Mayr, E. and P.D. Ashlock. 1991. *Principles of systematic zoology*, 2nd edn. McGraw-HILL, New York.



- McCafferty, S., E. Bermingham, B. Quenouille, S. Planes, G. Hoelzer, K. Asoh. 2002. Historical biogeography and molecular systematics of the Indo-Pacific genus *Dascyllus* (Teleostei: Pomacentridae). *Mol. Ecol.* 11: 1377-1392.
- Miller, M.J., N. Mochioka, T. Otake, K. Tsukamoto. 2002. Evidence of a spawning area of *Anguilla marmorata* in the western North Pacific. *Mar. Biol.* 140: 809-814.
- Minegishi, Y., J. Aoyama, J.G. Inoue, M. Miya, M. Nishida, K. Tsukamoto. 2005. Molecular phylogeny and evolution of the freshwater eels genus *Anguilla* based on the whole mitochondrial genome sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.* 34: 134-146.
- Miya, M. and M. Nishida. 1999. Organization of the mitochondrial genome of a deep-sea fish, *Gonostoma gracile* (Teleostei : Stomiiformes): First example of transfer RNA gene rearrangements in bony fishes. *Mar. Biotechnol.* 1: 416-426.
- Miya, M. and M. Nishida. 2000. Use of mitogenomic information in teleostean molecular phylogenetics: A tree-based exploration under the maximum-parsimony optimality criterion. *Mol. Phylogenet. Evol.* 17: 437-455.
- Moritz, C., T.E. Dowling, W.M. Brown. 1987. Evolution of Animal mitochondrial DNA: relevance for population biology and systematics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 18: 269-292.
- Morrison, W.E. and D.H. Secor. 2003. Demographic attributes of yellow-phase American eels (*Anguilla rostrata*) in the Hudson River estuary. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60: 1487-1501.
- 直海俊一郎. 2002. 生物体系学. 東京大学出版会, 東京.
- Narau, S.R., C. Contor, A. Talbot, M. S. Powell. 2004. Genetic divergence of sympatric resident and anadromous forms of *Oncorhynchus mykiss* in the Walla Walla River, U.S.A. *J. Fish Biol.* 65: 471-488.
- Nauta, M.J. and F.J. Weissing. 1996. Constraints on allele size at microsatellite loci: implications for genetic differentiation. *Genetics* 143: 1021-1032.
- Neave, F. 1944. Racial characteristics of migratory habits in *Salmo gairdneri*. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 6: 245-251.
- Nei, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89: 583-590.
- 根井正利. 1990. 分子進化遺伝学 (五条堀孝, 斉藤成也共訳, 根井正利監修, 改訂) 培風館, 東京.
- Nelson, J.S. 1994. *Fishes of the World*, 3rd edn. John Wiley & Sons, New York.
- Nielsen, R. 1997. A likelihood approach to population samples of microsatellite allele. *Genetics* 146: 711-716.

- 西田睦. 2001. 自然史研究における分子のアプローチ. 99~116頁. 松浦啓一, 宮正樹編著「魚の自然史」. 北海道大学図書刊行会, 北海道.
- 野澤謙. 2004. 動物集団の遺伝学. 名古屋大学出版会, 愛知.
- O'Brien, S.J., D.E. Wildt, D. Goldman, C.R. Merrill, M. Bush. 1983. The cheetah in depauperate in genetic-variation. *Science* 221: 459-462.
- O'Brien, S.J., M.E. Roelke, L. Marker, A. Newman, C.A. Winkler, D. Meltzer, L. Colly, J.F. Evermann, M. Bush, D.E. Wildt. 1985. Genetic-basis for species vulnerability in the cheetah. *Science* 227: 1428-1434.
- Otake, T. 2003. Metamorphosis. Pp. 61-74. In K. Aida, K. Tsukamoto, K. Yamauchi (eds.), *Eel Biology*. Springer-Verlag, Tokyo.
- Otte, D. 1994. *The Crickets of Hawaii: Origin, Systematics and Evolution*. The Orthopterists' Society, Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia.
- Pantelouris, E.M., A. Arnason, F.W. Tesch. 1971. Genetic variation in the eel. III. Comparisons of Rhode Island and icelandic populations. Implications for the Atlantic eel problem. *Mar. Biol.* 9: 242-249.
- Parsons, Y.M. and K.L. Shaw. 2001. Species boundaries and genetic diversity among Hawaiian crickets of the genus *Laupala* identified using amplified fragment length polymorphism. *Mol. Ecol.* 10: 1765-1772.
- Patterson, C. 1993. Osteichthyes: Teleostei. Pp. 621-656. In M.J. Benton (ed.), *The Fossil Record 2*. Chapman & Hall, London.
- Pettersson, J.C.E., M.M. Hansen, T. Bohlin. 2001. Does dispersal from landlocked trout explain the coexistence of resident and migratory trout females in a small stream? *J. Fish Biol.* 58: 487-495.
- Posada, D. and K.A. Crandall. 1998. Modeltest: Testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics* 14: 817-818.
- Primmer, C.R., A.P. Moller, H. Ellegren. 1996. A wide-range survey of cross-species microsatellite amplification in birds. *Mol. Ecol.* 5: 365-378.
- Pritchard, J.K., M. Stephens, P. Donnelly. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155: 945-959.
- Raymond, M. and F. Rousset. 1995. GENEPOP (Version 1.2): Population genetics software for exact tests and ecumenicism. *J. Hered.* 86: 248-249.
- Raymond, M., R.L. Väätäntö, F. Thomas, F. Rousset, T. de Meeüs, F. Renaud. 1997. Heterozygote deficiency in the mussel *Mytilus edulis* species complex revisited. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 156: 225-237.
- Rehbein, H., C.G. Sotelo, R.I. Perez-Martin, M.J. Chapela-Garrido, G.L. Hold, V.J. Russell,

- S.E. Pryde, A.T. Santos, C. Rosa, J. Quinteiro, M. Rey-Mendez. 2002. Differentiation of raw or processed eel by PCR-based techniques: restriction fragment length polymorphism analysis (RFLP) and single strand conformation polymorphism analysis (SSCP). *Eur. Food Res. Technol.* 214: 171-177.
- Robinet, T., M. Sbaithi, S. Guyet, B. Mounaix, S. Dufour, E. Feunteun. 2003a. Advanced sexual maturation before marine migration of *Anguilla bicolor bicolor* and *Anguilla marmorata* at Reunion Island. *J. Fish Biol.* 63: 538-542.
- Robinet, T., R. Lecomte-Finiger, K. Escoubeyrou, E. Feunteun. 2003b. Tropical eels *Anguilla* spp. recruiting to Reunion island in the Indian Oceans: taxonomy, patterns of recruitment and early life histories. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 259: 263-272.
- Ronquist, F.R. and J.P. Huelsenbeck. 2003. Mr Bayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics* 19: 1572-1574.
- 斉藤光雄. 1925. 鰻の呼吸に関する研究. *水産研究誌*. 20: 8-9.
- Saitou, N. and M. Nei. 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.* 4: 406-425.
- Sambrook, J. and D.W. Russel. 2001. Appendix 1: Preparation of reactions and buffers used in molecular cloning. Pp. A.1.1-A.1.30. In *Molecular cloning: a laboratory manual*, 3rd edn. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.
- Sang, T.K., H.Y. Chang, C.T. Chen, C.F. Hui. 1994. Population structure of the Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Mol. Biol. Evol.* 11: 250-260.
- 佐々治寛之. 1991. UP バイオロジー 動物分類学入門. 東京大学出版会, 東京.
- Schmidt, J. 1928. The freshwater eels of Australia with some remarks on the short-finned species of *Anguilla*. *Records of the Australian Museum* 16: 179-210.
- Schneider, S., D. Roessli, L. Excoffier. 2000. Arlequin ver. 2.000: A software for population genetics data analysis. Genetics and Biometry Laboratory, University of Geneva, Switzerland.
- Schott, F.A. and J.P. McCreary Jr. 2001. The monsoon circulation of the Indian Ocean. *Progr. Oceanogr.* 51: 1-123.
- Schrank, F. von P. 1798. *Fauna Boica. Durchgedachte Geschichte der in Baieren einheimischen und zahmen Thiere.* Nurnberg. 1: xx+720pp.
- Sezaki, K., S. Itoi, S. Watabe. 2005. A simple method to distinguish two commercially valuable eel species in Japan *Anguilla japonica* and *A. anguilla*, using polymerase chain reaction strategy with a species-specific primer. *Fish. Sci.* 71: 414-421.

- Shiao, J.C., W.N. Tzeng, A. Collins, D.J. Jellyman. 2001. Dispersal pattern of glass eel stage of *Anguilla australis* revealed by otolith growth increments. Mar. Ecol. Prog. Ser. 219: 241-250.
- Shiao, J.C., W.N. Tzeng, A. Collins, Y. Iizuka. 2002. Role of marine larval duration and growth rate of glass eels in determining the distribution of *Anguilla reinhardtii* and *A. australis* on Australian eastern coasts. Mar. Freshwater Res. 53: 687-695.
- 嶋田正和, 山村則男, 粕谷英一, 伊藤嘉昭. 2005. 動物生態学新版. 海遊舎, 東京.
- Shimoda, N., E.W. Knapik, J. Ziniti, C. Sim, E. Yamada, S. Kaplan, D. Jackson, F. de Sauvage, H. Jacob, M.C. Fishman. 1999. Zebrafish genetic map with 2000 microsatellite markers. Genomics 58: 219-232.
- Simpson, G.G. 1961. Principles of Animal Taxonomy. Columbia University Press, New York.
- 篠田章. 2004. ウナギの接岸回遊に関する生態学的研究. 東京大学博士論文.
- Slatkin, M. 1995. A measure of population subdivision based on microsatellite allele frequencies. Genetics 139: 457-462.
- Sloane, R.D. 1982. The Tasmanian eel fishery: some facts and figures. Aust. Fish. 41: 14-17.
- Sloane, R.D. 1984. Invasion and upstream migration by glass-eels of *Anguilla australis australis* Richardson and *A. reinhardtii* Steindachner in Tasmanian freshwater streams. Aust. Mar. Freshw. Res. 35: 47-59.
- Smith, P.J., P.G. Benson, C. Stanger, B.L. Chisnall, D.J. Jellyman. 2001. Genetic structure of New Zealand eels *Anguilla dieffenbachii* and *A. australis* with allozyme markers. Ecol. Freshwater Fish 10: 132-137.
- Springer, V.G. and J.T. Williams. 1990. Widely distributed Pacific plate endemics and lowered sea-level. Bull. Mar. Sci. 47: 631-640.
- Sugeha, H.Y. 2003. Life history of tropical eel *Anguilla marmorata* in the Indonesian waters. 東京大学博士論文.
- Swofford, D.L. 1998. PAUP\*: Phylogenetic Analysis Using Parsimony (\*and Other Methods). Version 4. Sinauer, Massachusetts.
- Tagliavini, J., G. Gandolfi, A. Cau, S. Salvadori, A.M. Deiana, G. Gandolfi. 1995. Mitochondrial DNA variability in *Anguilla anguilla* and phylogenetical relationships with congeneric species. Boll. Zool. 62: 147-151.
- Tagliavini, J., G. Gandolfi, A.M. Deiana, S. Salvadori. 1996. Phylogenetic relationship among two Atlantic and three Indo-Pacific *Anguilla* species (Osteichthyes, Anguillidae). Ital. J. Zool. 63: 271-276.
- Takagi, M. and N. Taniguchi. 1995. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) for

- identification of 3 species of *Anguilla*, *Anguilla japonica*, *Anguilla australis*, and *Anguilla bicolor*. Fish. Sci. 61: 884-885.
- Taniguchi, N. and K. Numachi. 1987. Genetic variation of 6-phosphogluconate dehydrogenase, isocitrate dehydrogenase, and glutamic-oxaloacetic transaminase in the liver of Japanese eel. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 44: 1351-1355.
- Teeling, E.C., O. Madsen, W.J. Murphy, M.S. Springer, S.J. O'Brien. 2003. Nuclear gene sequences confirm an ancient link between New Zealand's short-tailed bat and South American noctilionoid bats. Mol. Phylogenet. Evol. 28: 308-319.
- Thompson J.D., T.J. Gibson, F. Plewniak, F. Jeanmougin, D.G. Higgins. 1997. The CLUSTAL\_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. Nucleic Acids Res. 25: 4876-4882.
- Thorne, J.L., H. Kishino, I.S. Painter. 1998. Estimating the rate of evolution of the rate of molecular evolution. Mol. Biol. Evol. 15: 1647-1657.
- Thorne, J.L. and H. Kishino. 2002. Divergence time and evolutionary rate estimation with multilocus data. Syst. Biol. 51: 689-702.
- Todd, P.R. 1980. Size and age of migration New Zealand freshwater eels (*Anguilla* spp.). N.Z. J. Mar. Freshw. Res. 14: 283-293.
- Tong, J., Z. Wang, X. Yu, Q. Wu, K.H. Chu. 2002. Cross-species amplification in silver carp and bighead carp with microsatellite primers of common carp. Mol. Ecol. Note 2: 245-247.
- Trapnell, D.W., J.L. Hamrick, D.E. Giannasi. 2004. Genetic variation and species boundaries in Calopogon (Orchidaceae). Syst. Bot. 29: 308-315.
- Tseng, M.C., C.A. Chen, H.W. Kao, W.N. Tzeng, S.C. Lee. 2001. Polymorphisms of GA/GT microsatellite loci from *Anguilla japonica*. Mar. Biotechnol. 3: 275-280.
- Tseng, M.C., W.N. Tzeng, S.C. Lee. 2003. Historical decline in the Japanese eel *Anguilla japonica* in northern Taiwan inferred from genetic variations. Zool. Stud. 42: 556-563.
- Tseng, M.C., W.N. Tzeng, S.C. Lee. 2006. Population genetic structure of the Japanese eel *Anguilla japonica* in the northwest Pacific Ocean: evidence of non-panmictic populations. Mar. Ecol. Prog. Ser. 308: 221-230.
- Tsukamoto, K. 1992. Discovery of the spawning area for Japanese eel. Nature 356: 789-791.
- 塚本勝巳. 1994. ウナギ一回遊の成立. 42~58頁. 後藤晃, 塚本勝巳, 前川光司編「川と海を回遊する淡水魚—生活史と進化」. 東海大学出版会, 東京.

- Tsukamoto, K. 2006. Spawning of eels near a seamount. *Nature* 439: 929.
- Tsukamoto, K. and J. Aoyama. 1998. Evolution of the freshwater eels of the genus *Anguilla*: probable scenario. *Envi. Biol. Fish.* 52: 139-148.
- Tsukamoto, K., J. Aoyama, M.J. Miller. 2002. Migration, speciation, and the evolution of diadromy in anguillid eels. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 1989-1998.
- 津村義彦, 戸丸信弘. 2001. 遺伝的多様性をはかるパラメータ. 179~182頁. 種生物学会編「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, 東京.
- Valdes, A.M., M. Slatkin, N.B. Freimer. 1993. Allele frequencies at microsatellite loci: the stepwise mutation model revisited. *Genetics* 133: 737-749.
- van Ginneken, V.J.T. and G.E. Maes. 2005. The European eel (*Anguilla anguilla*, Linnaeus), its lifecycle, evolution and reproduction: a literature review. *Rev. Fish Biol. Fisheries* 15: 367-398.
- Van Valen, L. 1976. Ecological species, multispecies, and oaks. *Taxon* 25: 233-239.
- Voris, H.K. 2000. Maps of Pleistocene sea-levels in South East Asia: shorelines, riversystems, time durations. *J. Biogeogr.* 27: 1153-1167.
- Wade, M.J. and D.E. McCauley. 1988. Extinction and recolonization: their effects on the genetic differentiation of local populations. *Evolution* 42: 995-1005.
- Wahlund, S. 1928. Zusammensetzung von Populationen und Korrelationserscheinungen vom Standpunkt der Vererbungslehre aus betrachtet. *Hereditas* 11: 65-106.
- 若尾卓成, 疋田雄一, 常吉俊宏, 梶真壽, 久保田裕明, 久保田隆之. 1999. PCR-制限断片多型法を用いたウナギ種簡易 DNA 鑑定. *Nippon Suisan Gakkaishi* 65: 391-399.
- Wang, H.Y. and S.C. Lee. 2002. Secondary structure of mitochondrial 12S rRNA among fish and its phylogenetic applications. *Mol. Biol. Evol.* 19: 138-148.
- 鷲谷いずみ, 矢原徹一. 2003. 種内の遺伝的変異とメタ個体群の動態. 129~194頁. 「保全生態学入門—遺伝子から景観まで」. 文一総合出版, 東京.
- 渡邊俊. 2001a. ウナギ属魚類 (genus *Anguilla*) の分類に関する研究. 東京大学博士論文.
- 渡邊俊. 2001b. ウナギの分類学. *海洋と生物* 133: 115-122.
- Watanabe, S. 2003. Taxonomy of the freshwater eels, genus *Anguilla* Schrank, 1798. Pp. 3-18. In K. Aida, K. Tsukamoto, K. Yamauchi (eds.), *Eel Biology*. Springer-Verlag, Tokyo.
- Watanabe, S., S. Ishikawa, J. Aoyama, K. Tsukamoto. 2003. Evaluation of the population structure of *Anguilla marmorata* inferred by meristic characters. Pp. 102. In *Proceedings of PICES 12th annual meeting, Korea*.
- Watanabe, S., Y. Minegishi, T. Yoshinaga, J. Aoyama, K. Tsukamoto. 2004. A quick method for species identification of Japanese eel (*Anguilla japonica*) using

- real-time PCR: An onboard application for use during sampling surveys. *Mar. Biotechnol.* 6: 566-574.
- Watanabe, S., J. Aoyama, M. Nishida, K. Tsukamoto. 2005. Evaluation of the population structure of *Anguilla bicolor bicolor* using total number of vertebrae and the mtDNA control region. *Coastal Mar. Sci.* 29: 165-169.
- Watanabe, S., J. Aoyama, K. Tsukamoto. 2006. Confirmation of morphological differences between *Anguilla australis australis* and *A. australis schmidtii*. *N.Z. J. Mar. Freshw. Res.* 40: 325-331.
- Waters, J.M. and G.P. Wallis. 2001. Cladogenesis and loss of the marine life-history phase in freshwater galaxiid fishes (Osmeriformes: Galaxiidae). *Evolution* 55: 587-597.
- Weir, B. and C.C. Cockerham. 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution* 38: 1358-1370.
- Whitehouse, A.M. and E.H. Harley. 2001. Post-bottleneck genetic diversity of elephant populations in South Africa, revealed using microsatellite analysis. *Mol. Ecol.* 10: 2139-2149.
- Wiley, E.O. 1981. *Phylogenetics: the theory and practice of phylogenetic systematics*. John Wiley & Sons, New York.
- Williams, G.C., R.K. Koehn, J.B. Mitton. 1973. Genetic differentiation without isolation in the American eel, *Anguilla rostrata*. *Evolution* 27: 192-204.
- Wilson, A.B. 2006. Interspecies mating in sympatric species of *Syngnathus* pipefish. *Mol. Ecol.* 15: 809-824.
- Wilson, A.C., R.L. Cann, S.M. Carr, M. George, U.B. Gyllensten, K.M. Helm-Bychowski, R.G. Higuchi, S.R. Palumbi, E.M. Prager, R.D. Sage, M. Stoneking. 1985. Mitochondrial DNA and two perspectives on evolutionary genetics. *Biol. J. Linn. Soc.* 26: 375-400.
- Wilson, A.J., D. Gislason, S. Skulason, S.S. Snorrason, C.E. Adams, G. Alexander, R.G. Danzmann, M.M. Ferguson. 2004. Population genetic structure of Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* from northwest Europe on large and small spatial scales. *Mol. Ecol.* 13: 1129-1142.
- Wirth, T. and L. Bernatchez. 2001. Genetic evidence against panmixia in the European eel. *Nature* 409: 1037-1040.
- Wirth, T. and L. Bernatchez. 2003. Decline of North Atlantic eels: a fatal synergy? *Proc. R. Soc. Lond. B* 270: 681-688.
- Wood, C.C. 1995. Life-history variation and population structure in sockeye salmon. Pp. 195-216. In J.L. Nielsen (ed.), *Evolution and the Aquatic Ecosystem: Defining*

- Unique Units in Population Conservation, MD: American Fisheries Society.
- Workman, P.L. and J.D. Niswander. 1970. Population studies on southwestern Indian tribes. II. Local genetic differentiation in the Papago. Amer. J. Hum. Genet. 22: 24-49.
- Wright, S. 1931. Evolution in Mendelian populations. Genetics 16: 97-159.
- Wright, S. 1965. The interpretation of population structure by F-statistics with special regard to system of mating. Evolution 19: 395-420.
- Wright, S. 1978. Evolution and the Genetics of Population, Variability Within and Among Natural Populations. The University of Chicago Press, Chicago.
- Yamamoto, T., N. Mochioka, A. Nakazono. 2000. Occurrence of the third *Anguilla* species, *Anguilla bicolor pacifica* glass-eels, from Japan. Suisanzoshoku 48: 578-580.
- Yang, Z.B. 1994. Estimating the pattern of nucleotide substitution. J. Mol. Evol. 39: 105-111.
- 吉澤菜津子. 2006. ニホンウナギの集団構造と産卵生態に関する研究. 東京大学修士論文.
- Zhang, D.X. and G.M. Hewitt. 2003. Nuclear DNA analyses in genetic studies of populations: practice, problems and prospects. Mol. Ecol. 12: 563-584.
- Zhang, H., N. Mikawa, Y. Yamada, N. Horie, A. Okamura, T. Utoh, S. Tanaka, T. Motonobu. 1999. Foreign eel species in the natural waters of Japan detected by polymerase chain reaction of mitochondrial cytochrome *b* region. Fish. Sci. 65: 684-686.



## 付表

本研究で用いた標本の採集日時，採集地点，形態計測値，マイクロサテライト， および mtDNA データ（mtDNA DDBJ/EMBL/GenBank Accession No.）の有無 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・A.1
--

付表 本研究で用いた標本の採集日時, 採集地点, 形態計測値, マイクロサテライト, およびmtDNAデータの有無

標本番号	種名	(旧種小名)	(旧亜種名)	採集日時	地域	採集地点	形態(mm)			マイクロサテライト	mtDNA DDBJ/EMBL/GenBank Accession No.		
							全長	肛門前長	背鰭前長		16s	cyt b	制御領域
121	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1994.9.9	Indian	Madagascar	425	190	121	*	(159に同じ)	(157に同じ)	-
130	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1994.9.9	Indian	Madagascar	693	319	167	*	(97416に同じ)	(97416に同じ)	AB279264
131	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1994.9.9	Indian	Madagascar	719	327	197	*	(159に同じ)	(157に同じ)	AB279257
133	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1994.9.9	Indian	Madagascar	366	156	98	*	(159に同じ)	(157に同じ)	AB279258
134	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1994.9.9	Indian	Madagascar	364	161	97	*	(159に同じ)	(157に同じ)	AB279277
136	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1994.9.9	Indian	Madagascar	357	160	98	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	(445に同じ)
139	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1994.9.9	Indian	Madagascar	638	272	156	*	(159に同じ)	(157に同じ)	AB279269
96501	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.2	Indian	Madagascar	488	209	119	*	(159に同じ)	(157に同じ)	AB279270
96502	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.2	Indian	Madagascar	619	276	165	*	(159に同じ)	(157に同じ)	AB279278
96504	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.20	Indian	Madagascar	363	157	93	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279268
96506	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.3	Indian	Madagascar	609	274	170	*	(159に同じ)	(157に同じ)	AB279273
96532	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.14	Indian	Madagascar	530	230	130	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279275
96533	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.14	Indian	Madagascar	653	289	162	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	-
96534	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.16	Indian	Madagascar	-	-	-	*	AB278867	-	AB279259
96535	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.16	Indian	Madagascar	444	197	116	*	(159に同じ)	(157に同じ)	AB279267
96536	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.16	Indian	Madagascar	-	-	-	*	-	(157に同じ)	AB279265
96538	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.16	Indian	Madagascar	468	210	121	*	-	-	AB279256
96543	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.19	Indian	Madagascar	529	231	142	*	-	-	AB279263
96544	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.19	Indian	Madagascar	447	192	115	*	-	-	AB279266
96545	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.19	Indian	Madagascar	-	-	-	*	-	-	AB279272
96546	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.19	Indian	Madagascar	386	168	96	*	-	-	AB279260
96548	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.20	Indian	Madagascar	-	-	-	*	-	-	AB279276
96549	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.20	Indian	Madagascar	-	-	-	*	-	-	AB279261
96550	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.20	Indian	Madagascar	476	209	125	*	-	-	(96536に同じ)
96551	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.20	Indian	Madagascar	-	-	-	*	-	-	AB279271
96558	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.16	Indian	Madagascar	-	-	-	*	-	-	(530に同じ)
96559	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.16	Indian	Madagascar	-	-	-	*	-	-	(96538に同じ)
96560	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.16	Indian	Madagascar	519	221	131	*	-	-	(139に同じ)
96561	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.16	Indian	Madagascar	514	234	149	*	-	-	-
96562	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.16	Indian	Madagascar	490	221	132	*	-	-	AB279262
96563	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.16	Indian	Madagascar	678	306	187	*	-	-	-
96564	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.16	Indian	Madagascar	689	304	188	*	-	-	-
96565	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1996.12.16	Indian	Madagascar	762	348	211	*	-	-	AB279274
157	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.20	Indian	Reunion	96	36	22	*	AB278862	AB279520	AB279232
158	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.20	Indian	Reunion	150	60	36	*	(97416に同じ)	(97416に同じ)	AB279233
159	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.20	Indian	Reunion	202	82	49	*	AB278863	AB279521	AB279234
160	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.21	Indian	Reunion	123	49	29	*	AB278864	(96108に同じ)	AB279235
161	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.21	Indian	Reunion	188	76	46	*	(159に同じ)	(96108に同じ)	-
162	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.21	Indian	Reunion	267	109	63	*	(160に同じ)	(96108に同じ)	AB279236
163	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.21	Indian	Reunion	299	123	73	*	(159に同じ)	(157に同じ)	AB279237
445	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.20	Indian	Reunion	343	150	85	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279238
446	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.20	Indian	Reunion	137	56	32	*	(159に同じ)	AB279522	AB279239
447	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.20	Indian	Reunion	183	72	42	*	(97416に同じ)	AB279523	AB279240
448	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.20	Indian	Reunion	183	74	45	*	AB278865	AB279524	AB279241
449	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.20	Indian	Reunion	206	84	51	*	(159に同じ)	(157に同じ)	AB279242
450	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	208	83	48	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279243
452	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	190	75	45	*	AB278866	(157に同じ)	AB279244
453	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	210	84	49	*	-	(96106に同じ)	-
471	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	211	85	52	*	-	(157に同じ)	-
491	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	181	75	46	*	-	-	AB279246
492	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	212	87	53	*	-	-	AB279247
493	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	156	63	36	*	-	-	AB279248
529	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	248	99	58	*	-	-	AB279249
530	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	185	73	46	*	-	-	AB279250
531	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	240	96	55	*	-	-	-
532	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	167	66	48	*	-	-	-
533	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	217	84	50	*	-	-	AB279251
534	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	223	87	50	*	-	-	-
535	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	217	88	55	*	-	-	AB279252
536	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	252	108	65	*	-	-	-
537	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	258	103	60	*	-	-	AB279253
538	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2002.6.22	Indian	Reunion	247	104	62	*	-	-	-
539	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		?	Indian	Reunion	255	103	59	*	-	-	AB279254
540	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		?	Indian	Reunion	247	101	59	*	-	-	-
541	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		?	Indian	Reunion	307	127	75	*	-	-	AB279255
549	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		?	Indian	Reunion	280	120	73	*	-	-	-
550	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		?	Indian	Reunion	259	105	60	*	-	-	-
97212	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1997.3.2	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	506	225	131	*	(96132に同じ)	AB279518	AB279222
97219	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1997.3.8	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	472	207	124	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279223
97220	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1997.3.8	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	554	249	147	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279224
97222	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1997.3.9	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	869	391	240	*	(96132に同じ)	AB279519	AB279225
97223	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1997.3.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	473	209	130	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279226
97224	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1997.3.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	517	225	148	*	(96132に同じ)	-	AB279227
97225	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1997.3.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	567	253	156	*	(96132に同じ)	-	AB279228
97227	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1997.3.11	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	507	226	140	*	AB278861	(96106に同じ)	AB279229
97228	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1997.3.11	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	396	172	101	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279230
97229	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		1997.3.11	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	507	221	144	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279231
03115	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.6.13	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	303	126	81	*	AB278855	AB279509	-
03251	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	455	197	126	*	(96132に同じ)	-	-
03252	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	427	193	122	*	-	-	-
03253	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	295	122	80	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279196
03254	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	300	121	76	*	(96132に同じ)	AB279510	AB279197
03255	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	274	113	69	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279198
03256	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	406	178	111	*	AB278856	(96106に同じ)	AB279199
03257	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	445	201	130	*	(96132に同じ)	AB279511	AB279200
03258	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	504	224	144	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279201
03259	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	360	152	99	*	AB278857	-	-
03260	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	507	228	144	*	(96132に同じ)	-	AB279202
03261	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	457	212	135	*	AB278858	-	AB279203
03262	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	576	270	165	*	AB278859	-	AB279204
03263	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	425	193	117	*	(96132に同じ)	-	AB279205
03264	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	292	122	78	*	-	-	-
03265	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	311	132	84	*	-	-	AB279206
03266	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	222	91	62	*	-	-	AB279207
03267	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	252	106	65	*	-	-	AB279208
03268	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	226	90	56	*	-	-	-
03269	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	286	120	74	*	-	-	AB279209
03270	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>		2003.8.10	Indian	Indonesia, Sumatera Is.	204	82	54	*	-	-	AB279210
03271	<i>A. mauritiana</i>	<i>marmorata</i>	</										

付表 本研究で解析に供した標本の採集日時、採集地点、形態計測値、マイクロサテライト、およびmtDNAデータの有無

標本番号	種名	(旧種小名)	(旧亜種名)	採集日時	地域	採集地点	形態 (mm)			マイクロサテライト	mtDNA DDBJ/EMBL/GenBank Accession No.				
							全長	肛門前長	背鰭前長		16s	cyt b	制御領域		
485	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.7	North Pacific	Indonesia, Sulawesi Is.	353	154	94	*	-	-	AB279480	-	AB279126
486	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.7	North Pacific	Indonesia, Sulawesi Is.	425	186	119	*	-	-	-	-	AB279127
487	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.7	North Pacific	Indonesia, Sulawesi Is.	336	148	89	*	-	-	-	-	AB279128
488	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.7	North Pacific	Indonesia, Sulawesi Is.	360	158	101	*	-	-	-	-	-
489	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.7	North Pacific	Indonesia, Sulawesi Is.	503	223	148	*	-	-	-	-	AB279129
490	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.7	North Pacific	Indonesia, Sulawesi Is.	319	134	79	*	-	-	-	-	AB279130
507	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.5	North Pacific	Indonesia, Sulawesi Is.	468	213	137	*	-	-	-	-	-
528	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.7	North Pacific	Indonesia, Sulawesi Is.	393	176	107	*	-	-	-	-	AB279131
55	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1993.9.2	North Pacific	Indonesia, Sulawesi Is.	358	155	96	*	-	-	-	-	-
57	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1993.9.2	North Pacific	Indonesia, Sulawesi Is.	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279132
61	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1993.9.2	North Pacific	Indonesia, Sulawesi Is.	385	180	109	*	-	-	-	-	-
62	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1993.9.2	North Pacific	Indonesia, Sulawesi Is.	433	192	119	*	-	-	-	-	-
65	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1993.9.4	North Pacific	Indonesia, Sulawesi Is.	379	163	107	*	-	-	-	-	-
66	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1993.9.4	North Pacific	Indonesia, Sulawesi Is.	361	154	98	*	-	-	-	-	-
314	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	157	157	40	*	-	-	-	-	-
315	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	147	147	37	*	-	-	-	-	-
316	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	335	335	139	*	-	-	-	-	-
317	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	314	314	132	*	AB278825	(Taiwan9に同じ)	-	-	-
318	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	270	270	110	*	(Taiwan2に同じ)	(Taiwan9に同じ)	-	-	AB279117
319	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	210	210	90	*	(431に同じ)	-	-	-	AB279118
320	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	222	222	88	*	-	(Taiwan14に同じ)	-	-	-
321	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	199	199	80	*	-	(Taiwan1に同じ)	-	-	-
322	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	196	196	77	*	(431に同じ)	(Taiwan9に同じ)	-	-	AB279114
323	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	233	233	92	*	-	(Taiwan1に同じ)	-	-	AB279107
324	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	188	188	74	*	-	-	-	-	AB279113
325	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	226	226	92	*	-	-	-	-	AB279115
326	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	195	195	81	*	-	-	-	-	AB279108
327	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	354	354	157	*	-	-	-	-	AB279110
328	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	282	282	74	*	-	-	-	-	-
329	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	231	231	58	*	-	-	-	-	AB279116
330	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	244	244	64	*	-	-	-	-	-
331	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	250	250	64	*	-	-	-	-	-
332	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	233	233	60	*	-	-	-	-	-
333	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	253	253	68	*	-	-	-	-	AB279111
334	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	201	201	52	*	-	-	-	-	-
335	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	156	156	39	*	-	-	-	-	-
337	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	129	129	32	*	-	-	-	-	-
338	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	147	147	38	*	-	-	-	-	-
339	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	144	144	37	*	-	-	-	-	-
340	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	134	134	34	*	-	-	-	-	-
341	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	124	124	31	*	-	-	-	-	-
342	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.11	North Pacific	Philippines	86	86	23	*	-	-	-	-	-
344	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.24	North Pacific	Philippines	125	125	43	*	-	-	-	-	AB279112
345	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.24	North Pacific	Philippines	121	121	32	*	-	-	-	-	-
346	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.24	North Pacific	Philippines	118	118	28	*	-	-	-	-	-
347	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.24	North Pacific	Philippines	104	104	25	*	-	-	-	-	-
348	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1996.1.24	North Pacific	Philippines	123	123	31	*	-	-	-	-	-
Taiwan1	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	AB278818	AB279468	-	-	AB279068
Taiwan2	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	AB278819	AB279469	-	-	AB279069
Taiwan3	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	(431に同じ)	AB279470	-	-	AB279070
Taiwan4	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	(431に同じ)	AB279471	-	-	AB279071
Taiwan5	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	AB278820	AB279472	-	-	AB279072
Taiwan6	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	(WK-2に同じ)	(WK-2に同じ)	-	-	AB279073
Taiwan7	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279074
Taiwan8	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	AB278821	(KH-4に同じ)	-	-	AB279075
Taiwan9	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	AB278822	AB279473	-	-	AB279076
Taiwan10	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	AB278823	(Taiwan1に同じ)	-	-	AB279077
Taiwan11	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	AB278824	(Taiwan9に同じ)	-	-	AB279078
Taiwan12	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	AB279474	-	-	AB279079
Taiwan13	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	AB279475	-	-	AB279080
Taiwan14	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	AB279476	-	-	AB279081
Taiwan15	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	AB279477	-	-	AB279082
Taiwan16	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279083
Taiwan17	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279084
Taiwan18	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279085
Taiwan19	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279086
Taiwan20	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279087
Taiwan21	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279088
Taiwan22	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	-
Taiwan23	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	-
Taiwan24	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279089
Taiwan25	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	-
Taiwan26	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	-
Taiwan27	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	-
Taiwan28	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279090
Taiwan29	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279091
Taiwan30	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	-
Taiwan31	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279092
Taiwan32	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279093
Taiwan33	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279094
Taiwan34	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	(431に同じ)
Taiwan35	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279095
Taiwan36	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279096
Taiwan37	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279097
Taiwan38	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279098
Taiwan39	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279099
Taiwan40	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279100
Taiwan41	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279101
Taiwan42	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279102
Taiwan43	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279103
Taiwan44	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279104
Taiwan45	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279105
Taiwan46	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	AB279106
Taiwan47	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	(IH-1に同じ)
Taiwan48	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	-
Taiwan49	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	-
Taiwan50	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		?	North Pacific	Taiwan	-	-	-	*	-	-	-	-	-
IH-1	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1998.12.1	North Pacific	Japan, Ibaraki	54	21	12	*	-	-	-	-	AB279061
IH-2	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		2000.12.25	North Pacific	Japan, Ibaraki	54	20	12	*	-	-	-	-	AB279062
IH-4	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		2001.12.14	North Pacific	Japan, Ibaraki	52	20	12	*	-	-	-	-	-
IH-5	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		2001.12.14	North Pacific	Japan, Ibaraki	48	18	11	*	-	-	-	-	AB279063

付表 本研究で解析に供した標本の採集日時、採集地点、形態計測値、マイクロサテライト、およびmtDNAデータの有無

標本番号	種名	(旧種小名)	(旧亜種名)	採集日時	地域	採集地点	形態 (mm)			マイクロ		mtDNA DDBJ/EMBL/GenBank Accession No.		調節領域
							全長	虹門前長	背鰭前長	サテライト	16s	cyt b		
KH-12	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1999.12.7	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	51	19	12	*	AB278816	(KH-4に同じ)	-	
WK-1	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1998.2.28	North Pacific	Japan, Wakayama	51	20	12	*	(KH-3に同じ)	(KH-3に同じ)	AB279058	
WK-2	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1998.2.28	North Pacific	Japan, Wakayama	52	20	11	*	AB278817	(KH-3に同じ)	AB279059	
WK-3	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1998.3.28	North Pacific	Japan, Wakayama	48	18	11	*	-	-	-	
WK-4	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1998.3.28	North Pacific	Japan, Wakayama	51	19	12	*	-	-	AB279466	
WK-5	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1999.4.23	North Pacific	Japan, Wakayama	48	18	11	*	-	-	AB279467	
WK-6	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		2001.2.23	North Pacific	Japan, Wakayama	51	19	11	*	-	-	-	
98201	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		1998.6.2	Mariana	U.S.A., Guam Is.	261	109	63	*	-	(02に同じ)	(001に同じ)	-
98202	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		1998.6.2	Mariana	U.S.A., Guam Is.	469	206	116	*	-	(02に同じ)	(001に同じ)	-
98203	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		1998.6.2	Mariana	U.S.A., Guam Is.	494	216	125	*	-	(037に同じ)	(96106に同じ)	-
98204	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		1998.6.3	Mariana	U.S.A., Guam Is.	286	120	69	*	-	(96132に同じ)	(96106に同じ)	-
98205	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		1998.6.3	Mariana	U.S.A., Guam Is.	488	208	122	*	-	(029に同じ)	(001に同じ)	-
98206	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		1998.6.3	Mariana	U.S.A., Guam Is.	454	189	117	*	-	(96132に同じ)	(96106に同じ)	-
98207	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		1998.6.3	Mariana	U.S.A., Guam Is.	416	173	103	*	-	(96132に同じ)	(96106に同じ)	-
98208	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		1998.6.4	Mariana	U.S.A., Guam Is.	248	106	60	*	-	(96132に同じ)	-	-
001	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.27	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	AB279546	AB279315
002	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	AB278868	(001に同じ)	AB279316	
003	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
004	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
005	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
006	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
007	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
008	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
009	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
010	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
011	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
012	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
013	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
014	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
015	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
016	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
017	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
018	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
019	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
020	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
021	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
022	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
023	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
024	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
025	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
026	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
027	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
028	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	-	
029	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	(001に同じ)	AB279317	
030	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	(001に同じ)	AB279318	
031	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	(96127に同じ)	(96127に同じ)	AB279319	
032	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	(029に同じ)	(001に同じ)	AB279319	
033	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279320	
034	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
035	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.28	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	AB278870	-	AB279321	
036	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.29	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	(001に同じ)	-	
037	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.29	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	AB278871	(96106に同じ)	-	
038	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.29	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	(001に同じ)	(031に同じ)	
039	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.29	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	(96106に同じ)	-	
040	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.29	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	(001に同じ)	(031に同じ)	
041	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.5.2	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
042	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.6.2	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	(001に同じ)	-	
043	<i>A. marianaensis</i>	<i>marmorata</i>		2004.6.2	Mariana	U.S.A., Guam Is.	-	-	-	*	-	-	-	
241	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1995.11.17	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	455	205	133	*	-	-	AB279303	
242	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1995.11.17	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	547	241	151	*	-	-	AB279307	
243	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1995.11.17	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	552	240	148	*	-	AB279525	AB279310	
244	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1995.11.17	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	933	412	250	*	-	AB279526	AB279314	
97503	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	610	281	179	*	-	-	AB279301	
97504	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	556	238	148	*	-	AB279529	AB279297	
97507	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	487	209	127	*	-	AB279531	AB279288	
97508	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	538	240	148	*	-	(97507に同じ)	AB279281	
97509	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	561	246	146	*	-	AB279532	AB279282	
97514	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	476	208	132	*	-	-	AB279295	
97517	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	458	201	125	*	-	-	AB279313	
97518	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	460	201	125	*	-	(97504に同じ)	AB279290	
97526	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	433	197	122	*	-	-	AB279294	
97527	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	402	176	116	*	-	AB279539	AB279299	
97528	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	437	189	119	*	-	-	AB279304	
97529	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	372	164	100	*	-	AB279540	AB279305	
97530	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	402	175	109	*	-	AB279541	AB279280	
97535	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(North type)	Indonesia, Ambon Is.	310	133	81	*	-	AB279543	AB279293	
97501	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.20	(South type)	Indonesia, Ambon Is.	625	286	178	*	-	AB279527	AB279306	
97502	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(South type)	Indonesia, Ambon Is.	441	196	117	*	-	-	AB279327	
97505	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(South type)	Indonesia, Ambon Is.	484	214	127	*	-	AB279528	AB279284	
97506	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(South type)	Indonesia, Ambon Is.	465	199	119	*	-	-	AB279299	
97510	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(South type)	Indonesia, Ambon Is.	565	254	167	*	-	-	AB279300	
97512	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(South type)	Indonesia, Ambon Is.	518	213	131	*	-	-	AB279302	
97515	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(South type)	Indonesia, Ambon Is.	452	203	126	*	-	AB279534	AB279292	
97516	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(South type)	Indonesia, Ambon Is.	408	173	102	*	-	AB279535	AB279311	
97520	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(South type)	Indonesia, Ambon Is.	341	147	87	*	-	AB279536	AB279283	
97521	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(South type)	Indonesia, Ambon Is.	427	184	104	*	-	-	AB279279	
97522	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(South type)	Indonesia, Ambon Is.	432	188	113	*	-	AB279537	AB279286	
97523	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(South type)	Indonesia, Ambon Is.	364	161	98	*	-	-	AB279287	
97524	<i>A. marmorata</i>	<i>marmorata</i>		1997.12.22	(South type)	Indonesia, Ambon Is.	359	162	100	*	-	-		

付表 本研究で解析に供した標本の採集日時、採集地点、形態計測値、マイクロサテライト、およびmtDNAデータの有無

標本番号	種名	(旧種小名)	(旧亜種名)	採集日時	地域	採集地点	形態 (mm)			マイクロサテライト	mtDNA ODBJ/EMBL/GenBank Accession No.		
							全長	肛門前長	背縁前長		16s	cyt b	増殖領域
97303	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1997.6.3	South Pacific	New Caledonia	424	184	117	*	(5に同じ)	(5に同じ)	AB279174
97308	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1997.6.5	South Pacific	New Caledonia	251	106	63	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279175
97309	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1997.6.5	South Pacific	New Caledonia	293	120	72	*			AB279499
97311	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1997.6.5	South Pacific	New Caledonia	486	206	125	*	(96132に同じ)	(8に同じ)	AB279177
97312	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1997.6.6	South Pacific	New Caledonia	248	104	62	*	AB278850	AB279500	AB279178
97313	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1997.6.6	South Pacific	New Caledonia	365	155	92	*	AB278851	AB279501	AB279179
97314	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1997.6.6	South Pacific	New Caledonia	452	204	121	*	(96132に同じ)	AB279502	(20Cに同じ)
97315	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1997.6.6	South Pacific	New Caledonia	480	203	124	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	-
97316	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1997.6.6	South Pacific	New Caledonia	544	261	160	*	(96127に同じ)	(96125に同じ)	-
97317	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1997.6.6	South Pacific	New Caledonia	673	294	169	*	(96132に同じ)	(96111に同じ)	(96111に同じ)
97325	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1997.6.12	South Pacific	New Caledonia	-	-	-	*	(96132に同じ)	AB279503	-
97335	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1997.6.13	South Pacific	New Caledonia	252	111	62	*	(96132に同じ)	(96106に同じ)	AB279180
97416	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1997.11.9	South Pacific	New Caledonia	397	169	103	*	AB278852	AB279504	-
183	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1995.8.19	South Pacific	Fiji	671	305	191	*	-	(96114に同じ)	-
184	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1995.8.19	South Pacific	Fiji	554	248	147	*	-	-	-
210	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1995.8.22	South Pacific	Fiji	414	177	110	*	AB278843	(96106に同じ)	-
211	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1995.8.22	South Pacific	Fiji	433	198	120	*	AB278844	(96106に同じ)	-
212	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1995.8.22	South Pacific	Fiji	327	143	89	*	AB278845	(96114に同じ)	-
213	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1995.8.23	South Pacific	Fiji	450	196	118	*	AB278846	(5に同じ)	-
214	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1995.8.23	South Pacific	Fiji	531	228	141	*	AB278847	AB279497	-
227	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1995.8.23	South Pacific	Fiji	-	-	-	*	AB278848	(96106に同じ)	-
3	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	336	150	98	*	-	(96114に同じ)	AB279152
5	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	323	145	98	*	AB278837	AB279489	-
6	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	589	252	150	*	(96127に同じ)	(96106に同じ)	AB279153
7	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	543	238	143	*	(96132に同じ)	AB279490	AB279154
8	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	465	208	127	*	(96132に同じ)	AB279491	AB279155
10	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	383	171	105	*	(96120に同じ)	(96106に同じ)	AB279156
12	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	366	157	98	*	(96132に同じ)	-	-
14	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	378	171	101	*	(5に同じ)	(96106に同じ)	AB279157
15	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	374	165	93	*	(96127に同じ)	(96125に同じ)	AB279158
18	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	348	146	90	*	AB278838	(96106に同じ)	AB279159
19	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	305	130	83	*	(96120に同じ)	(96106に同じ)	(96106に同じ)
20	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	327	141	85	*	(96132に同じ)	AB279492	AB279161
22	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	327	142	87	*	(5に同じ)	(5に同じ)	AB279162
23	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	294	131	79	*	(4-1に同じ)	(96114に同じ)	AB279163
27	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	324	140	87	*	(96132に同じ)	AB279493	AB279164
31	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	2333	102	63	*	(96132に同じ)	AB279494	AB279165
32	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	258	112	67	*	AB278839	AB279495	AB279166
33	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	209	89	52	*	AB278840	(96106に同じ)	AB279167
35	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	229	98	52	*	(96132に同じ)	(96108に同じ)	(96116に同じ)
45	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	211	92	59	*	AB278841	(96106に同じ)	AB279168
46	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.17	South Pacific	Fiji	214	90	57	*	AB278842	(96106に同じ)	(96106に同じ)
50	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.18	South Pacific	Fiji	180	76	45	*	(4-1に同じ)	(96114に同じ)	AB279169
52	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		2005.2.18	South Pacific	Fiji	187	77	46	*	-	-	AB279170
96106	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.8	South Pacific	Tahiti Is.	423	176	107	*	-	-	AB279481
96107	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.8	South Pacific	Tahiti Is.	-	-	-	*	-	-	AB279482
96108	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.8	South Pacific	Tahiti Is.	233	99	61	*	-	-	AB279483
96109	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.8	South Pacific	Tahiti Is.	-	-	-	*	-	-	(96106に同じ)
96110	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.8	South Pacific	Tahiti Is.	128	75	46	*	-	-	-
96111	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.8	South Pacific	Tahiti Is.	287	96	64	*	-	-	AB279484
96112	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.8	South Pacific	Tahiti Is.	-	-	-	*	-	-	AB279137
96113	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.8	South Pacific	Tahiti Is.	312	132	80	*	AB278829	(96106に同じ)	(96112に同じ)
96114	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.8	South Pacific	Tahiti Is.	346	148	87	*	-	-	AB279485
96115	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.8	South Pacific	Tahiti Is.	487	209	129	*	-	-	(96114に同じ)
96116	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.11	South Pacific	Tahiti Is.	346	148	91	*	-	-	(96108に同じ)
96117	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.11	South Pacific	Tahiti Is.	496	211	126	*	-	-	AB279486
96118	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.13	South Pacific	Tahiti Is.	481	203	123	*	-	-	(96106に同じ)
96119	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.13	South Pacific	Tahiti Is.	430	183	106	*	(96113に同じ)	(96106に同じ)	(96112に同じ)
96120	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.13	South Pacific	Tahiti Is.	408	170	110	*	AB278830	(96106に同じ)	(96109に同じ)
96121	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.14	South Pacific	Tahiti Is.	748	322	188	*	(96113に同じ)	(96106に同じ)	(96112に同じ)
96122	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.14	South Pacific	Tahiti Is.	784	352	221	*	-	-	(96106に同じ)
96123	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.14	South Pacific	Tahiti Is.	534	231	151	*	-	-	(96107に同じ)
96124	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.14	South Pacific	Tahiti Is.	314	132	79	*	AB278831	(96106に同じ)	(96109に同じ)
96125	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.14	South Pacific	Tahiti Is.	268	114	68	*	AB278832	AB279488	AB279144
96127	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.14	South Pacific	Tahiti Is.	391	163	101	*	-	-	(96125に同じ)
96128	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.14	South Pacific	Tahiti Is.	375	157	92	*	(96127に同じ)	(96125に同じ)	AB279147
96129	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		1996.8.14	South Pacific	Tahiti Is.	607	261	159	*	AB278833	(96106に同じ)	AB279148
96132	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		?	South Pacific	Tahiti Is.	-	-	-	*	AB278834	(96111に同じ)	(96111に同じ)
96133	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		?	South Pacific	Tahiti Is.	-	-	-	*	AB278835	(96117に同じ)	(96117に同じ)
3-1	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		?	South Pacific	Tahiti Is.	-	-	-	*	(96132に同じ)	(96111に同じ)	AB279149
4-1	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		?	South Pacific	Tahiti Is.	-	-	-	*	AB278836	(96114に同じ)	AB279150
5-1	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		?	South Pacific	Tahiti Is.	-	-	-	*	(96127に同じ)	(96125に同じ)	AB279151
6-1	<i>A. fidiensis</i>	<i>marmorata</i>		?	South Pacific	Tahiti Is.	-	-	-	*	(96120に同じ)	(96106に同じ)	-
96547	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	1996.12.20	West-Indian	Madagascar	491	196	196	*	AB278744	-	AB279011
96557	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	1999.12.12	West-Indian	Madagascar	616	253	249	*	AB278745	-	-
125	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	1994.9.9	West-Indian	Madagascar	490	213	197	*	AB278746	(03101に同じ)	AB278990
126	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	1994.9.9	West-Indian	Madagascar	384	162	164	*	(03101に同じ)	-	AB278991
127	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	1994.9.9	West-Indian	Madagascar	445	189	175	*	(03201に同じ)	AB279430	AB278992
97513	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2002.6.26	West-Indian	Reunion	237	97	97	*	(03101に同じ)	AB279413	-
97514	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2002.6.26	West-Indian	Reunion	268	109	110	*	AB278753	(03101に同じ)	-
98412	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2002.6.22	West-Indian	Reunion	163	66	67	*	(S3に同じ)	-	AB278993
98415	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2002.6.22	West-Indian	Reunion	157	61	60	*	(03101に同じ)	AB279414	AB278994
98434	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2002.6.22	West-Indian	Reunion	335	135	135	*	AB278754	AB279415	AB278995
98439	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2002.6.24	West-Indian	Reunion	485	199	190	*	(03234に同じ)	-	AB279012
98445	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2002.6.25	West-Indian	Reunion	-	-	-	*	AB278755	AB279	

付表 本研究で解析に供した標本の採集日時、採集地点、形態計測値、マイクロサテライト、およびmtDNAデータの有無

標本番号	種名	(旧種小名)	(旧変種名)	採集日時	地域	採集地点	形態 (mm)			マイクロサテライト	mtDNA DDBJ/EMBL/GenBank Accession No.		調査機関
							全長	虹門前長	背縁前長		16s	Cyt b	
03110	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.6.13	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	285	114	111	*	AB278770	AB279387	AB278948
03111	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.6.13	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	286	122	118	*	AB278771	AB279388	AB278949
03112	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.6.13	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	299	127	127	*	AB278772	AB279389	-
03113	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.6.13	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	-	-	-	-	-	-	-
03114	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.6.13	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	-	-	-	-	-	-	-
03115	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.6.13	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	-	-	-	-	-	-	-
03116	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.6.13	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	365	150	144	*	AB278773	AB279390	-
03117	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.6.13	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	352	144	142	*	AB278774	AB279391	-
03118	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.6.13	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	-	-	-	-	-	-	-
03201	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	347	146	147	*	AB278775	AB279392	-
03202	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	309	126	121	*	AB278776	-	-
03203	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	411	168	172	*	AB278777	AB279393	AB278950
03204	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	306	125	123	*	AB278778	-	AB278951
03205	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	322	133	133	*	AB278779	AB279394	AB278952
03206	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	322	133	130	*	AB278780	AB279395	AB278953
03207	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	287	121	118	*	AB278781	AB279396	AB278954
03208	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	327	130	132	*	(0310に同じ)	-	-
03209	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	308	127	125	*	AB278782	AB279397	AB278955
03210	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	326	134	136	*	(0310に同じ)	-	AB278956
03211	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	341	137	143	*	(0310に同じ)	(03208に同じ)	-
03212	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	297	120	122	*	AB278783	-	AB278958
03213	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	304	125	125	*	AB278784	-	AB278959
03214	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	297	125	124	*	(0310に同じ)	-	AB278960
03215	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	369	151	154	*	AB278785	-	-
03216	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	303	125	123	*	AB278786	-	AB278961
03217	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	315	126	130	*	(0320に同じ)	-	AB278962
03218	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	256	105	110	*	AB278787	-	AB278963
03219	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	326	136	135	*	(0310に同じ)	AB279398	AB278964
03220	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	325	133	140	*	AB278788	AB279399	AB278965
03221	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	342	145	144	*	(0310に同じ)	-	AB278966
03222	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	352	142	146	*	AB278789	AB279400	AB278967
03223	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	327	133	130	*	(0310に同じ)	(0312に同じ)	AB278968
03224	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	366	150	151	*	AB278790	(0310に同じ)	AB278969
03225	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	301	118	119	*	AB278791	AB279401	AB278970
03226	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	340	139	141	*	(0310に同じ)	AB279402	AB278971
03227	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	363	150	146	*	(0310に同じ)	(0310に同じ)	AB278972
03228	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	368	148	150	*	(0310に同じ)	(0312に同じ)	-
03229	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	331	137	129	*	AB278792	AB279403	AB278973
03230	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	279	115	113	*	AB278793	-	-
03231	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	333	134	134	*	AB278794	(0312に同じ)	-
03232	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.5	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	323	126	127	*	AB278795	-	-
03233	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	323	137	128	*	(0310に同じ)	-	AB278974
03234	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	352	158	158	*	AB278796	AB279404	-
03235	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	408	168	164	*	AB278797	-	-
03236	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	357	150	152	*	AB278798	AB279405	AB278975
03237	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	250	100	97	*	-	-	AB278976
03238	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	326	139	137	*	AB278799	AB279406	AB278977
03239	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	362	154	158	*	(0310に同じ)	-	-
03240	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	279	114	116	*	(0320に同じ)	-	AB278978
03241	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	318	133	137	*	(0310に同じ)	(0312に同じ)	AB278979
03242	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	266	110	112	*	AB278800	-	AB278980
03243	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	283	119	117	*	(03215に同じ)	-	-
03244	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	247	98	100	*	(0310に同じ)	-	-
03245	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	241	102	100	*	(0310に同じ)	-	AB278981
03246	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	239	97	84	*	(0320に同じ)	-	AB278982
03247	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	226	90	88	*	(0323に同じ)	-	AB278983
03248	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	244	100	102	*	AB278801	-	-
03249	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	210	83	82	*	AB278802	-	-
03250	<i>A. bicolor</i>	<i>bicolor</i>	<i>bicolor</i>	2003.8.7	East-Indian	Indonesia, Sumatera Is.	195	80	81	*	(0310に同じ)	-	-
2000101	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	609	257	263	*	AB278725	AB279356	AB279013
2000102	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	558	226	233	*	(2000101に同じ)	AB279357	AB279014
2000103	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	553	224	250	*	-	AB279358	AB279015
2000104	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	656	259	246	*	AB278726	AB279359	-
2000105	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	570	235	231	*	AB278727	AB279360	AB279016
2000106	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	481	202	193	*	AB278728	AB279361	-
2000107	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	521	221	222	*	AB278729	AB279362	-
2000108	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	511	206	210	*	(2000107に同じ)	AB279363	AB279017
2000109	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	447	185	200	*	(2000107に同じ)	AB279364	-
2000110	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	506	213	228	*	AB278730	-	AB279018
2000111	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	487	203	195	*	AB278731	(2000109に同じ)	-
2000112	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	527	225	223	*	AB278732	AB279365	AB279019
2000113	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	549	217	214	*	AB278733	AB279366	AB279020
2000114	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	573	233	237	*	AB278734	AB279367	-
2000115	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	516	204	207	*	AB278735	(2000109に同じ)	AB279021
2000116	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	466	187	189	*	AB278736	-	AB279022
2000117	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	594	245	252	*	(2000114に同じ)	(2000113に同じ)	AB279023
2000118	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	514	209	208	*	(2000107に同じ)	AB279368	AB279024
2000119	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	575	231	230	*	(2000107に同じ)	AB279369	AB279025
2000120	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	541	228	230	*	(2000107に同じ)	AB279370	AB279026
2000121	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	542	224	230	*	-	AB279371	AB279027
2000122	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	507	213	206	*	AB278737	AB279372	-
2000123	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	550	224	235	*	(2000107に同じ)	AB279373	AB279028
2000124	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	-	-	-	*	AB278738	(2000113に同じ)	AB279029
2000125	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	516	217	219	*	-	AB279374	-
2000126	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	527	217	228	*	AB278739	(2000109に同じ)	-
2000127	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	572	234	235	*	AB278740	AB279375	-
2000128	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	597	249	241	*	AB278741	AB279376	AB279030
2000129	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	519	241	248	*	-	AB279377	AB279031
2000130	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	653	267	276	*	AB278742	AB279378	-
98401	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	635	268	270	*	-	-	-
98402	<i>A. pacifica</i>	<i>bicolor</i>	<i>pacifica</i>	?	Pacific	Philippines, Cebu Is.	538	229	230	*	AB278743	-	-
98403	<i>A. pacifica</i>												

付表 本研究で解析に供した標本の採集日時、採集地点、形態計測値、マイクロサテライト、およびmtDNAデータの有無

標本番号	種名	(旧種小名)	(旧種名)	採集日時	地域	採集地点	形態(mm)			マイクロサテライト	mtDNA DDBJ/EMBL/GenBank Accession No.		
							全長	肛門前長	背鰭前長		16s	cyt b	調節領域
99808	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	474	202	186	*	(98139に同じ)	AB279332	AB278899
99809	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	375	157	147	*	(98139に同じ)	AB279331	AB278916
99810	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	440	186	171	*	AB278722		AB278915
99811	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	635	275	255	*	AB278718	AB279339	AB278914
99812	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	531	228	212	*	AB278717	(96226に同じ)	AB278913
99813	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	562	234	224	*	AB278716	(96231に同じ)	AB278912
99814	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	530	229	210	*	AB278715	(96228に同じ)	AB278911
99815	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	427	182	175	*	(98139に同じ)	(96228に同じ)	AB278910
99816	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	486	205	188	*	(98139に同じ)	(96231に同じ)	AB278909
99817	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	467	198	192	*	AB278720	(96229に同じ)	AB278908
99818	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	459	194	175	*	(98139に同じ)	(96228に同じ)	AB278907
99819	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	393	161	150	*	AB278721	AB279338	AB278906
99820	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	398	164	153	*	-	AB279337	AB278905
99821	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	340	141	138	*	AB278719	AB279336	-
99822	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	362	154	143	*	(98147に同じ)	(99805に同じ)	AB278904
99823	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	349	146	133	*	(98150に同じ)	(99807に同じ)	AB278903
99824	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1999.8.2	East-Tasman	New Zealand, Christchurch	311	131	121	*	-	AB279335	AB278902
96203	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.5	East-Tasman	New Zealand, Upper hut	-	-	-	*	(98147に同じ)	AB279328	AB278901
96204	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.5	East-Tasman	New Zealand, Upper hut	-	-	-	*	AB278707	AB279328	AB278898
96205	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.5	East-Tasman	New Zealand, Upper hut	-	-	-	*	(98139に同じ)	-	-
96206	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.5	East-Tasman	New Zealand, Upper hut	-	-	-	*	(98139に同じ)	(96226に同じ)	-
96207	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.5	East-Tasman	New Zealand, Upper hut	-	-	-	*	-	-	-
96208	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.5	East-Tasman	New Zealand, Upper hut	-	-	-	*	-	-	-
96209	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.5	East-Tasman	New Zealand, Upper hut	-	-	-	*	(98139に同じ)	(96228に同じ)	AB278898
96210	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.5	East-Tasman	New Zealand, Upper hut	-	-	-	*	(98139に同じ)	AB278326	-
96211	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.5	East-Tasman	New Zealand, Upper hut	-	-	-	*	AB278714	-	-
96212	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.5	East-Tasman	New Zealand, Upper hut	-	-	-	*	-	-	-
96213	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.5	East-Tasman	New Zealand, Upper hut	-	-	-	*	-	-	-
96214	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.5	East-Tasman	New Zealand, Upper hut	518	212	195	*	-	-	-
96215	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.5	East-Tasman	New Zealand, Upper hut	586	253	232	*	-	-	-
96216	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.11	East-Tasman	New Zealand, Auckland	474	205	191	*	-	-	-
96217	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.11	East-Tasman	New Zealand, Auckland	521	227	212	*	-	-	-
96218	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.11	East-Tasman	New Zealand, Auckland	419	191	180	*	AB278713	(96228に同じ)	AB278897
96219	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.11	East-Tasman	New Zealand, Auckland	431	194	171	*	AB278712	AB279327	AB278896
96220	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.11	East-Tasman	New Zealand, Auckland	440	192	180	*	AB278711	(96226に同じ)	AB278895
96221	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.11	East-Tasman	New Zealand, Auckland	476	196	189	*	AB278710	AB279323	-
96222	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.11	East-Tasman	New Zealand, Auckland	431	196	189	*	(98139に同じ)	AB279322	AB278894
96223	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.11	East-Tasman	New Zealand, Auckland	395	174	166	*	-	-	-
96224	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.11	East-Tasman	New Zealand, Auckland	338	152	144	*	(98139に同じ)	AB279325	AB278893
96225	<i>A. schmidti</i>	<i>australis</i>	<i>schmidti</i>	1996.9.11	East-Tasman	New Zealand, Auckland	349	149	137	*	AB278708	AB279324	-
TT-1	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	-	-
TT-2	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	-	-
TT-3	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	-	-
TT-4	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	(2-3に同じ)	-
TT-5	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	-	-
TT-6	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	-	-
TT-7	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	-	-
TT-8	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	-	-
TT-9	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	-	-
TT-10	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	-	-
TT-11	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	(2-1に同じ)	-	-
TT-12	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	AB278879	-	-
TT-13	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	AB278880	-	-
TT-14	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	AB278881	-	AB279053
TT-15	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	AB278882	-	-
TT-16	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	-	-
TT-17	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	AB278883	-	-
TT-18	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	-	AB279054
TT-19	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	-	-
TT-20	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	-	-
TT-21	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	(2-1に同じ)	-	-
TT-22	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	(2-1に同じ)	-	-
TT-23	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	(2-1に同じ)	-	-
TT-24	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.11.19	North Pacific	Taiwan	-	-	-	-	-	-	-
2-1	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	AB278872	AB279431	-
2-2	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	AB278873	-	-
2-3	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	AB278874	AB279432	AB279032
2-4	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	(2-1に同じ)	AB279433	-
2-5	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	AB278875	AB279434	AB279033
2-6	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	(2-1に同じ)	AB279435	AB279034
2-7	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	(2-1に同じ)	(2-3に同じ)	AB279035
2-8	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	(2-1に同じ)	AB279436	AB279036
2-9	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	(2-1に同じ)	AB279437	AB279037
2-10	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	(2-1に同じ)	(2-8に同じ)	AB279038
2-11	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	(2-1に同じ)	-	-
2-12	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	-	-	-
2-13	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	AB279438	-	AB279039
2-14	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	(2-8に同じ)	(2-8に同じ)	AB279040
2-15	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	(2-1に同じ)	AB279439	AB279041
2-16	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	(2-1に同じ)	(2-8に同じ)	AB279042
1-17	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	(2-1に同じ)	(2-12に同じ)	AB279043
1-18	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	(2-8に同じ)	-	-
1-19	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	(2-1に同じ)	-	-
1-20	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	-	(2-12に同じ)	AB279044
1-21	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	-	(2-3に同じ)	-
1-22	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	-	(2-12に同じ)	-
1-23	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	AB279441	-	-
1-26	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	?	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	AB278878	(2-8に同じ)	-
IH-1	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.12.1	North Pacific	Japan, Tanegashima Is.	-	-	-	-	-	-	AB279045
IH-2	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.12.1	North Pacific	Japan, Ibaraki	-	-	-	-	(2-1に同じ)	AB279442	-
IH-3	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.12.1	North Pacific	Japan, Ibaraki	-	-	-	-	AB278884	(2-3に同じ)	-
IH-4	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.12.1	North Pacific	Japan, Ibaraki	-	-	-	-	-	AB279443	(2-13に同じ)
IH-5	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.12.1	North Pacific	Japan, Ibaraki	-	-	-	-	(2-1に同じ)	AB279444	-
IH-6	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.12.1	North Pacific	Japan, Ibaraki	-	-	-	-	-	(2-3に同じ)	-
IH-7	<i>A. japonica</i>	<i>japonica</i>	<i>schmidti</i>	1998.12.1	North Pacific	Japan, Ibaraki	-	-	-	-	AB279445	-	-
IH-8	<i>A. japonica</i>	<i>j</i>											