

水産資源管理談話会報

第 31 号

日本鯨類研究所 資源管理研究センター

2003年 6月

翻訳・公表希望者は以下の手続きとり、著者の許可を得た上で翻訳・公表する。

1. 翻訳・公表希望者は文章（FAX、手紙）で著者、表題および会報の号を明記し、資源管理談話会事務局を通じて要請し、著者の許可を得て翻訳・公表する。
2. 翻訳公表物を資源管理談話会事務局に送付する。

目次

お知らせ	2
系統群あれこれ	中坊 徹次 3
遺伝距離と系統推定	斉藤 憲治 23
まぐろ・かじき類の系群判別	張 成年 29

財団法人 日本鯨類研究所
資源管理研究センター

〒104-0055 東京都中央区豊海町 4-5 豊海振興ビル

TEL 03-3536-6521

FAX 03-3536-6522

系群あれこれ

—水産資源学における種内個体群—

中坊徹次

(京都大学総合博物館)

1. はじめに

水産資源となる対象種は個体数変動をする。水産資源の管理をするためには個体数変動をする単位を知らなくてはならない。その変動単位としてしばしば種内の個体群が対象とされている。日本列島周辺で水産資源の対象となる種は個体数も少なくなく、広く分布している。これらは種内に特徴的な個体群をもっていると考えられ、それぞれが管理の単位として扱われているのである。これらの種内個体群は「系群」とよばれることが多く、「水産学用語辞典」(日本水産学会編、2001)や「我が国周辺水域の漁業資源評価(魚種別系群別資源評価)」(水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター、2001)でも、「系群」という用語で呼ばれている。しかし、系群に対する認識は人によって様々であり、同じ種で昔と今で分けかたが異なっている場合もある。さらに、系群とほとんど同じ意味で「系統群」、「種族」や「集団」という用語もつかわれている。本報告では、この混乱を整理し、水産資源管理の基本単位としての系群を再考してみたい。

2. 系群という用語の混乱

2-1. 久保(1951)の定義と当時の状況

系群は久保伊津男(1951)の造語である。久保は「水産資源の単位体は(II)に於てのべた如く生物学上の単一種に属する個体の群団である。—中略—しかし自然界においてはこの群団においても形態的にも、また多くの場合生態的にも全く均一なものではなく、その中にさらにいくつかの小群団が認められる場合がまれでない。かように単位資源群中において形態的にないしは形態的及び生態的に分離された小群団を系群を規定する。」とし、系群の例として「北海道のサケにおける秋鮭、時不知、白鮭、また同じサケでも新潟県三面川におけるブチとギラ(久保、1938、1939)、北海道根室近海産タラの根鱈、沖鱈(松

原、1938、1939)、その他次章にあげた多くの例はそれぞれの資源群内における系群である。」と述べている。

さらに、「系群は種族(片山、1935;相川、1941)、系統群(川上、1933)等と呼ばれている。種族なる語は生物分類学上の亜種、品種等の語と同義語的な錯覚を起こさせるような響きをもつので一応この語をさけることにする。生物分類学上の亜種や品種の概念内容は現在の水産資源学上の種族、系統群等の概念内容とはなお異なるものがあるようである。生物分類学上の亜種や品種の範疇形質は遺伝的形質であることを必要とする。しかるに水産資源学上従来使用された種族、系統群等の標徴形質には遺伝的に固定された形質ではなく多くは単に誘発変異に因る変異や変形、あるいは地理的環境要因によって誘発される地方型即ち Phynotype (註、この用語は久保・吉原、1957 では phenotype と改められている) に過ぎないようである。」として、「分類学的に亜種や品種が確定されている場合はそれ以下において、少なくとも形態的に、生態的に、時に漁況学的に識別しうるものであれば一応これを異系群として取扱うものである。その故はかような取扱いが水産資源学において、また実際面において好都合の場合が多いからである。」と述べている。

久保(1951)は種内で、遺伝的に固定されている個体群を分類学で亜種や品種として扱い、それより小さく遺伝的に固定されていない個体群を水産資源学で「系群」と呼び資源研究の単位にしようという提案をしたのである。

2-2. 種族、系統群そしてストック(stock)―久保(1951)以前

1930年代に漁業対象種の種内個体群について多くの研究がなされており、久保が指摘しているように、種族、系統群、ストック等と呼ばれていた。以下でそれらを見てみよう。

川上(1933)は北海道産サケについて「本道産さけハ太平洋系並ニ日本海系ノニ大系統群ニ大別スルヲ得可ク更ニ日本海系群ヲニ亜系ニ區分シ得ルガ如キモ果シテ本道並ニ他ノ廣範圍ニ亘リテ材料蒐集ノ結果ニ徴シテ此傾向有リトセバ又斯系統ノ決定上頗ル重要ナル資料ナリト信ズ」として、種内個体群を「系統群」とし、地方名で限定するときは「日本海系群」という表現をしている。

これを受けて、片山(1935)は日本海系の二亜系をさらに研究して「要するに此等系統は明かに異なる種族に属すべきものである」と表現して、系統群より小さい個体群を「種族」という用語で表現している。

「系統群」という用語は、当時よく使われている。たとえば、海老名は瀬戸内海のマダイについて三つの論文を発表している。第一報(1937)と第二報(1938)の主題は「真鯛の系統に関する研究」で、第三報(1940)のそれは「真鯛群の系統的研究」である。海老名は第一報では「マダヒ群の系統的研究、同

一系統群の回游移動、地方的変異、其他生活史等に関する研究に就ては未だ十分に明らかにされては居らない」、第三報で「真鯛群の性質、系統的關係を知らんがために、其成長度を調査してみた」とのべ、第三報までに宮崎産、大分県佐賀関産、広島産、愛媛県燧灘産、明石産、紀伊水道産のものについて、それぞれの成長度の相違を確認した。これら一連の論文のなかでは「広島群」や「明石群」という表現がでてくるが、「広島系統群」も「明石系統群」もでてこない。

相川（1949）は「生物學的には同一の「種」又は「亜種」と認むべき一團の生物も、尚形態的に若干の差違ある群衆に分け得る例が少くない。相異なる群衆の間では群衆生理學的乃至群衆生態學反應性も同一ではない。斯かる場合には同一種内で群衆生理學的、群衆生態學的及び形態學的に類似した群衆の一團を「種族」とし、他の群衆の一團と區別する。種が総て單一の種族で構成される場合もあれば、十數個の種族より成る場合もある。（註；相川の群衆はすべて個体群と読みかえられる）」として、ベニマスに対して「カムサッカ東岸種族」や「カムサッカ西岸種族」という使い方をした。

一方、久保（1938、1939）は「新潟縣村上町外三面川に遡河する鮭にブチ及びギラと俗稱される 2 ストックの存する」と述べて、上記の系統群や種族とはほとんど同じニュアンスで「ストック」という用語をもちいている。この当時、久保の意味でのストックは他とは異なっている。たとえば、前述した海老名（1937, 1938, 1940）の論文の共通した題目は「真鯛の系統に関する研究」で英文で「On the stock of the teleost, *Pagrosomus major* (T. et S.)」となっている。そして、「明石群」に相当するものに対して英文要旨には「a rather compact group」と表記している。ある程度、包括的に stock を用いており、久保のブチとギラに対してのストックと意味あいが異なっている。

さて、系統群、種族そしてストックと 3 種類の用語はシノニム（同義語）になったり、あるいは相互に包含関係をもったりしてきたことがわかる。系統群の場合は単に「何々群」あるいは「何々系群」と海域名を冠してして使われていたのである。以上から、研究者が水産資源の変動単位としての種内個体群を表現しようとして、かなりの努力を払っていたことがよく理解できる。

2-3. 系群と系統群はシノニム

系群という用語を久保（1951）が提案したのは、以上のような用語の乱立の解消が理由のひとつであったかもしれない。しかし、久保は種族という用語をさける理由をしるしたが、「系統群」については何も言及せず、同じ意味で系群を提唱しているのである。久保（1951）「水産資源学」は東京水産大学の講義に用いられた謄写刷の印刷物である。これは改稿され 1957 年に久保・吉原

著「水産資源学」として共立出版から刊行された。この本は初版が6月15日で、同じ年の8月1日に再版されている。そして1968年1月15日に7刷になっている。かなり普及したことは間違いない。さらに、1969年12月15日に「水産資源学改訂版」として装いも新たに出版され、その後もしばらく版を重ねている。

久保(1951)の提案のあとも、種族や系統群が使われていた。日本水産学会誌で「系群」という用語が初めて使用されたのは1962年の畔田・落合「若狭湾産マアジの系群に関する研究」である。この時から後も、1985年までに種族が3回(英文でraceとされたものも含む)、系統群が7回、系群は4回使用されていた。混乱は解消していないのである。青山編(1980)「底魚資源」、川崎(1982)「浮魚資源」といった包括的な書物でも「系統群」が用いられている。しかし、「水産学文献検索資料」(日本水産学会編、1982)、「水産学文献検索資料増補版-I」(日本水産学会編、1986)では、1985年までに日本水産学会誌において発表された種以下の個体群に関する論文は総て「系群」というキーワードでまとめられている。さらに「水産学用語辞典」(日本水産学会編、2001)でも「系群」しか採用されていない。

ところが、系群と系統群は混乱を続けていく。小川(1991)は「例えば、言葉として“系群”と“系統群”とは厳密に使い分けるべきものではなかったのか?といった至極素朴な疑問が改めてムラムラと湧いてきたりするなど……。実際に振り返ってみて自分自身がこれまで“系群”と“系統群”とを区別せずに同じ意味に使ってきています。そしてこのことは多くの水産研究者に共通しています。」と述べている。これに対して、赤嶺(1992)は「現在の一般的な定義では系群は subpopulation と訳されているメンデル集団で、個体群(population)を構成している下位集団です。したがって、ある程度遺伝的にまとまった集団であり、そうでない集団は系群と呼ぶべきではありません。一方、系統群は系統分類学と関係していて、本来は系群と全く異なる言葉です。しかし、実際には両者は混同して使われています。本来は全く別の意味だったものが、遺伝的な立場からみて同じような意味になってしまったためです。」としている。

小川(1991)に素朴な“疑問”を抱かせたように系群と系統群は言葉として微妙なニュアンスの差を与えることがある。赤嶺(1992)の系統群についての理解がまったくの誤解であることは、上記した論文での使われ方から明らかである。系統分類学には単系統群や側系統群という用語があるが、これらは水産資源学における系統群とは意味が全く異なっている。また、水稻品種を交雑させたものに「系統群」という用語を使用している。例えば「コシヒカリとアキヒカリの雑種第一代に由来する半数体倍加系統群」(田中他、1998)のように

である。これも、水産資源学の系統群とは全く異なっている。系統群は系統分類学とはなんの関係もなく、また遺伝的な立場から系群と同じような意味になってしまったものでもない。

系群は久保（1951）による系統群の言い替えであり、シノニム（同義語）である。小川（1991）の素朴な疑問も、赤嶺（1992）の誤解も「系統」という言葉に惑わされた結果である。久保（1961）の「水産資源各論」では、ある魚種について「魚群系統」というような項目があげられ、そのなかで、「太平洋系群、日本海系群」という使われ方をしている。さらに、マイワシのところでは久保（1961）は「この形質は魚群系統（系群）の標徴として用いられ、マイワシでは脊椎骨数とその標徴として採用されている。」としている。これを見ても、水産資源学での「系統」の意味があきらかである。系群と系統群は水産資源学ではシノニムなのである。白井（2000）は説明なしに「系群は系統群の省略形である。」と記しているが、そのようにも推論できる。とにかく系群は系統群のシノニムであり、出版物から推し量れば日本水産学会では系群を認知していると考えられる。

3. 系群と呼ばれる種内個体群の混乱

3-1. 種と亜種

久保（1951）や岡崎（1994）は系群は種内の亜種以下の個体群としている。種と亜種、これらは分類学が対象とする分類群で、国際動物命名規約（ICZN, 1999）でしぼられた学名をもつ個体群である。系群は亜種以下ということであり、分類学が対象としない個体群である。久保（1951）や岡崎（1994）の意味する系群は、そういう個体群である。そうすると、系群がどういうものを把握するためには、種や亜種がどういう個体群かを問わなければならない。分類学者の種と亜種に対する考えは日本では1970年代の前と後では変わっている。しかし、水産資源学は実践で種や亜種を用いなければならない。久保（1951）と岡崎（1994）はそれぞれどのような個体群を種や亜種と考えていたのか。久保と岡崎で、種や亜種に対する考えが異なれば、系群もそれにひきずられて異なることになる。そこから考えなければならない。系群の混乱に種や亜種にたいする考え方が、どれだけ影響しているのか、それから検討しなければならない。

まず久保（1951）である。1950年代では種にたいする考えは戦前とあまり変わらなかったと思われる。田中茂穂（1933）は「種類と云ふことは現在生きて居る魚類では案外確固たるもので、進化論で普通に云ふように不確實のものではないようである。従って種別を定むることは十分に智力及び経験の豊富な分類学者ならば殆ど間違なく出来るやうに私は感ずる。形態学者や遺傳学者は自

自然界に現はれて居る種類と云ふことを案外粗末に扱うやうであるが、魚類の分類学などでは餘程割合に明瞭に種類を云ふものを見ることが出来ると思ふ。

(註；種類とは種の意味で使われている)」と述べ、さらに田中(1934)は「種別標準の最も依頼している點は個體變化ではなく遺傳現象である。」と述べ、種が遺傳に関係していることを認識していた。そして、徳田御稔(1941)は「分類学上の最小の單位は変種であるが、変種は種への進化過程にあるものであり、小さい種である。即ち、原種との形態的相違が最も輕微な時に之を変種とし、それより稍著しい時には亜種とする。種と種、属と属等、上の階級のもの程相互の相違の程度が甚しい事は当然である。然し如何に下級の單位でも、之を分類学的に認めるからには、該單位の特徴とする形態が、相当安定なものでなければならない。即ち特徴は、環境の變化によって容易に失われる如きものであってはならない。又、特徴が相当多数の個体に普遍的に認められる事を必須の条件とする。」と述べている。

田中茂穂は魚類分類学者で、徳田御稔は小型哺乳類分類学者であった。両氏の説明は菌切れがわるく、わかりにくい。しかし、種は遺傳的な裏付けのある、かなり固定的な特徴をもっている、ということをも両氏は主張している。亜種については田中(1933、1934)は適用にかんして積極的ではなかった。むしろ、進化論を意識した徳田(1941)の相違の程度に基づいた亜種の方が、当時としては一般的であったと思われる。久保(1951)が思っていた種と亜種はこのようのものであったらう。久保伊津男はエビ類について分類学の大きな英文論文(Kubo, 1949)をかいている。彼は分類学者でもあったのである。

現在では一般的に種は生物学的種概念(Mayr, 1942)で把握されている。異種間には生殖的隔離が存在する。異種間の個体が交雑したとし、子供が産まれたとする。その子供である交雑個体には生殖能力がないのである。これが生殖的隔離であり、このような隔離をもった複数の個体群を互いに別種として認識しているのである。亜種はかなり固定的な地理的変異であり、異亜種間には斑紋や形態で、かなり明瞭な相異がみられる。しかし、同種内の異亜種間には生殖的隔離がない。生殖的隔離の有無をもって種の区別が論じられる。これが生物学的種概念である。岡崎(1994)の種や亜種にたいする考えも、このようであらう。

生物学的種概念が日本で論じられて、普及してきたのは1970年代からである。このころ、種概念がよく議論の対象になった。現在でも、進化学で種は議論され続けている。種は「ある」とか「ない」という議論がされている。しかし、議論がされているにもかかわらず、ふたつの個体群が互いに別種であるということを示すためには、必ず生物学的種概念が意識されている。たとえば、メバルの色彩3型であるが、これらはMatsubara(1935)によって同種にされてい

たが、最近の研究(Kai and Nakabo, 2002; Kai, Nakayama and Nakabo, 2002)で互いに別種であることが示された。形態と遺伝子を解析した結果であるが、研究材料としてメバル 3 型の標本をわざわざ同所的に限定して採集して比較検討している。これは、地理的に同じところから採集したものを調べて形態や遺伝子に相違ができれば、比較したものの間に生殖的隔離が存在していることが確実に想定できるからである。

ところが、生物学的種概念は万能ではない。たとえば、カモメの周北極的輪状種の例がある。セグロカモメに 4 亜種、コセグロカモメに 3 亜種が認められ、これら 2 種の 7 亜種は北半球に広く輪状に分布している。これらは 2 種 7 亜種となっているが、同種内の亜種間にはもちろんのこと、セグロカモメとコセグロカモメで分布が隣り合う亜種間に生殖的隔離がないのである (Patterson, 1978)。本来ならば 2 種 7 亜種は 1 種 7 亜種にされるべきなのだが、イギリスならびに北欧にはセグロカモメとコセグロカモメのそれぞれの 1 亜種が同所的に分布し、両者は生殖しないのである。つまり、この地域から出発して西回りに亜種をたどっていくと、相互にどの亜種間にも生殖的隔離がなく、もとの地域に戻って重なり合うもの同士だけに生殖的隔離が存在するのである。便宜的に 2 種 7 亜種に分けられているのはこういう状況によっている。種が操作的に扱われている一例である。

白井 (2000) は「生物の存在の仕方は実に様々である。先人達は、その中に自然の単位としての「種」というカテゴリーを見出したが、その後の生物学の発展の中で、「種」概念には自然を説明する力がなくなり、今やその存在意義すら問われるにいたっている。」としているのは、生物学的種概念をも含めた種概念への失望を表明していると思われる。しかし、種は分類学の基本単位である。分類学は生物界の多様性を表現するひとつの有力な表現方法である。どういうものに種というラベルを貼れば多様性表現の混乱を最小限におさえられるか。種が担っている役割はこれに尽きるとと思われる。そして、種という整理箱を設定しなければ、いったい何をもって生物多様性を表現するのか。現在のところ、生物学的種概念は種と種の間を切る缺の役割を担っており、種を扱うのにこれにかわるものがないのである。

さて、生物学的種概念の前と後、つまり戦前から戦後、1970 年代までと、それ以降では「種」はかわったのか。つまり、水産資源学者のあたまにある「種」はかわったのか。あまり、変わっていないようである。現在でも、生物学的種概念を知らない水産資源学者がいるのである。かなり安定的な形態的特徴（他と比較して）を示している個体群を「種」と思い、それを基準に水産資源のストック量（田内、1951）を考えてきたようである。

「亜種」についても、かわりがないようである。当時、海産の漁業対象種で

亜種に分けられているものは大変少なかった。しかし、キアマダイとアカアマダイの例をあげてみよう。これらは *Branchiostegus japonicus* の 2 亜種にされていた（松原、1955）が、現在では前者が *Branchiostegus auratus*、後者が *Branchiostegus japonicus* と別種として扱われている（Nakabo ed., 2002）。昔と今とで変わっているのは亜種か種かという与えられた分類階級だけであり、個体群の内容は変化していない。

つまり、系群の母体が種であっても、亜種であっても資源学者の対象としている個体群に大差はなかったようである。生物学的種概念というもので把握すべき亜種は海産の漁業対象種でみるかぎり、日本近海では該当するものは見あたらない。トビウオ類でいくつか亜種表記されているが、日本近海で同じ種に属する複数の亜種に相当するものはない。そうすると、系群にとって、久保（1951）の種や亜種と岡崎（1994）のそれらとは、本質的にかわりはないということになる。

いろいろと論じて、いささかまわりくどかったと思う。しかし、昔も今も水産資源学者のあたまにある種や亜種とはどういうものであるか、これをはっきりとさせておきたかったのである。白井（2000）は「ある集団が示す特徴（集団としてのまとまり+ごく近縁な他集団との隔たり）には一定のルールがなく、さまざまなレベルのものが存在しうるのである。あるものは、私たちの「種」という感覚にあてはまり、近縁な他集団とはいくつかの形態的な特徴で異なる（これは分かりやすい）。対照的に、あるものは他の集団との境界がはっきりせず、私たちの意識の中には存在していない。あるいは、ある明瞭な系群性を持つ集団が認められても、これと地域的に隣接する（同種の）生物個体においては系群と判断されるような集団が存在しないこともあるだろう。また、集団とはある程度の隔離性をもつだけで、個体（あるいは遺伝子）の移出・移入をまるで許さない、というわけではない。こうした生物側の曖昧さ（多様さ、それを容認する自然界の度量の深さ、とでも？）が、翻って私たちの目指す「系群」を一つに絞りきれない根本的な原因になっているのだ。」と述べている。これは観念的な個体群の多様性の把握である。系群の把握の困難さを「種」の輪郭の曖昧さにもとめるのは誤りである。限定された海域で見ると、種の輪郭はそれほど曖昧ではない。

3-2. 系群

さて、系群である。系群はどうして議論をうむのか。系群の曖昧さは種の輪郭とは、無関係であることは上述した通りである。まず、現在では日本近海でどういう種内個体群が系群にされているかを見てみたい。「我が国周辺水域の漁業資源評価（魚種別系群別資源評価）」（水産庁増殖推進部・独立行政法人

水産総合研究センター、2001) からいくつかの例をひろってみよう。系群は大きくみて、地理的に分けられているものと季節的に分けられているものがある。数としては前者が圧倒的に多い。

地理的に分けられているもの

マアジ：太平洋系群、対馬暖流系群

マイワシ：太平洋系群、対馬暖流系群

ブリ：太平洋系群、対馬暖流系群

ヒラメ：北海道西+北海道南系群、太平洋北系群、太平洋中・南部系群、瀬戸内海系群、日本海北+日本海西系群、日本海西・東シナ海系群

ソウハチ：日本海西系群、オホーツク海+北海道西海域

マダイ：太平洋中部系群、太平洋南部系群、瀬戸内海東部系群、瀬戸内海中西部系群、日本海西・東シナ海系群、日本海北+日本海西系群

季節的に分けられているもの

スルメイカ：冬季発生系群、秋季発生系群

以上の各種の系群は、どういう方法で識別されているのか。わかる理由が存在しているのか。この出版物をよんでも、分けた理由は記されていなかった。すでに関係者には了解済みのようである。一般向けの出版物ではないので、仕方がないと思われるが大いに不満が残る。まったく人為的に任意に系群をわけているのではないか、と思いたくなる。「系群は水研（水産研究所）の数だけある」との声があるが、うなづきたくもなってくる。とにかく、これまでどのように系群が分けられ、把握されてきたのか、それを見てみよう。

まず、地理的な系群である。底魚であれば、各地に成長度がことなる個体群がいる。たとえば瀬戸内海では3つの海域でそれぞれ成長度の異なるマダイの系群が報告されていた（海老名、1937、1938、1940）。浮魚では異なる産卵場ごとに体型にわずかに差がみられる魚種が報告されている。たとえば、東シナ海のマアジは3つの系群に分けられていた（堀田・真子、1970；堀田・島野、1970；堀田・中嶋、1970；堀田他、1970）。しかし、現在では瀬戸内海のマダイは瀬戸内海東部系群と瀬戸内海中西部系群に分けられている。また、東シナ海でマアジは3系群に分けられていない。昔と異なっているのである。

同一魚種についての昔と今の系群の分けかたの違いは何に基づくのか。単に人為的で操作的による、ですまされるのか。そうでないとすれば、どういうことが考えられるのであろう。たとえばマアジである。東シナ海のマアジ3系群に関する堀田他による一連の論文の基になったのは1960年代の漁獲資料である。マアジは当時かなり多かった。東シナ海を含む対馬暖流域で毎年40万トン

前後が漁獲されていた（檜山、2001）。マアジの東シナ海3系群は当時の個体群の高密度と関係していたのではないか。1960年代の終わりから1970年代にかけてマアジの漁獲量は減少しており、最近は回復してきたとはいえ20万トン前後であり、当時のおよそ半分である。今は東シナ海でマアジの3系群は認められていない。これは個体群の低密度によるものと考えられないであろうか。

次ぎは季節的に分けられた系群である。スルメイカは資源管理の単位として現在では上述したように冬期発生系群と秋期発生系群の2系群に分けられている。しかし、冬季発生系群と秋季発生系群にわけられる前は対馬暖流系群と太平洋系群に分けられていたのである。この変更は木下・森（2001）と木所・永澤・後藤（2001）によってなされている。その理由は中村・森（1998）と森・中村（2001）のスルメイカ太平洋系群の回遊経路にかんする研究結果に基づいている。スルメイカの南北回遊の主経路は日本海なのである。さて、日本海のスルメイカは新谷（1967）や安達（1988）によれば、夏生まれ、秋生まれ、冬生まれの3系群の存在が記されている。夏生まれ群はどこへいったのか。木下・森（2001）と木所・永澤・後藤（2001）には記されていないのでよく、わからない。スルメイカの季節発生群がいくつあってもかまわないが、根本的なことが不明である。冬に生まれた個体は次ぎの年の冬に産卵をするのか、そして秋に生まれた個体は次ぎの年の秋に産卵をするのか、ということである。このことがわからない。冬期発生群でも冬生まれ群でもいいが、これらは冬に生まれた個体は次ぎの年の冬に産卵をするということを前提とした名称である。「冬期産卵群」「秋期産卵群」という名称こそふさわしいのではないか。スルメイカの「季節発生群」はこの点から再検討をしなければならないのではないか。

もうひとつ検討しなければならない系群がある。地理的なものではなく、生息場所に関係するものである。マアジにはクロアジと呼ばれる「沖合系群」とキアジと呼ばれる「沿岸系群」の存在が報告されている（畔田・落合、1962）。しかし、クロアジとキアジはアイソザイム遺伝子を調べられたが、相互になんらの相違がみられなかった（木島他、1985）。クロアジは黒っぽく体高が低く、キアジは黄色っぽく体高が高い。種内でこのような「型」はクロメジナ（Yagishita and Nakabo, 2000）、メジナやニザダイでも見られる。メジナやニザダイの体高が低い型は、岸を少しはなれてかなりの数で群泳していると言われている。これらは種内の生態的な系群といわれてきた個体群である。しかし、これらの系群は互いに明確に区別できるかという点、それが難しいのである。確かに典型的な沖合型と沿岸型はいるのだが、すべてがこのように分けられるわけではない。典型的なものは視覚に訴えるが、そうでないものは見えにくい。結局、沖合型と沿岸型の出現は個体群密度の高低と関係しているのではないだろうか。畔田・落合（1962）は「マアジのそれは年々増加の一途をたどり、1960

年には魚種別漁獲量の第一位を占めるに至った。(中略)もともと本種は生息環境や成長過程で体形や体色などに変化を生じやすいというえに、産卵期が長期にわたるので、その魚群構造が複雑である。」と述べている。松原(1938, 1939)の沖鱈と根鱈も、このような性質のものである。

3-3 系群の識別方法と種内個体群の表現型

では、系群はどのような方法で識別されてきたのか、また識別されているのか。岡崎(1994)は形態学的手法、生態学的・漁況学的手法、遺伝学的手法、標識放流法の4つにわけて解説している。また、「水産学文献検索資料」(日本水産学会編、1982)、「水産学文献検索資料増補版-I」(日本水産学会編、1986)の「系群」の項でキーワードを拾ってみると「アイソザイム、母川回帰、耳石、食性、尾叉長、相対成長、成長、年齢、脊椎骨数、遡河型、陸封型、形態計測、回遊、生活履歴、鱗紋、分布域、血液型、産卵期、計数形質、鰓耙数」となる。様々な特徴で系群とよばれる種内個体群が識別されてきたのである。

これらを検討してみると、共通点がある。明確な特徴で視覚に訴えないのである。種はなんらかの外部の形態的特徴で識別されている。メバル3型(3種)でも、よくよく見れば外見に関する形態的特徴で識別できる。系群にはそれがない。それにも関わらず、種内の個体群は均一ではない。そして、その多様な姿が時間とともに変わるようなのである。外部形態で明確に表現できず、さらに時間軸で安定していないとなれば、系群の把握が混乱するのも当然である。

漁業対象種のほとんどは真骨類である。真骨類は原則的に体外受精で、大量の小卵を水中にばらまくという生殖様式を持っている。こういう生殖様式をもったものは生息条件が好転すれば、すぐに個体数が増加する。ある魚種の個体数が、その種の生息海域の収容能力を越えてしまえば、周囲にあふれだすのは自明である。あふれだした個体は別の繁殖集団を形成する。新しい生息海域は、生息環境が少し異なっているであろう。そうすれば、形態にわずかの相違が生じるのは自然である。これが系群として調べられてきたのではないか。しかし、このような系群は安定していない。個体群密度の時間的変化で変わっていく。

スルメイカの季節別発生群の産卵期を足し合わせれば1年中どこかで産卵していることになる。産卵するのは個体と個体である。個体を単位にすれば群をデジタルに解析することが可能である。寺田寅彦(1922)は「電車の混雑に就て」というエッセイで、一定間隔の時間で発車する路面電車がある程度距離のある駅では到着間隔に粗密が出てくる現象をとりあげ、それを波動現象で解釈している。いささか、話がとぶがスルメイカなどの季節発生群が生じる原因はこのような物理学の問題で解決できるのではないだろうか。生物学の問題としては、環境条件によって発生量が増加することである。その後は物理学の問題である

と思われる。

沿岸性の魚種にスマートな体型の沖合性の群がでる。この現象は沿岸の生息場所の環境収容力と個体数の関係で把握できると思う。沿岸系群と沖合系群がみられても、それぞれが視覚的に明確な外部形態で分けられない場合、それぞれを独立した変動単位として把握するのは無理がある。

小川（1991）はスルメイカの季節発生群の系群分類に批判をくわえ、「（1）季節別発生群があるように見える生物の“資源の構造”はどうなっているのか、（2）その“資源の構造”は資源量水準の変化に伴ってどう変化しているのか、更に言えば、（3）そのことが資源にとってどんな意味を持つのかを考えることが大切ではないでしょうか？」と述べている。せつかく、個体群密度と系群の関係を指摘しながら、「群」の発生を「資源の構造」すなわち「個体群構造」にもとめている。この「資源の構造」は、小川（1975）によると「種⇔種族⇔系統群⇔要素個体群⇔群れ⇔小群⇔個体」という階層構造のことである。系群という水平的な分類が都合が悪くなったので、階層という垂直的な分類の追究に移ったと言うことが出来る。種内個体群に階層性があるのだろうか。遺伝子交流可能な雄個体と雌個体が生殖活動をして子孫個体をつくる。つくられた個体は、捕食や被食で必要に応じて、個体だけで行動したり群を形成したりする。ある生息場所や生息域で同じ様な生態的特徴をもつ個体の数が増えすぎて、生息条件が悪くなると、他の場所に移る。そこで、また新しい個体群をつくる。ただ、それだけのことである。階層構造などを想定しても何の意味もない。

種内個体群の表現型が個体群密度によって変化する。これをもう少し意識して研究するべきである。そして、このことを考慮して、資源管理を考えることが必要なのではないか。変動単位としての系群に分けることが先行しすぎてきたきらいがある。水産資源学者は分類学者以上に系群に分けることに注意を向けすぎて、個体群動態の本来の特徴を見落としてきたのではないだろうか。

4. 系群分類の再検討

4-1. 系群の輪郭の再検討

水産資源学者は系群と呼ばれる種内個体群に資源変動の単位としての役割を求めてきた。しかし、種内で現実にはわけられた系群は、そのような役割を果たしてきたようには思われぬ。厳密な意味での系群の輪郭をどうすればいいか問題は、日本列島周辺の漁業対象種がどのような性質をもっているか、その把握が不十分であったと思われる。

日本列島の周囲は黒潮と対馬暖流が北上、親潮が南下という海洋環境になっている。日本列島周辺の海産魚類相の特徴はこの海洋環境に大きく影響されてい

る (Nakabo, 2002)。海産魚のほとんどが、小さな卵を海中にばらまき、卵稚仔はプランクトンとなって漂うという初期生活史をおくる。こういう初期生活史をおくる動物が海洋環境に強い影響を受けないはずがない。

日本の海産魚類は大きくみて暖流系と寒流系に分けられる。暖流系の漁業対象種は東シナ海や薩南海域に産卵場をもつものが多い。これらの魚種から暖流系のマアジを例にして考えてみよう。マアジには東シナ海、日本海南西部、南日本太平洋沿岸域という 3 つの大きな産卵場がある。これらの産卵群の状態はマアジの資源水準で変化すると考えられる。南日本太平洋沿岸域と日本海南西部の産卵群は黒潮と対馬暖流の流路からみて、東シナ海から補給を受ける位置にある。資源水準の低いときは日本海南西部南日本太平洋沿岸域の産卵群は消滅し、高いときは顕著な産卵群になる、ということは十分に考えられる。東シナ海の産卵群はコアになる個体群であり、日本海南西部と南日本太平洋沿岸域のは東シナ海のに従属している可能性がある。このような個体群の状態を最近では metapopulation という概念で把握されることがある (Primack, 1993)。しかし、なにもこのような概念を使わなくても、マアジの個体群の状態が資源水準によって、どのように変化するか、そのことを把握すればいいのである。系群の分類と海洋環境との関係は十分に検討しなければならない。

田中昌一 (1998) は「個体群は、内部が均一な一つの集団からなっている場合もあるが、しばしば多少とも独立したいくつかの集団から成り立っている。たとえば産卵場が 2 ヶ所以上あり、各魚群に産卵場への回帰性がある場合、回帰性の不完全性のため、あるいは個体群の大きさや海況によって産卵場が変化するなどのため、各産卵場で産卵する集団間でも遺伝子交換は行われるが、その頻度は、各集団内部でのそれより少なくなる。また生残や親子関係を通じての数量関係の方が、集団間との関係より密接になり、各集団間に一定の関係は保ちながら、各集団はかなり独自の数量変動を示すことになる。このような集団を系群と呼ぶ」と述べているが、実際にこのような産卵群間との関係が調べられた例があったのだろうか。たとえばマアジやスルメイカはどうか。検討されてこなかったのではないだろうか。種内の産卵群と産卵群が互いに別の系群として認められるものであるかどうかを、データを示して再検討しなければならないと思う。

種内の産卵群間との関係であるが、長期に見た場合と短期に見た場合で異なってくるようなことがあるように思われる。長期的に見た場合、融合あるいは消滅するかもしれない産卵群が短期的には分離し、ある期間独自の数量変動を示すということがあるかもしれない。こういう場合も検討をしなければならないと思う。

系群を分離する方法は、上述したように岡崎 (1994) に要約されているが、これで示されない系群が存在する可能性がある。たとえば、イカナゴである。

イカナゴは漁獲量変動からみれば9型に分けられる(井上他、1967)。しかし、これらの9型は脊椎骨数の地理的変異(石垣・加賀、1957)と対応していない。北海道沿岸の脊椎骨数の地理的変異は少し複雑なので、ここでは触れない。問題は宮城、愛知、兵庫各県の沿岸である。脊椎骨数ではこれらの沿岸のイカナゴには変異はほとんど見られない。それにも関わらず、宮城、愛知、兵庫のイカナゴの個体群はそれぞれ異なった漁獲量変動を示すというのである。イカナゴは夏眠することで知られるように、移動性が少ない魚種である。宮城、愛知、兵庫の各個体群の間には産卵などの交流は考えられない。それぞれ立派なイカナゴの系群ということが出来る。しかし、脊椎骨数の変異ではこれらの系群は検出できないのである。遺伝子組成をしらべても、これらの系群間に相違がみられることはないだろう。

生物学的な系群分離の方法は万能ではないのである。最首(1951)は「最後にホビュレーションの概念規定について、資源の性質、ことに漁撈を媒介とする諸条件とその社会的経済的背景を考えた場合、これを純粹に生物学的範疇に入れることはまったくあやまりである。この点でレースとはハッキリと区別されるべきだと思う。同一のレースでも、上記の条件と背景(歴史的背景としても考えられる)のちがいによってことなる変動を行い、ことなる法則性に支配されることも十分に起こりうるのである。」と述べている。これは最首・川崎論争(川崎、1992)のうちの一文であるが、系群分離の生物学的方法が万能ではないことを指摘しているのである。

系群の輪郭は再検討されなければならない。その方法は生物学的なものだけでは不十分である。浮魚であれば海洋環境によって、また底魚であれば地理的障壁によって生じている種内個体群の隔離の状態も考慮しなければならない。さらに、いっけん連続しているようにみえる種内個体群が分離していることがあるかもしれない。過去の漁獲量の変動を、いくつかの仮説(区分の設定個所)をたてて再検討する必要があるのではないか。系群とは何か、ではなくて、どういう種内個体群を系群にするか、という問題なのである。

4-2. 用語の再検討

田中昌一(1998)は「ある資源の動態を考える場合、考察の対象をどの範囲に限るかは、むずかしいが重要な基本的問題である。」「生残や親子関係を通じての集団内部での数量関係の方が、集団間の関係より密接になり、各集団間に一定の関係は保ちながら、各集団はかなり独自の数量変動を示すことになる。このような集団を系群と呼ぶ。」「資源動態の考察の単位は第一にこの系群である。」と述べている。系群は水産資源学において重要な種内個体群であることは、繰り返すまでもないが、問題は用語である。水産資源学における種内個

体群を表現するのに系群という用語は適切か。

岩波新書「国際マグロ裁判」（小松・遠藤、2002）の中で、大西洋のクロマグロに東の系統群、西の系統群という表現が出てくる。水産学用語辞典に採用されて日本水産学会が認知した系群であるが、シノニムである系統群はまだ生きていたのである。しかも、一般書のなかで説明なしに登場したのである。混乱は今も続いている。

系群は水産学の用語である。昆虫学などの他の分野ではこの用語は使わない。しかし、白井（2000）は系群を廃して集団を使用すればいいと主張している。個体群も避けるべきである、ともいっている。

田中（1998）も個体群のなかの群を集団とし、「このような集団を系群と呼ぶ」という具合に使っている。集団は集団遺伝学という分野が示すように遺伝学で使われる。水産学でも、アロザイム等の遺伝子組成を調べる時は系群という言葉を使わずに集団を使う。個体群は個体群生態学という分野が示すように生態学でよく使われる。さらに、個体群は種を指す場合もあれば、種内の集団を指す場合もある。すこし、曖昧である。そういう意味で、ここでは「種内個体群」としたのである。水産資源学者が考えている系群と同じ意味で種内個体群を使っている。用語の提唱ではなく、個体群の曖昧さを避けただけである。

どの用語が最適か。種族は使われなくなっている。これはもういいだろう。では、系群、系統群、集団、個体群、どれを使用すれば今後の混乱が少なくてすむか。系統群は系統分類学の用語である単系統群や側系統群、あるいは水稲などの「育種学で使用されている系統群」と誤解をされる場合があるので、使用を控えたほうが良いかもしれない。個体群は曖昧であり、用法が広い。これも避けた方がいいだろう。さて、系群と集団である。どちらがよいか。

系群と集団はときには包含関係で表現されることがある。水産学では集団はかなりコンパクトなイメージがある。それにくらべると系群は集団より大きなイメージを与えてくれる。ある種内個体群がいくつかの産卵群を含み、それらの産卵群は種内個体群のなかで離合集散を繰り返し、それぞれが独自の個体数変動を示さない場合があるとしよう。そのような産卵群を表現する言葉も必要なのではないか。そうすると、系群と集団をうまく使って、種内個体群の性質を表現することが出来ると思うのだが、どうだろう。もちろん、水産学の用語としてである。なお、この場合の系群と集団は包含関係にある場合もあれば、そうでない場合もあり、階層構造などを想定していない。

ちなみに、メダカは北日本集団、南日本集団、東韓集団、中国—西韓集団に分けられ、南日本集団は山陰型、北部九州型、東日本型などに分けられ（酒泉、1990）、包含関係で種内個体群の性質が表現されている。遺伝学の世界での「集団」の使われかたの 1 例である。水産学の世界で、集団遺伝学の論文は別とし

て、そうでない場合の集団のイメージと少し異なっていると思う。イメージは慣習で形成される。それぞれの学問分野にはそれぞれの歴史がある。歴史が異なればそれぞれの慣習も異なってくる。学問分野によって同じ言葉でも与えるイメージが異なってくるのは当然である。このことを考慮して、用語の混乱を避けるようにしなければならない。

用語の問題は英語とからめて議論しなければならない。論文は和文だけでなく、英文でもかかれる。系群は英語でどう置き換えればいいか。英語と関係をもたせて、水産資源変動単位の名称を考えるべきである。田中（1998）では系群 (sub-population) と表記されている。能勢他（1988）の「水産資源学」では系群は subpopulation とされ、それが資源の単位になる場合は stock と呼ぶ、とある。岩井（1991）の「魚学概論第二版」では、系群は subpopulation あるいは stock、と書かれている。これらふたつの英語の用語は同義語なのだろうか。

Begg et al. (1999)によれば、stock concept については英米でもかなりの議論があるが、「資源管理の目的において、均一と考えられる個体群の単位」が stock であるとしている。種全体の個体群が資源管理の単位になるときは英文では stock、和文では種と呼ばれ、種内の個体群が資源管理の単位となるときには英文では stock、和文では系群と呼ばれる、とするのが無理が少ないのではないだろうか。すなわち系群を英語で置き換えるとすれば stock がふさわしい。系群を subpopulation とするのは、まったくの誤解ではないが、妥当ではない。系群が水産資源管理の単位とすれば stock でよいのではないだろうか。

田中（1998）も「資源という言葉は、本来経済的な概念であって、生物学上の概念ではない。」「資源動態考察の単位は、生態学で用いる個体群という言葉に近い。」「資源という言葉はより厳密にはその集団中の漁獲に対象になっている部分（発育段階）のみを意味する。」と述べている。つまり、ある魚種の資源動態とは漁獲の対象にならない卵や稚仔魚を考えにいれず、漁獲対象サイズになって、漁獲行為の影響をいれた「個体群」の動態を意味している。系群はこの基本単位であり、それを英語で置き換えるのは stock しかないと思う。

日本でも英米でも、あくまでも水産資源学さらには水産学の用語としての「系群」であり「stock」なのである。

5. おわりに

系群の問題は難しい。水産資源学、生物学、用語のもっているイメージ、これらが纏れてしまっている。系群という用語を水産資源学からしかみていない人、生物学からしかみていない人、さらには両方を混同してしまっている人が論じかつ文をかいてきたのが混乱のひとつであろう。さらに、種内個体群の表

現型が様々で、それらの把握と認識が人によって異なってきたことも問題をわかりにくくしてきたのである。水産資源学からの視点で系群を把握し、系群分類もその視点から再検討をするべきである、というのが、ここでいちばん述べたかったことである。また、そのために長々と書いたのだが、かえって混乱を招いてしまうかもしれない。いろいろな方々のご批判を賜れば幸いである。

本報告をまとめるにあたって、檜山義明氏には文献の入手、議論の相手と多大のご迷惑をおかけした。また、資源管理談話会のあと、田中昌一先生にはいろいろとご教示をいただいた。北原 武先生は学生時代からの私の筋違いの恩師である。資源管理談話会で話をさせていただき本報告をまとめさせていただいたのも北原先生に負うところが大きい。これらの方々に深く感謝したい。

文献

- 安達二郎（1988）日本海西部海域におけるスルメイカ、*Todarodes pacificus* Steenstrup、の漁業生物学的研究。鳥根県水産試験場研究報告第5号; 1-93.
- 相川広秋（1949）水産資源学総論。産業図書株式会社、東京、545pp.
- 赤嶺達郎（1992）スルメイカ系統群試論。日水研連絡ニュース (360); 9-16.
- 青山恒雄編（1980）底魚資源、新水産学全集 10。恒星社厚生閣、東京、v+361pp.
- 新谷久男（1967）スルメイカの資源。水産研究叢書 16、日本水産資源保護協会、東京、66pp.
- 畔田正格・落合 明（1962）若狭湾産マアジの系群に関する研究。日本水産学会誌、28(10); 967-978.
- Begg, G. A., K. D. Friedland and J. B. Pearce (1999) Stock identification and its role in stock assessment and fisheries management: an overview. *Fisheries Research*, 43: 1-8.
- 海老名謙一（1937）真鯛の系統に関する研究。日本水産学会誌、6(4); 179-181.
- 海老名謙一（1938）真鯛の系統に関する研究 II。和歌山縣及び徳島縣産鯛と瀬戸内海産鯛との比較。日本水産学会誌、7(3); 151-154.
- 海老名謙一（1940）真鯛の系統に関する研究 III。日本水産学会誌、8(6); 295-297.
- 檜山義明（2001）平成 13 年マアジ対馬暖流系群の資源評価。Pages 23-37 in 我が国周辺水域の漁業資源評価（魚種別系群別資源評価）、水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター、東京。
- 堀田秀之・真子 渺（1970）西日本海域におけるマアジの群構造に関する研究 一。漁況変動による解析。西海区水産研究所研究報告 (38); 87-100.
- 堀田秀之・真子 渺・小川信次・岸田周三・中嶋純子（1970）西日本海域にお

- けるマアジの群構造に関する研究－IV. 形態的形質からの解析. 西海区水産研究所研究報告 (38); 123-129.
- 堀田秀之・中嶋純子 (1970) 西日本海域におけるマアジの群構造に関する研究－III. 耳石の性状による解析. 西海区水産研究所研究報告 (38); 113-121.
- 堀田秀之・島野禎介 (1970) 西日本海域におけるマアジの群構造に関する研究－II. 鱗相からの解析. 西海区水産研究所研究報告 (38); 101-111.
- ICZN (The International Commission on Zoological Nomenclature) (1999) International code of zoological nomenclature, fourth edition adopted by the general assembly of the International Union of Biological Sciences. International Trust for Zoological Nomenclature, London, xxix+306pp.
- 井上 明・高橋茂樹・国行 一正・小林眞一・仁科重己 (1967) イカナゴの漁業生物学的研究. 内海区水産研究所研究報告、(25); 1-335.
- 石垣富夫・加賀吉栄 (1957) 北海道周辺におけるイカナゴ (*Ammodytes personatus* Girard) の漁業生物学的研究－I－特に population の構造について－. 北海道水産研究所研究報告、(16); 13-38.
- 岩井 保 (1991) 魚学概論第二版. 恒星社厚生閣、東京、iv+183pp.
- Kai, Y. and T. Nakabo (2002) Morphological differences among three color morphotypes of *Sebastes inermis* (Scorpaenidae). Ichthyol. Res. 49; 260-266.
- Kai, Y., K. Nakayama and T. Nakabo (2002) Genetic differences among three color morphotypes of the black rockfish, *Sebastes inermis*, inferred from mtDNA and AFLP analyses. Molecular Ecology, 11; (in press).
- 片山正夫 (1935) サケの生物測定學的研究. 日本水産学会誌、4(3); 171-173.
- 川上四郎 (1933) 本道産さけノ派上期ニ於ケル雌雄比ヨリ本道産さけノ系統的關係ニ就テ (第一次). 北海道水産試験場事業旬報 (226); 11-15.
- 川崎 健 (1982) 浮魚資源、新水産学全集 9. 恒星社厚生閣、東京、v+327pp.
- 川崎 健 (1992) 魚・社会・地球－川崎 健 科学論集－. 成山堂書店、東京、262pp.
- 木島明博・谷口順彦・牧野 宏・落合 明 (1985) 西日本におけるマアジの遺伝的分化について. 昭和 60 年度日本水産学会春期大会講演要旨集; 105.
- 木所英昭・永澤 亨・後藤常夫 (2001) 平成 13 年スルメイカ秋季発生系群の資源評価. Pages 268-287 in 我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価)、水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター、東京.
- 木下貴裕・森 賢 (2001) 平成 13 年スルメイカ冬季発生系群の資源評価. Pages 247-267 in 我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価)、水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター、東京.

- 小松正之・遠藤 久 (2002) 国際マグロ裁判、岩波新書 810。岩波書店、東京、iv+222+10pp.
- 久保伊津男 (1938) 溯河鮭のストックに関する研究 (豫報) I。三面川より得たる材料に就て。日本水産学会誌、6(5); 262-265.
- 久保伊津男 (1939) 溯河鮭のストックに関する研究 II。再び三面川より得たる材料に就て。日本水産学会誌、7(5); 271-275.
- Kubo, I. (1949) Studies on penaeids of Japanese and its adjacent waters. Jour. Tokyo Coll. Fisher., 36(1); 1-467.
- 久保伊津男 (1951) 水産資源学 (1)。普春社、横須賀、83pp.
- 久保伊津男 (1961) 水産資源各論、水産学全集 14。恒星社厚生閣、東京、396pp.
- 久保伊津男・吉原友吉 (1957) 水産資源学。共立出版株式会社、東京、345+12pp.
- 久保伊津男・吉原友吉 (1969) 水産資源学改訂版。共立出版株式会社、東京、xi+483pp.
- Matsubara, K (1935) Studies on the scorpaenoid fishes of Japan. II. Statistical observations of *Sebastes inermis* (C. et V.). Bull. Japan. Soc. Sci. Fisher., 4(4); 217-223.
- 松原喜代松 (1938) 沖鮭及び根鮭に就て I。年齢組成、全長及び體重。日本水産学会誌、6(5); 249-250.
- 松原喜代松 (1939) 沖鮭及び根鮭に就て II。日本水産学会誌、8(1); 41-50.
- 松原喜代松 (1955) 魚類の形態と検索 I。石崎書店、東京、XI+789pp.
- Mayr, E. (1942) Systematics and the origin of species. Columbia Univ. Press, New York, 334pp.
- 森 賢・中村好和 (2001) 標識放流から推定したスルメイカ太平洋系群の回遊経路。北海道区水産研究所研究報告、(65); 21-43.
- 中村好和・森 賢 (1998) 1996年の道東・南部千島太平洋並びにオホーツク海でのスルメイカとアカイカの分布と回遊。北海道区水産研究所研究報告、(62); 63-82.
- Nakabo, T. ed. (2002) Fishes of Japan with pictorial keys to the species, English edition. Tokai Univ. Press, Tokyo, ix+1749pp.
- Nakabo, T. (2002) Characteristics of fish fauna of Japan and adjacent waters. Pages xliii-iii in T. Nakabo ed., Fishes of Japan with pictorial keys to the species, English edition. Tokai Univ. Press, Tokyo.
- 日本水産学会編 (1982) 水産学文献検索資料。社団法人日本水産学会、東京、iv+353pp.
- 日本水産学会編 (1986) 水産学文献検索資料増補版-I。社団法人日本水産学会、東京、iv+122pp.

- 日本水産学会編 (2001) 英和和英水産学用語辞典. 恒星社厚生閣、東京、
vi+463pp.
- 能勢幸雄・石井丈夫・清水 誠 (1988) 水産資源学. 東京大学出版会、東京、
ix+217pp.
- 小川嘉彦 (1975) 環境と生物の関係のとらえ方. Pages 6-11 in 平野敏行編、
海洋生物資源環境、海洋学講座 15. 東京大学出版会、東京.
- 小川嘉彦 (1991) 系統群ってなに?. 日水研連絡ニュース (358); 11-18.
- 岡崎登志夫 (1994) 系群. Pages 71-78 in 日本水産学会出版委員会編、現代の
水産学、水産学シリーズ (100)、恒星社厚生閣、東京.
- Patterson, C. (1978) Evolution. Routledge & Kegan Paul Ltd., London.
vii+197pp. (現代の進化論、磯野直秀・磯野裕子訳、1982、岩波書店、東
京)
- Primack, R. B. (1993) Essentials of conservation biology. Sinauer Associates,
Inc., Sunderland, xvi+564pp.
- 最首光三 (1951) 批判に答えて—川崎健氏え—。水産科学、(2); 8-13.
- 酒泉 満 (1990) 遺伝学的にみたメダカの種と種内変異. Pages 143-161 in 江
上信雄・山上健次郎・嶋 昭紘編、メダカの生物学. 東京大学出版会、東京.
- 白井 滋 (2000) 「系群」についての二、三の考え. 漁業資源研究会議 底魚
部会報 (3); 11-15.
- 水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター (2001) 我が国周辺水
域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価). 水産庁増殖推進部・独立行政
法人水産総合研究センター、東京、823pp.
- 田中 勲・竹内善信・山岸貞澄・矢野昌裕・佐々木卓治・堀内久満 (1998) 水
稲品種コシヒカリとアキヒカリの交雑に由来する DH 系統群を用いた食味に
関する QTL 解析. 育種学雑誌、48 (別 2); 89.
- 田中茂穂 (1933) 魚の研究. 一誠社、東京、iv+356pp.
- 田中茂穂 (1934) 魚と人生. 樂浪書院、東京、461pp.
- 田中昌一 (1998) 水産資源学総論、増補改訂版、新水産学全集 8. 恒星社厚生閣、
東京、406pp.
- 田内森三郎 (1951) 漁の物理、水産新書 (2). ジープ社、東京、146pp.
- 寺田寅彦 (1922) 電車の混雑に就て. 思想、岩波書店、東京.
- 徳田御稔 (1941) 日本生物地理、東亜鼠類の進化的研究より見たる日本列島
の地史及び生物相の發達史. 古今書院、東京、vii+201pp.
- Yagishita, N. and T. Nakabo (2000) Review of the genus *Girella* (Girellidae)
from East Asia. Ichthyol. Res., 47(2); 119-134.