

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	金子 三四朗
論文題目	魚類の記憶能力に関する実験心理学的研究		
(論文内容の要旨)			
<p>学習とは、経験を記憶することによる行動の変容であり、魚類を含む多くの動物は学習を通して多様な生活環境に適応することが知られている。また、記憶は学習に不可欠な能力であり、過去に経験したことを一定の時間的経過後まで保持し、再現する精神活動であると一般に定義される。近年、魚類の学習能力に関する研究が飛躍的に進んだことで、魚類が様々な情報について学習する能力を有することが明らかとなった。こうした魚類の学習能力は、水産分野への応用も期待されており、栽培漁業では放流種苗の生残率の向上を目的とした捕食者学習訓練や、放流後の滞留率を高めることを目的とした音響馴致と呼ばれる訓練法が研究されている。しかしながら、魚類の学習能力に関する研究例は数多く存在するのに対し、記保持憶能力まで検証したものは非常に少なく、特に海産魚に関する知見は皆無であった。そこで本研究では、実験心理学的手法を用いて、我が国の水産重要種であるマダイ <i>Chrysophrys major</i> を中心に、様々な側面から魚類の学習および記憶保持能力を検証することで、研究例が極めて少ない海産魚の記憶能力に関する知見の集積を目指すとともに、生態との関連性を考察し、さらに水産分野への応用の可能性について展望した。</p> <p>第1章では研究の背景と目的を述べ、第2章では、マダイ稚魚の記憶保持期間について、報酬訓練および罰訓練を用いて定量的に検討した。報酬訓練では30日を越える記憶能力が示されたのに対し、罰訓練では、1日後までは記憶していたものの、3日後には忘却する傾向がみられた。また、本種の記憶保持能力には非常に大きな個体差が存在することが、実験を通して明らかとなった。</p> <p>第3章では、長期記憶に適した訓練方法の開発を目的として、訓練間隔がマダイ稚魚の記憶保持期間に与える影響について検討した。報酬訓練を用いて、訓練間隔30分、1時間および2時間の3条件で30日後の記憶保持について比較した結果、30分区において最も保持率が高い傾向がみられた。</p> <p>第4章では、マダイ稚魚の記憶保持能力と個体発生の関係について検討した。体長50 mm区および80 mm区で、報酬訓練および罰訓練における記憶保持能力を比較した結果、報酬訓練では50 mm区が優れており、罰訓練では逆に80 mm区が優れていることが示された。供試魚のサイズの幅を広げ (18–110 mm)、報酬訓練における記憶保持能力の個体発生について検討した結果、体長50 mmを越えたあたりから記憶保持能力が急激に衰退する傾向が示された。マダイは、稚魚期に沿岸浅所の藻場や砂地で採食なわばりを形成するが、体長が50–80 mm程度まで成長すると、沖合へと生息域を拡大する。その際、沿岸浅所で学習した餌場情報の有用性が消失することが予想される。本結果は、マダイ稚魚が生息環境の変化に合わせて摂餌に関する記憶保持能力を</p>			

低下させ、その能力を対捕食者重視へと戦略的に変化させている可能性を示唆した。本章は、魚類の記憶能力の個体発生について検討した初めての研究である。

第5章では、第2章で観察された記憶保持能力の個体差に着目し、記憶保持能力の優れた種苗を選別できる可能性について、マダイの記憶保持能力と個性との関係を調べた。個性の指標には横臥行動を用いた。その結果、横臥行動と記憶保持能力の間には明確な相関がみられた。しかし、横臥行動が成長に伴い衰退することから、本章の結果は体長が潜在変数となった疑似相関である可能性が考えられた。

第6章ではマダイ、キジハタ*Epinephelus akaara*およびマアジ*Trachurus japonicus*の学習および記憶能力について魚種間で比較することで、各魚種の生態と両能力との関係について考察するとともに、学習および記憶保持能力という観点から水産分野への応用に適した魚種について検討した。その結果、マダイとキジハタでは大半の個体が学習能力を有していたのに対し、マアジでは集団内の約3割しか学習能力をもたないことが明らかとなった。マダイ稚魚やキジハタ稚魚は、自然下において単独で生活するのにに対し、マアジは群れを形成する。それゆえ、群れの中に一定の割合で高い学習能力を有する個体が存在すれば、おそらく学習能力の低い個体に大きな不利はないと考えられる。集団で訓練を実施したマアジでは、マダイやキジハタと遜色のない学習行動を示した。本結果は、マアジが群れ全体で1つの情報を共有することで、多様な個体の共存を可能にしていることを示唆しており、群れ形成の生態的機能に関する重要な知見を提示した。また、30日後にマダイとキジハタの記憶の有無を確認したところ、記憶個体割合はマダイ25%、キジハタ83%であった。キジハタは定着性の強い魚種であるため、学習した情報を長期間にわたって保持しておくことは、餌場やなわばりを確保する上で重要と考えられる。本章の結果を踏まえると、キジハタは定着性の強さだけでなく、学習および記憶保持能力という観点からも、栽培漁業や海洋牧場に適した魚種といえる。

以上の結果を踏まえ、第7章では本研究について概観し、水産分野への応用について具体的に展望した。本研究は、海産魚の記憶能力について定量的に示した初めての成果であり、沿岸性魚類の生態を理解するうえでの有用な情報を含んでいる。また、栽培漁業や海洋牧場において放流に適した魚種やサイズを決定し、種苗に馴致や訓練を施すうえでも一助となり得る。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

比較心理学の分野において、淡水魚は学習能力に関する研究の対象とされてきたが、海産魚類を対象とした学習研究は例が少なく、また記憶保持能力について精査した研究は魚類全般においてもほとんどない。本研究では、本邦沿岸の重要な水産資源であり栽培漁業の主要な対象魚種でもあるマダイを主たる材料として、他魚種との比較を含め、学習および記憶能力に関する詳細な実験を行った。評価すべき点は以下の通りである。

1. マダイの人工ふ化稚魚について、報酬訓練および罰訓練に関する記憶保持期間を調べたところ、報酬訓練の記憶は30日以上にわたり保持されるのに対し、罰訓練の記憶は3日で消失することが明らかとなった。

2. マダイ稚魚の摂餌に関する記憶保持能力は、体長50 mmを越えると衰退する傾向が認められた。このような個体発生に伴う記憶保持能力の変化は、マダイの生活史戦略を反映するものと考えられた。すなわち、体長50 mmまでは構造が複雑な沿岸域で生活するため摂餌機会を最大化するのに対し、生息域の沖への拡大期である80 mm前後では対捕食者能力を重視するようになり、これに伴い記憶能力も変化するものと推察された。

3. 学習・記憶能力は種により大きく異なり、マアジは集団訓練では高い学習結果を示すが、単独個体で調べると学習個体は3割程度であることがわかった。すなわち、本種では群れに一定の割合で高い学習能力を有する個体が存在することにより、群れの中に情報がプールされ有効に機能することが示唆された。また定着性の強いキジハタにおいて、学習と記憶能力が特に優れることが示された。

以上のように、本論文は海産魚類の学習能力と記憶能力について詳細な研究を行い、新規性の高い知見を提示しており、水産学、海洋生態学および水産増殖学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成31年4月18日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)