



Title	中国舟山群島新区における漁業資源の保護・修復を目指す文理融合研究：漁民の生業と漁業制度との関係性並びに数理解析による包括的討究
Author(s)	胡, 毓瑜
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/56039">https://doi.org/10.18910/56039</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

博士学位論文

中国舟山群島新区における漁業資源の保護・修復を  
目指す文理融合研究

—漁民の生業と漁業制度との関係性並びに数理解析による包括的討究—

大阪大学大学院

人間科学研究科

グローバル人間学専攻

胡毓瑜

## 目 次

### 序論

- 第1節 本研究の意義
- 第2節 研究目的と分析の枠組み
- 第3節 論文の構成

### 第1章 舟山における漁業資源の変容

- 第1節 舟山の概要
- 第2節 舟山漁場の基本情報
- 第3節 漁業資源の変遷
- 第4節 現在の海域の水質汚染状況

### 第2章 漁民の生産・生活方式の変化が漁業資源や漁民の暮らしに及ぼす影響

- 第1節 漁獲方式の変化と漁民の生活様式の変容—嵯山島の漁民を事例として
  - 2-1-1 漁民やその家族の生活の実情と生活様式の変容
  - 2-1-2 漁民の語りから見える漁業資源変容への懸念
  - 2-1-3 漁獲方式の変化
  - 2-1-4 漁業方式並びに漁民の生活のシステムの安定性に及ぼす単一化の問題
- 第2節 生活の変化が漁民および漁民の家族の心理面に与える影響
  - 2-2-1 カオス解析の原理と脈波による心理測定
  - 2-2-2 カオス解析による漁民・漁民家族の心理面状態の検証
  - 2-2-3 漁業の生産方式と漁民の生活の変化との関連性の小活

### 第3章 現行制度・生態状況に対する漁民の認識及び現行制度の限界

- 第1節 漁業制度を支える諸理論並びに中国における漁業関連法規
  - 3-1-1 漁業資源管理制度に関する三つのモデルと導かれる管理方式
  - 3-1-2 中国の漁業と関係する法規
- 第2節 中国における漁業資源管理制度及び舟山における実行状況
  - 3-2-1 中国における漁業資源管理制度
  - 3-2-2 舟山における漁業資源管理制度の実行状況
- 第3節 現行制度・生態状況に対する漁民の認識
  - 3-3-1 現地調査と分析方法
  - 3-3-2 アンケート調査の結果と統計分析
  - 3-3-3 聞き取り調査の結果

#### 第4節 現行漁業資源管理制度の限界

- 4-4-1. 漁民はなぜ制度を守らないのか
- 4-4-2. ゲーム理論による検討
- 4-4-3. 漁業資源の管理を重視していない政府

### 第4章 漁業資源・生態の修復を目論む多面的検討

#### 第1節 現行制度の再考と今後の展望

- 4-1-1 漁業資源減少の直接的な原因
- 4-1-2 管理方式の変更——「処罰」から「奨励」へ
- 4-1-3 漁業協同管理並びに漁獲限度制度への展望

#### 第2節 先端科学知の活用による新しい数理モデルの構築とその可能性

- 4-2-1 漁業資源減少の本質的な原因
- 4-2-2 生態系の基礎数理モデリング
- 4-2-3 カオス解析による海洋生態システムの評価方法
- 4-2-4 生態モデル並びにシミュレーションによる将来予測

#### 第3節 生態に関する総括的な構想

- 4-3-1 漁業資源を修復する意義と構成価値
- 4-3-2 環境問題の分類と対応
- 4-3-3 各分野の協力から修復・分解業への構想

### 終章

#### 第1節 研究の総括と結論

#### 第2節 今後の課題

### 図表リスト

### 謝辞

### 資料

基礎研究論文「人の心理状態を可視化する試み—脈波におけるカオス解析から判別する精神疾患患者の特徴と実践における新たな展望—」

### アンケート調査票

### 学術論文リスト

## 序論

### 第1節 本研究の意義

現在、世界経済の牽引役として、存在感が益々高まる中国は、その一方で、外交戦略は調整期の途上にある。2010年に尖閣諸島沖での中国漁船衝突・レアアース輸出問題等が起こり、さらに引き続き領土問題を巡る日中関係など極めて緊張関係が強まる世界空間において、今後中国は高度成長期の対外戦略の方向性をいかに正当に位置づけてゆくか、また中国の周辺に多数存在する構造的問題をいかに系統的に整理しつつ、国家の戦略的方向性に基づいて、これらの軽重と緩急を見定めてゆくかが求められているのである。同時に世界最大の二酸化炭素排出国であることや世界の工場としての中国の環境問題は、グローバルな課題としても深刻化しているため、こうした負の側面にも、より一層注視してゆかねばならない。したがって中国は、高度成長を遂げると同時に、引き続き国際社会との良好な関係性を構築しつつ、その将来発展に向けて、戦略的協調並びに諸課題の整理・分析への一層の努力が求められているのである。

このような21世紀における中国の課題群の中で、本研究では、国家的戦略の重心として位置づけられるものの、国を超えたグローバルイシューとして常に捉えられ、様々な国際的緊張関係を逃れられない「海洋資源」に着目した。中でも中国最大の海産品の生産・加工・販売拠点であり、日本との関連も深い中国舟山群島新区海域を対象地域と定めた。

21世紀に入ってから、中国は発展の重心が大陸から海洋に転移している<sup>(1)</sup>。舟山は中国東部に位置し、1390の島から構成された群島である。同地方の発展を支える伝統的な産業は「漁業」であり、古くから「東シナ海の魚庫」、「祖国の漁都」といった呼称を有す。東シナ海に位置する「舟山漁場」は、漁獲量は全国の半分以上を占める中国一の規模を誇る漁場であり、500種類を超える水産資源を保有している<sup>(2)</sup>。2011年6月30日、国務院が正式に浙江省舟山群島新区の設立を承認し、舟山群島新区は上海市の浦東新区、天津市の滨海新区（濱海新区）、重慶市の両江新区に続く中国4番目の国家レベルの新区となった。また2012年に発表された中国共産党第18回全国代表大会報告において、「海洋強国の建設」が提起され、舟山群島の発展に対し、中国政府による初めての「海洋経済」をテーマにした国家戦略的側面を持つ新区となったのである。さらに、2013年1月23日、国務院は正式に「浙江舟山群島新区の発展計画」を発表し、その「計画」には、現代型海洋産業拠点の設立が舟山群島新区の今後の大きな発展目標として明確化されている。このように、舟山群島新区の海洋経済に関し、政府は業務の重心として位置づけながら、より一層の発展を目指しており、市民も大きな期待を寄せていると考えられる。

しかしながら、海洋経済が急速に発展する一方で、舟山海域の漁業資源が著しく減少し、これにより、様々な問題が引き起こされている。一つに人々の「食」に与える影響は大きく、舟山近隣住民の食生活だけでなく、舟山漁場の中心である沈家門漁港は、世界三大漁港の一つに数えられるほどであるため、日本の大手食品会社の工場も進出しているなど、

海産物輸出の面でのダメージも大きい。またこれに連動し、二つ目として、多種多様な魚の漁期が形成できなくなり、90年代に至ると経済魚類であるフウセイは漁場から姿を消してしまうといったように、漁業資源の減少は、舟山における「漁業経済」に重大な打撃を与えていることである。さらに三つ目として、一部の漁船が海外に行って、隣国の経済水域に入り込む事件も発生しており、しばし「国際的コンフリクト」に波及することも少なくない。他方、四つめとして、漁業資源の減少による「生態系」に与える影響は、我々の現状の認識を超える可能性もあると懸念される。したがって、舟山海域の漁業資源の保護・修復は、現在、舟山群島新区や中国にとっても最も重要な課題であるとともに、国際連携上も極めて重要になると考えられる。

しかしながら、漁業を扱った研究は、中国における農業・農村研究に比べて希少であり、しかも先行研究は後述するように政府や管理者の立場から政策・制度の合理性を検討するものであり、漁民の視点をくみ上げ、あるいは包括的視野から検討する研究は皆無に等しい。

漁業資源の減少の原因として、一般的には「海洋汚染」と並び「乱獲」の問題が挙げられ、海洋生物資源には国境がなく、乱獲は再生産を停滞させ、「コモンズの悲劇」を生み出すことが指摘されている。さらに海洋生物資源の多くが環境変動の影響を強く受けるものの、畜産のような計画生産は難しい。しかしながら、漁民の生業を顧みず、単に乱獲を漁獲量だけを追求した偏重思想として捉えることは、根源的な問題を隠蔽することになりかねない。すなわち、漁業資源の減少により最も影響を受け、脅威にさらされるのが漁民自身であり、近海の漁業資源が減少すると、必然的に遠洋での漁獲を余儀なくされ、さらに未知な海域となる遠洋での漁獲は、漁船の大型化、設備の更新が必要になり、リスクとコストが発生する。費用対効果に見合う漁獲高を維持するために、より一層漁獲活動に専念することとなり、漁業資源は益々減少するという負のスパイラルを生み出してしまいうのである。他方で、長期間遠洋に出る状況になることで漁民や漁民の家族の生活は変容し、心理的側面でも影響がでていることが推察される。つまり、漁民の漁獲活動と漁業資源の変化は相互に因果関係があり、この関係性の課題をうまく打破できないと悪循環に陥るばかりであると指摘したい。

こうした状況に対し、現状では、漁民の乱獲を制約するために図1に示すように、政府の関連部門は漁業資源管理制度を制定し、さらに研究者も有効な制度となるように検討を重ねることにより、漁業資源の修復が目指されてきた。例えば、桑(2008)、方(2009)、陈(1998)等は、漁獲限度制度、または海外で実行されているTAC制度、ITQ制度<sup>1</sup>を検

---

<sup>1</sup> TAC (Total Allowable Catch) 制度は対象とする資源(魚種)に対して、漁獲することができる上限の数量を定め、漁獲量はその数量を上回らないように管理することにより、その資源を保存、管理しようとするものである。一方、漁獲可能量を漁業者又は漁船ごとに割り当て、割当量を超える漁獲を禁止することによって漁獲可能量の管理方法は個別割当(IQ(Individual Quota))方式である。また、個別割当方式には、漁業者又は漁船ごとの割当量に譲渡性を付与し、当該割当量を他の漁業者に自由に譲渡又は貸付けができるようにした譲渡性個別割当(ITQ(Individual Transferable Quota))方式がある。

討している<sup>(3)(4)(5)</sup>。他方、卢(2014)、张(2014)、陈(2014)等は、政府の立場から漁業資源を保護するために強化すべき事柄を議論している<sup>(6)(7)</sup>。

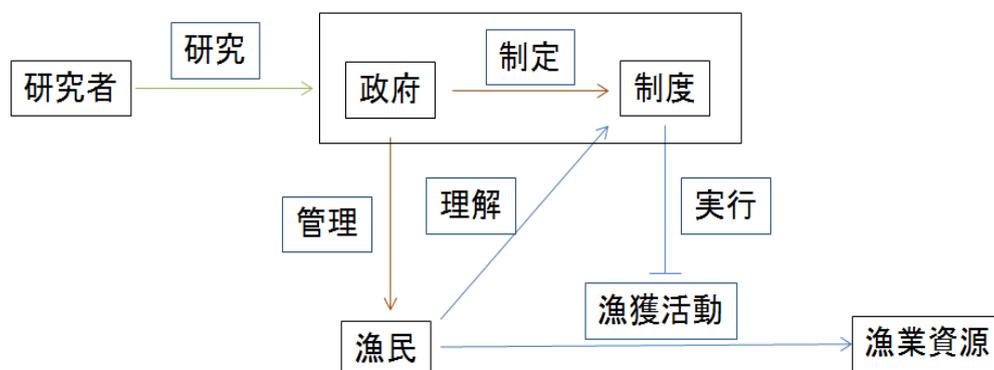


図1 漁業資源における現行の修復システムの模式図  
(筆者作成)

ただし、このような構想の中には、重要な問題が存在していると考えられる。現行の「政府中心」のシステムの中では、漁民の位置づけが受動的であり、また、漁業資源管理制度に関しても、受益者であるべき漁民やその生業について考慮されているとは言い難い状況にある。さらに政府が制定した制度に対して、漁民の理解が追いついておらず、制度が守られていない状況が普遍化しているのが現実である。中国の場合、中央政府が極めて大きな権力を持ち、農業、工業などの産業を直接管理しており、市民も政府の役割に期待を持っている。しかしながら、漁業の状況はこれらとは異なり、漁業資源と漁民の漁獲活動を管理する政府部門は海洋と漁業局であるが、舟山において漁業局がある島は、有人島が200以上あるにもかかわらず、本島以外3島しか存在せず、包括的な管理は厳しい状況にある。さらに従来の研究は、主として政府や管理者の立場から、政策・制度の合理性を検討するものであり、今のところ漁民の視点から評価・分析されたものは、皆無に等しい<sup>2</sup>。つまり、図1に示したシステムの上層部と下層部が分断し、政府の行っている業務、さらに研究者の視点は、この上層部の方に集中していると考えられる。しかしながら、漁獲活動の主体として、また、誰がどのような制定した制度であるにかかわらず、それを実施するのが漁民であることを忘れてはならない。つまり制度とその実施状況は剥離しているのであれば、実際に制度の受益者であるべき漁民が、こうした制度をどのように捉え、また生業の中で受け止めているかなどの詳細を分析することなくしては、漁業資源の修復はほぼ不可能であると考えられる。よって、制度と漁民の意識の剥離の実態の詳細を把握することこそ、実現可能な改善策を提示する上で重要になると、筆者は考えた。

他方で、政府が制定した制度は、漁民の行動を管理するものだけでなく、漁業資源を直

<sup>2</sup>中国知網(学術論文のデータベース)による情報である。

接的に修復する制度<sup>3</sup>も、現在制定されているものの、その内実の科学的検証が十分には行われていないと推察される。実際に漁業に関して検討される研究において、技術面では、「生産」に焦点が当てられることが中心になる。つまり漁獲・養殖等生産活動の効率を向上させるための技術開発している研究が多い一方で、汚染の処理、汚染物質の分解、さらには生態系を修復することに関する研究は近年少しずつ増えてはいるものの、総じてかなり少ない状況にある。一方、中国海域に限らず、海洋生態系に関する先行研究は、これまでモニタリングネットワークの構築等、主にマクロな視点から分析されることが主体である。しかし、緊急性を要する環境問題に挑戦するためには、自然科学的な理解や技術・方法論のみならず、社会や経済・政治の仕組みをどのように変えてゆくかも含めて、長期的な視野から体系的に分析する必要があり、また堅実な実践への対応も求められるであろう。

以上を踏まえ、本研究では、舟山群島新区における漁業資源の保護・修復を目指し、人間の安全保障」の視座から人間の生存のあり方や複雑な社会動向を把握するための現地に精通した参与的調査を重視しつつ、現状での根源的課題を明らかにしていく。その上で、漁民主体のシステムを構想しつつ、先端的科学の基礎研究を応用した海洋生態システムの評価方法の確立及び数理シミュレーションによる将来予測を統合した文理融合による包括的検討を試みるものである。

## 第2節 研究目的並びに分析における特徴

本研究における究極の目的は、舟山海域の漁業資源の保護・修復に貢献することである。筆者は、舟山の出身であり、幼い頃から漁業資源の変容について、肌身を持って体感してきた。それゆえに、漁民の親戚が多く、また海洋および漁業局に知人もいるという人脈にも恵まれている。また専門は、学部で統計学を学び、博士前期課程では、数理医学の専門性から、ガン進行における反応過程に関する数理モデルを構築したり、カオス解析による心理分析などを行ったりして、臨床への応用に役立つ有用な知見を提供してきた。さらに博士後期課程では、人間環境論の専門性を深めつつ、地域研究に立脚した課題解決型のアプローチに挑戦してきた。このような経験と蓄積により、本研究課題に対して、海洋資源修復における文理を網羅した多面的な討究が可能となったのである。

そこで、前節で指摘した現行の制度設計や研究の方向性における問題点を確認した上で、本研究では、図2に示すように、概して三つの検討すべき研究段階を設定した。

---

<sup>3</sup> 例えば、放流制度や海洋牧場等が実行している。

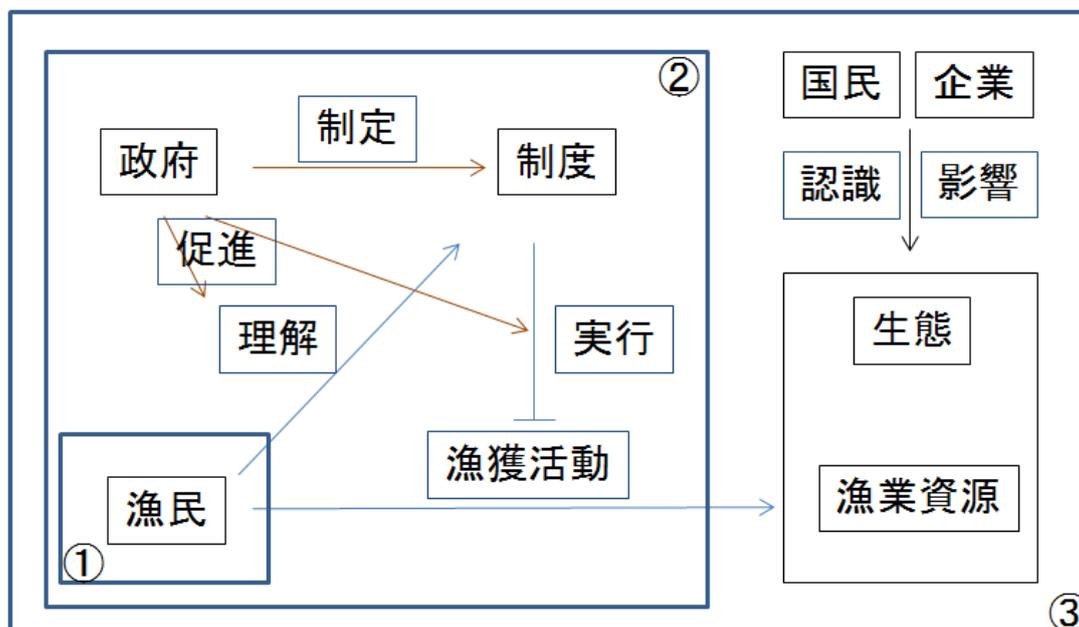


図2 本研究における三つの段階（筆者作成）

（１）舟山海域における漁業資源の減少と漁民の生業変化との関係性の把握（漁民やその家族を取り巻く生活環境の変化から課題を抽出）

（２）（１）の結果に基づき、現行の漁業資源管理制度を再分析し、問題点を具体化するとともに、より現実的な改善案を提起

（３）生態システムに関し、先端科学を駆使しながらより正確な客観的指標を構築するとともに各種連携や国際協力なども視野に入れ、多面的に海洋生態の修復の模索

まず（１）は、研究の基点、つまり、本研究の視座と中心は漁民とし、その生活状況や生産方式の変化並びにそれにより影響を受ける心理状況、また政策や制度に対してどのような意見を持っているかについて、時間的・空間的に描き出すことである。続く（２）は、そこから発展させ、漁民と現行の漁業資源管理制度との関係性から運用上の課題を整理し、漁民主体のシステムの構想を多面的に論じていく。さらに（３）として、漁業資源をさらに生態系の位置づけの中から捉え直し、様々なステークホルダーとの関係性を明らかにしつつ、漁業資源修復への展望を模索していきたい。

これら三つの研究段階に沿って研究を進めるために、舟山における漁業資源の変容の客観的に把握した上で、以下の7つの具体的な課題を討究することが必要になる。

1. 漁民の生活方式・生産方式に関する集団漁業時代と現在の状況の比較分析
2. 生活の変化が漁民・漁民家族の心理面に与える影響とその検証
3. 漁業資源管理制度の実行状況並びに現行制度・生態状況に対する漁民の認識
4. 現行の漁業資源管理制度の限界の具体化とその検証

5. 漁業資源管理制度に対する再考
6. 先端科学知の活用による新しい数理モデルの構築とその可能性
7. 生態に関する総括的な構想

その7つの課題を包括的に検討し、また更なる展望を模索することが、本研究における具体的な目的であると考えている。そしてこれら文理に跨る研究目的を体系化するために、本論文では「システム論」を導入し（詳細は後述）、漁民の漁獲方式や生活方式、さらには海洋生態系といったそれぞれの「システム」について包括的に分析・評価している。そうすることにより、これら海洋資源に関わる広汎な諸現象をシステム論として再構築し、体系的に論じることが可能になるのである。

本研究の特徴として、人間の安全保障を基軸にした実践志向の地域研究に立脚しているため、現地における多角的調査を重視した。まず、政府の公開データおよび浙江省海洋と漁業局課題組の調査研究資料など内部資料を精査した上で、2013年から2015年に掛けて、数回にわたりフィールド調査を遂行した。すなわち2013年12月から2014年1月にかけては、まず漁民の人数・漁船数などの基本情報を得るとともに、漁民に対するアンケート調査（有効回答数172名）を実施した。引き続き2015年3月には、参与観察並びに漁民や漁業関係者、また漁村の村長・書記へのインタビューなどへの質的調査を加えることにより、漁民の漁業資源・生態や漁業資源管理制度に対する認識・意見を具体的に把握することが可能となった。さらに同年9月には、質的調査を補完しつつ、漁民の心理面の影響を客観的に検証する脈波を用いた実験（詳しくは後述）を行った。

さらにもう一つの力点として、本研究では、科学的先端性を有する多様な数理分析を活用することによって、客観的検証並びモデル構築・将来予測などを試みていることである。例えば、ゲーム理論の「囚人のジレンマ」を利用しながら、漁業制度を実行する際の漁民及び政府の利害関係を分析し、さらにその対応策を検討している。またアンケート調査の統計分析を行い、傾向を把握した上で、質的調査に移行した。さらに、常微分方程式を用いた数理モデリング、すなわち、カオス解析による海洋生態システムの評価方法並びに生態モデル並びにシミュレーションによる将来予測を試みている。

他方で、これまでの研究において、指尖容積脈波（以下「脈波」と記述する）から得られる非線形的性質のカオスなどの種々の情報を客観的に分析することにより、精神疾患の診断への活用の可能性を検討してきた<sup>(8)</sup>。脈波から得られる心的状態を示す情報は、概して交感神経と副交感神経より算出される「自律神経バランス」、並びにカオス解析により描き出す「アトラクター（脈波からターケンス埋め込み法によって描く）」と、ゆらぎを計算して求めた「最大リアプノフ指数（近接した2点から出発した二つの軌道が、どのくらい離れていくかを測る尺度の最大値）」である（詳細は第2章で述べる）。専門のコウンセラーおよび精神科医の支援を受けて、様々な病種の精神疾患患者の脈波の測定した結果、精神疾患患者が最大リアプノフ指数は低く、かつ自律神経バランスは高い傾向を示し、分散分

析を行うと、最大リアプノフ指数と自律神経バランスは、いずれも精神疾患患者と健常者の間には有意な差 ( $p < 0.0005$ ) が存在した (図 3)。

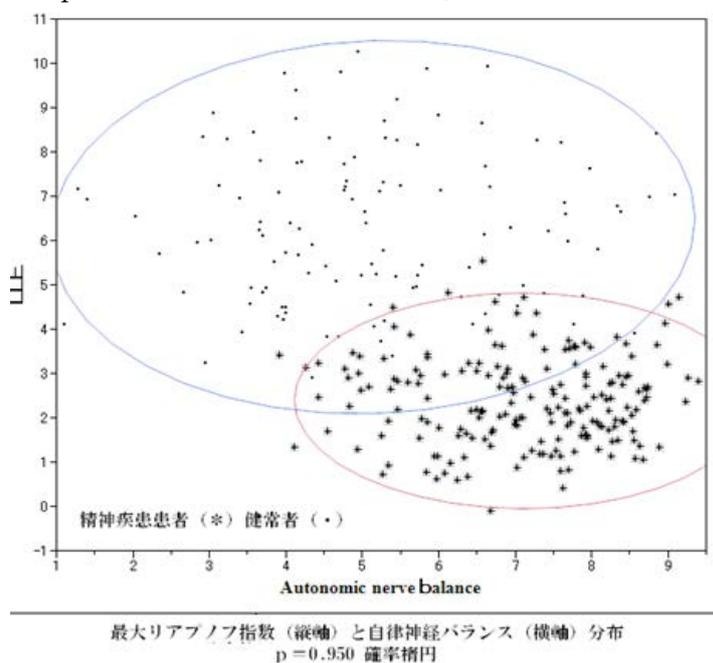


図 3. 精神疾患患者と健常者の分布

また、脈波を二回微分して、加速度のデータを算出してアトラクターを描き出すだけで、精神疾患を患っているか否かを判別できる手法の確立に成功している(図4) (巻末資料「人の心理状態を可視化する試み—脈波におけるカオス解析から判別する精神疾患患者の特徴と実践における新たな展望—」を参照)。

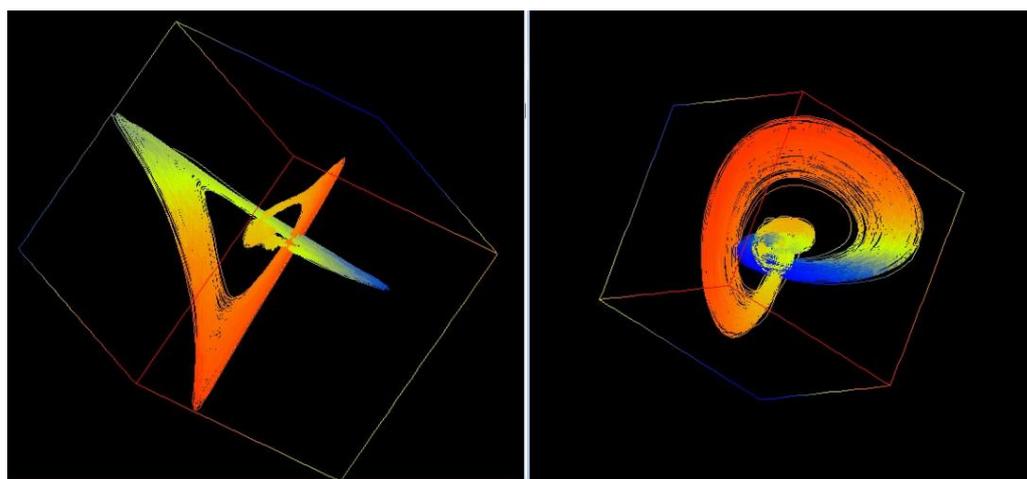


図 4. 精神疾患患者 (右) と健常者 (左) の加速度波のアトラクターの比較

そこで本研究では、漁業における生活の変化が漁民および漁民の家族の心理面に与える影響を、この基礎研究の成果を用いて応用実践的検討をすることも、その重要な構想点と

して位置づけた。

以上、7つの研究課題における現地調査や数理分析との関係性を図5に示した。

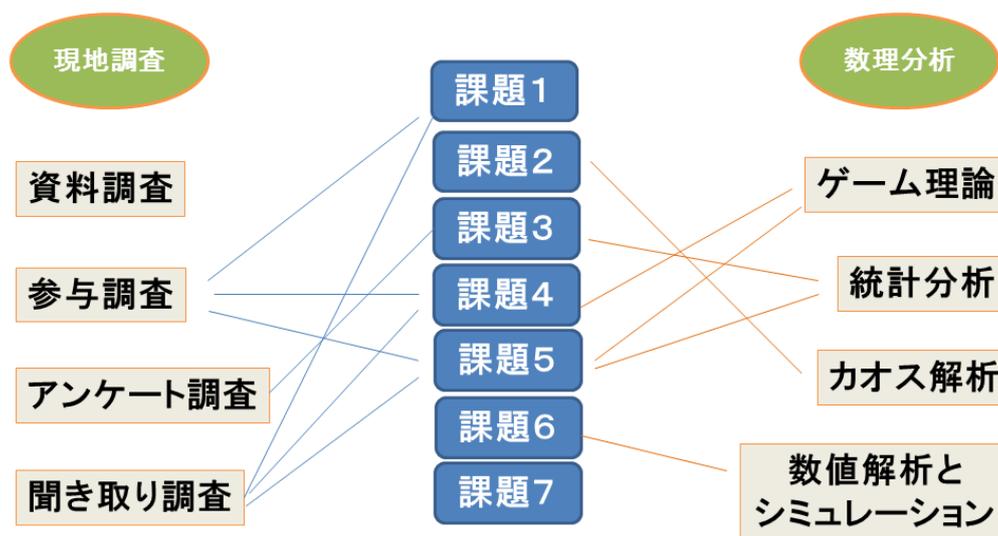


図5 研究方法と具体的な課題

ただし本研究は、課題解決を目指し、前例のない文理融合研究を試みるものであるため、当然ながら、試行である部分も含まれ、今後の状況を見守る必要があることは否めない。しかし、複雑な環境リスクの課題に挑戦するためには、専門分野間の壁を超え、より実践性の高い地域研究に昇華する必要があるとあり、本研究はその一つの試みと可能性を示唆するものであると信じている。

### 第3節 本論文の構成

本論文は、序論および第1章から第4章までの各論、そして終章から構成されている。

第1章は、対象地である舟山の概要と漁業資源の変容を概観しつつ、基本情報や現在の海域の水質汚染状況を把握する。統計データに鑑みると、舟山漁場の生産量はまだ多いと判断できるものの、魚の多様性に変化が起こっていることは、生態系の破壊の深刻さを物語っているといえる。

続く第2章では、漁民の生産・生活方式の変化が漁業資源や漁民の暮らしに及ぼす影響を多面的に検討していく。中国では、これまで集団漁業が続けられ、漁獲船は小型で種も多様であったが、90年代以降、漁獲方式は進化したものの、種々の魚を一手に捕獲する方法に変わってしまったことが明らかとなった。一方、計画経済の時代には、職業選択の自

由がなく、漁業中心の町である舟山でも、体力・能力がある人が優先的に漁獲を割り当てられ、それ以外は別の仕事の従事にさせられた。しかしながら、現在に至ると、他の仕事を続ける人は生活保障の恩恵を受ける一方で、最も過酷な労働を何十年も続けてきた漁民には、漁業資源の減少も伴い、日常のリスクは増えつつあると考えられる。本研究では、資料調査と、聞き取りなどから、漁民を取り巻く環境の変化を分析しつつ、上述の脈波測定により、漁民やその家族の心理状況を検証し、改めて考察を深めることとする。

また第3章では、現行制度・生態状況に対する漁民の認識を把握しつつ、現行制度の限界を具体化していく。本研究では、政府公開データはもとより、漁業局の内部資料などを入手しつつ重点的に検討を加えてゆく。上述のように先行研究は、主として政府や管理者の立場からその合理性を検討するものであり、制度が遵守されていないという問題点を指摘するのみに留まっている。そこで本研究では、舟山周辺漁民へのアンケート調査を実施し、分析を行った。さらに漁業では伝統的な処罰の管理方式が取られているが、ゲーム理論により、制度の限界状況を検証してみる。

さらに第4章では、上記の結果を踏まえつつ、漁業資源・生態の修復を目論む多面的検討を行う。まず、前章と対応させながら、現行制度の再考を試み、これに代わる制度の実行の可能性について分析を試みる。また日本の漁協に参考しながら、実態に即した漁民主体の漁業システムを構想していきたい。さらに、より科学性の高い指針作りのために、先端科学知の活用による新しい数理モデルの構築とその可能性を検討していく。生態状況を分析する際、従来は、汚染物質の測定であるが、こうした手法では、システム全体の安定性あるいは浄化能力を評価することは難しい。本研究では、生態系が複雑系であることに着目してカオス解析を適用し、生態システムの収容力を評価する方法を検討した。さらに、生態モデル並びにシミュレーションによる将来予測を試みる。既存の魚類生態モデルは一元時系列モデルのみしか存在しないため、本研究では生態システム内のそれぞれの因果関係が描写できる連立微分方程式による数理モデルを構築することが、他の研究と差別化される点でもある。

ただし、漁業資源の減少を生態系の問題として拡張した場合、自然科学的技術や方法論だけでなく、当然ながら、社会システムや政治の仕組み等に関して長期的な視野から体系的に分析する必要があり、政府の役割、市民の意識、さらには各専門領域・各部門の協力等についても議論を加えていきたい。

最後に終章において、本研究の総括と今後の課題と展望をまとめていくこととする。

#### 参考文献

- (1) 中国共産党第18回全国代表大会報告
- (2) 舟山市海洋と漁業局 HP <http://www.zsoaf.gov.cn/>
- (3) 桑淑萍, 中国海洋漁業制度管理研究——以青島市为实证分析, 中国海洋大学, 硕士論文, 2008.12

- (4) 方芳、捕捞限额制度实施效果及实施对策的初步研究、中国海洋大学、硕士论文、2009.6
- (5) 陈思行, 日本的 TAC 制度, 海洋渔业, 1998-04, P181-183
- (6) 卢昌彩, 台州市渔船控制和管理现状及对策, 浙江海洋与渔业 2014-6, P19-23
- (7) 张锦国, 陈安, 海洋渔业资源保护问题的思考, 浙江海洋与渔业 2014-6, P30-34
- (8) Yuyu Hu, Wenbiao Wang, Takashi Suzuki and Mayumi Oyama-Higa (2011),  
Characteristic Extraction of Mental Disease Patients by Nonlinear Analysis of  
Plethysmograms, Computational Models for Life Sciences(CMLS), Vol.11, pp.92-101.
- (9) 胡毓瑜, 三好惠真子(2013)「脈波におけるカオス解析の技術開発と展望-中国における心理問題への対処法としての応用開発の可能性-」『大阪大学人間科学紀要』第 40 号,  
P27-46.
- (10) 三好惠真子, 胡毓瑜, 林娟, 雄山真弓 (2014)「人の心理状態を可視化する試みー脈波におけるカオス解析から判別する精神疾患患者の特徴と実践における新たな展望ー」,  
New Food Industry, Vol.57, No.3, pp.43-52.

## 第1章 舟山における漁業資源の変容

本章では、まず研究の研究背景として、主に中国政府の公開データを整理しながら対象地である舟山の概要と漁業資源の変容を概観し、基礎情報をまとめた。さらにそれらを踏まえつつ、現在の海域の水質汚染状況を把握していくこととする。

### 第1節 舟山の概要

舟山は中国東部に位置し、初めての群島で構成される地級市<sup>4</sup>であり、人口は100万人である。舟山群島は中国最大の群島として、大小1390の島から成り、総数では中国全土にある島全体の25.7%を占めている。その陸地面積は1371平方キロメートルであり、海域面積は2.02万平方キロメートルである<sup>(1)</sup> (図1-1)。



図1-1. 舟山の位置 (出典: Google 地図)

舟山市の特色として、「漁港景」が挙げられる。すなわち優秀観光都市として、2つの国家レベルの景勝地と2つの省レベルの景勝地が存在している。中でも、普陀山は中国四大仏教名山の一つであり、観音菩薩が祀られており、舟山には年間360万人を超える観光客が訪れる。また、舟山は重要な港湾都市として、中国を経由する主な海運路線7本のうち、6本が舟山を経由するほか、同群島海域には、15万トン級と30万トン級の船舶の出入りが可能な航路がそれぞれ13本と3本あり、上海港や寧波港などを含む海運ハブが集中する海上交易の要所に位置している。さらに、最も大きな特色として、舟山は古くから「東海の魚庫」あるいは「祖国の漁都」というように呼称されてきた。特に、東シナ海にある舟山漁場は、中国一の規模を誇る漁場として知られている。そして428000キロ平方メートルの大陸棚を有する東シナ海は中国屈指の漁場であり、漁獲量は全国の半分以上を占めている。ここではフウセイ、キグチ、タチウオ、マン氏イカという四大経済魚類をはじめ、500種類

<sup>4</sup> 中国には行政レベルによって、三種類の市がある。省レベルの「直轄市」、市レベルの「地級市」と県レベル「県級市」である。

を超える水産資源を獲ることができる（図 1-2）。



図 1-2. 舟山の四大経済魚類（出典：百度の写真）

その中でも沈家門漁港は舟山漁場の中心であり、ノルウェーのベルゲン港、ペルーのカヤオ港と並ぶ世界三大漁港の一つに数えられ、全国最大の海水製品の生産・加工・販売拠点となっている<sup>(2)</sup>。

## 第 2 節 舟山漁場の基本状況

こうして舟山が豊かな漁場として存在することが可能になる要因は、概して三つあると考えられる<sup>(3)</sup>。まず舟山漁場にある「東シナ海の大陸棚の広さと深さ」が、重要な要因として指摘できる。428000 キロ平方メートルまた水深 200m 程度の大陸棚を有する東シナ海には、浅海が広がり、集光性および養分が豊富であるため、植物プランクトンも十分に発生し、底魚の生息に適し、カレイ類・カニ類等の好漁場となっている。二つ目として舟山は「沿岸流と日本暖流の交流所」であることが挙げられる。日本暖流（黒潮）と沿岸流とが、ここで交流しているが、赤道海流域から北上する日本暖流（黒潮）は、舟山を經由し、栄養塩濃度は低いものの、南の海域を産卵域とする多種の魚類を舟山海域へと運んでいる（図 1-3）。

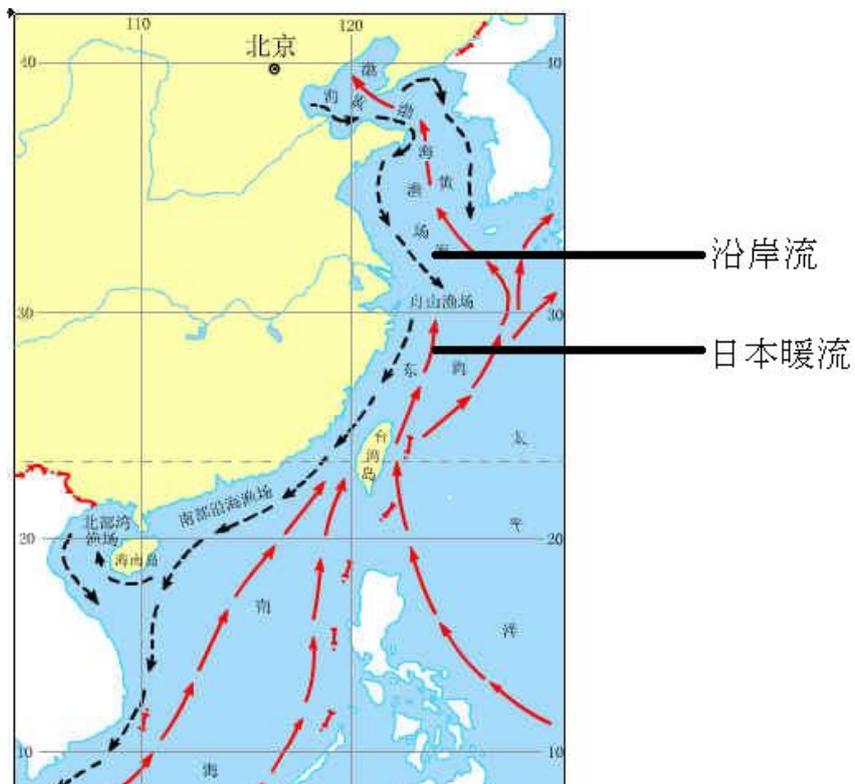


図 1-3. 舟山周辺の海流 (出典：中国国家地理 HP)

三つ目として「長江と銭塘江の流入」が挙げられる。漁業生産力には陸域の存在が大きな影響を与えている。陸域から豊富な栄養塩が供給される東シナ海は、年間を通じて基礎生産力が高く、底魚の好漁場となり、沢山の種類の魚が東シナ海で産卵する (図 1-4)。



図 1-4. 長江と銭塘江の流入

日本の水産庁の資料によると、東シナ海の大陸棚部分は、豊富に流入する陸水の影響で年間を通じて基礎生産力が高いという。人工衛星に搭載された海色センサーを用いて海を観測すると、植物プランクトンの葉緑素に含まれる色素であるクロロフィルの濃度を計測することができる。クロロフィル濃度は、その海域に存在する植物プランクトンの量を表すことから、その海域の基礎生産力を知ることができる（図 1-5）。

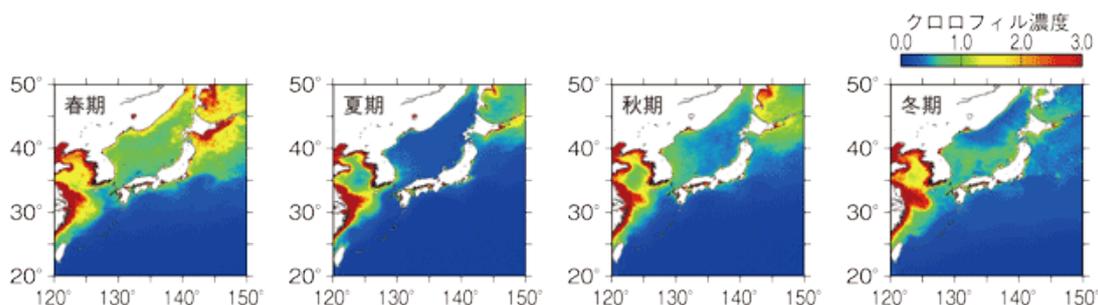


図 1-5. クロロフィルの濃度（日本水産庁 HP）

このように天然漁場と水深の深い港を利用するという好条件により、漁業は舟山の支柱産業となったのである。2013年における舟山の漁業人口は206437人、漁業労働力は103565人、このうち漁獲漁業の専従者は50309人である（舟山市統計年鑑2014）。また、舟山において8617隻の機動漁船の総トン数は、2014年までに111.96万トン、出力は162.48万kwである。2014年の舟山の漁業総生産額は、182.49億元、水製品生産量は166.94万トンである<sup>(4)</sup>。

### 第3節 漁業資源の変遷

まず、舟山の漁業及び漁業に関する変遷を統計データによる客観値の比較にて確認しておく。表1に舟山の漁船数、漁船の総トン数、出力と海水製品産量（網漁業）の変遷を示した<sup>(5)</sup>。

表1. 舟山の漁船数、漁船の総トン数、出力と海水製品産量（網漁業）の変遷

年度	機動漁船			帆船	
	漁船数 (隻)	総トン数 (トン)	出力 (万kw)	漁船数 (隻)	総トン数 (トン)
1951				6517	25590
1953				10018	42017
1954	4	128	0.01	10057	49300
1955	6	208	0.02	10356	54497
1956	50	1780	0.15	10906	58368
1957	157	5009	0.47	11077	61003
1958	253	6984	0.69	10514	58403
1959	648	19674	2.41	9488	54276
1960	695	21202	2.62	9263	50919
1961	776	23791	3.10	8466	46383
1962	914	26412	3.97	7806	40670
1963	1211	38779	5.74	8088	41715
1964	1417	45578	6.84	7522	34877
1965	1762	57279	8.55	6626	28815
1966	1986	66250	9.71	6880	28507
1967	2211	78251	10.88	5957	25338
1968	2390	87314	11.88	5406	28819
1969	2597	93111	12.52	5188	25140
1970	2730	99121	13.71	5010	25175
1971	2818	109210	14.04	5354	26660
1972	2872	116572	14.93	5919	21079
1973	3030	127155	16.16	6139	22995
1974	3213	135596	17.83	5609	22193
1975	3378	143682	19.40	5255	20612
1976	3512	157867	21.36	5196	19972
1977	3685	168832	23.07	4706	18307
1978	3969	171311	24.75	4440	18487
1979	4243	175255	26.01	4225	18414
1980	4906	198255	31.33	3903	16807
1981	5322	207777	33.54	3510	15444
1982	6022	225637	36.98	2977	12851
1983	6840	230061	38.08	3258	12130
1984	7961	236740	39.27	1959	5640
1985	9170	251001	41.77	1247	2378
1986	10001	275687	44.68	759	1429
1987	10232	288056	47.75	651	849
1988	10252	303089	52.40	545	787
1989	10296	308657	58.08	344	400
1990	10538	306291	58.85	554	850
1991	12088	369467	69.70	401	409
1992	12114	417365	80.88	427	485
1993	11928	456196	88.91	508	435
1994	11552	490473	91.82	291	225
1995	12353	635013	115.20		
1996	12148	657177	119.48		
1997	11991	662076	121.21		
1998	11650	719632	131.26		
1999	11252	739985	135.74		
2000	10910	843338	146.79		
2001	10777	892984	152.98		
2002	10333	886026	150.99		
2003	9841	859367	146.85		
2004	9231	826869	141.81		
2005	9103	804165	136.99		
2006	9107	838470	141.50		
2007	8966	849604	141.92		
2008	8851	828808	141.71		
2009	9091	858778	142.22		
2010	8995	871623	141.40		
2011	9086	949028	145.22		
2012	9132	1059945	156.07		
2013	8973	1101121	159.04		

(出典：舟山市統計年鑑 2014)

図 1-6 は、舟山の漁船数の推移を示したものである。

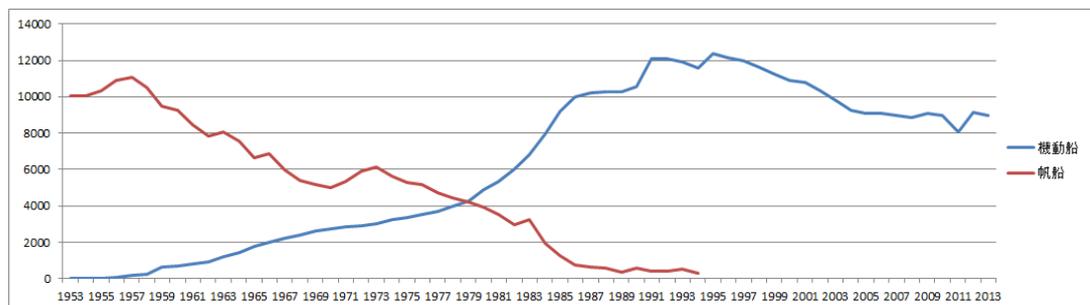


図 1-6. 舟山の漁船数の推移 (出典：舟山市統計年鑑 2014 のデータによって筆者作成)

つづいて図 1-7 に舟山の漁船の総トン数の推移を示した。

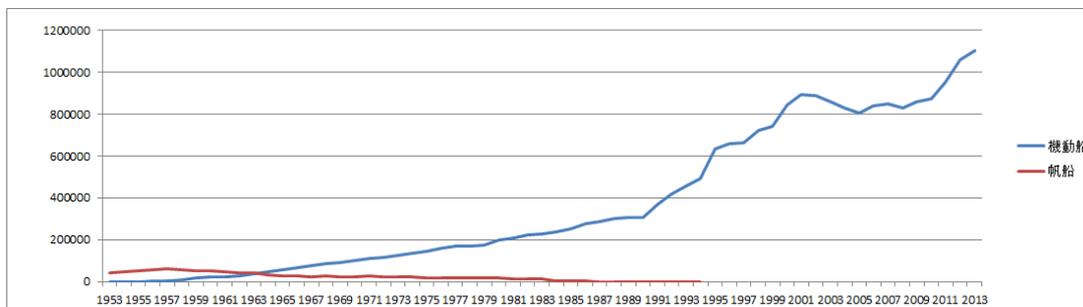


図 1-7. 舟山の漁船の総トン数の推移  
(出典：舟山市統計年鑑 2014 のデータによって筆者制)

また舟山の漁船出力の推移を図 1-8 に示した。

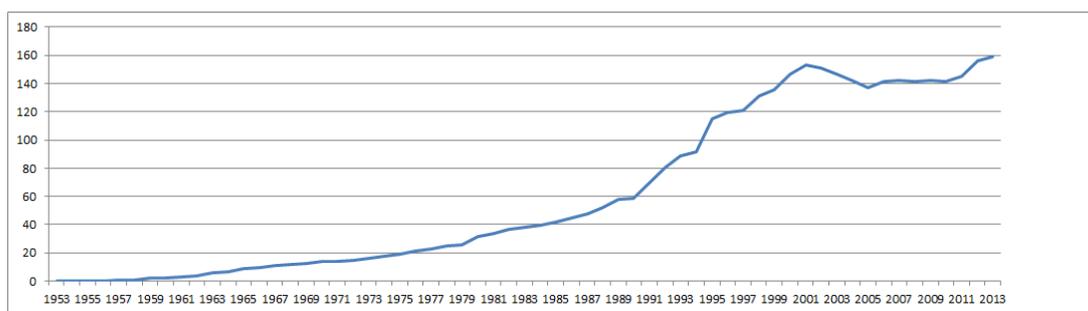


図 1-8. 舟山の漁船出力の推移 (出典：舟山市統計年鑑 2014 のデータによって筆者作成)

一方、舟山の漁獲海水製品産量は図 1-9 に示した。

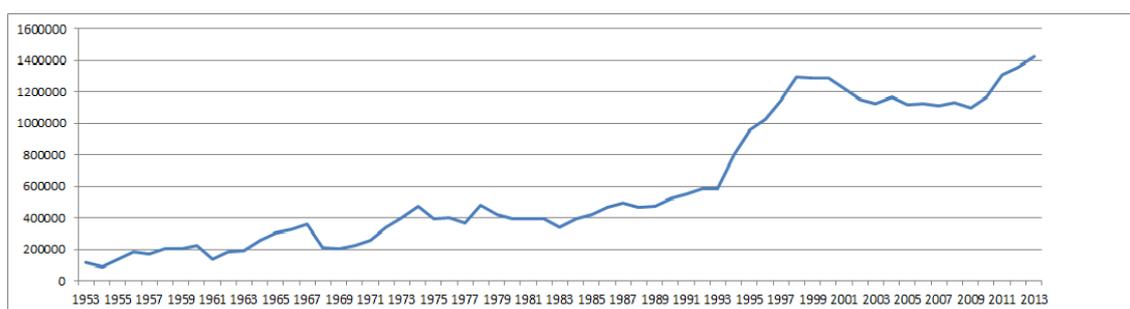


図 1-9. 舟山の漁獲海水製品産量推移  
(出典：舟山市統計年鑑 2014 のデータによって筆者作成)

以上、統計データから分析すると、舟山漁場の生産量は、客観的には多いと判断できる水準のものである。しかしながら、海洋経済が発展するにつれ、舟山漁場の漁業資源は、量・質ともに、著しく低下してきている点を見逃してはならない。すなわち 80 年代からフ

ウセイ・キングチ・イカ・クラゲは漁期<sup>5</sup>を形成することができなくなっており、資源が最も多いタチウオは、量・質ともに低下する傾向を見せている。90年代には、ついにフウセイとマン氏イカが絶滅し、タチウオ、キングチも漁期を失ってしまった<sup>(6)</sup>。

さらに、漁業資源の減少によって、様々の問題が発生している。一つ目は、「食」に与える影響である。これは舟山の市民の食文化に対しても変化を及ぼしており、近年、伝統的魚類は舟山市民の食卓から姿を消してしまったのである。二つ目は、一つ目の問題に連動し、舟山における海洋経済の発展に与える影響である。元来漁業は海洋経済の基礎であり、舟山漁場の中心である世界三大漁港の一つの沈家門漁港は、海産物輸出の面でのダメージも大きいと考えられる。さらに周辺で魚類が食べられなくなると、近年舟山において発展の見られる観光産業にとってもダメージが大きく、観光客を失うことが予測される。さらに三つ目として、近年漁民が遠洋で漁獲することによって、国際的コンフリクトに波及することが少なくない。特に近年の日中関係悪化の直接的な原因は、これによるものであると推察される。最後に四つ目として、海洋汚染、海洋生態の変化という生態系に与える影響であり、自然界の脅威は、現状の我々の現在の認識を超える可能性もあると考えられる。

#### 第4節 現在の海域の水質汚染状況

前節で述べた、舟山における海洋資源の変容を受けて、現在の海域の水質汚染の状況を確認しておく。2014年中国近海海域環境質量公報によると、舟山漁場の水質は、ほとんどの魚類が養殖できず健康被害の可能性も高いとされる劣四類<sup>6</sup>の割合が高くなっている（図1-10）<sup>(7)</sup>。

---

<sup>5</sup> 漁期（中国語：漁汛、英語：fishing season）とは、ある水域である魚類、あるいは他の水生生物が密集し、漁獲が行われる時期のことである。

<sup>6</sup> 中国海水水質標準 Sea water quality standard(GB 3097-1997)によって、中国の海水水質は四類に分類している。第一類から第四類まで水質が劣化し、また、第四類の水質の標準を満たさない場合、劣四類と呼ばれる。劣四類の場合、この海域においてほとんどの魚類は養殖できない、健康被害の可能性も高いと考えられる<sup>(8)</sup>。

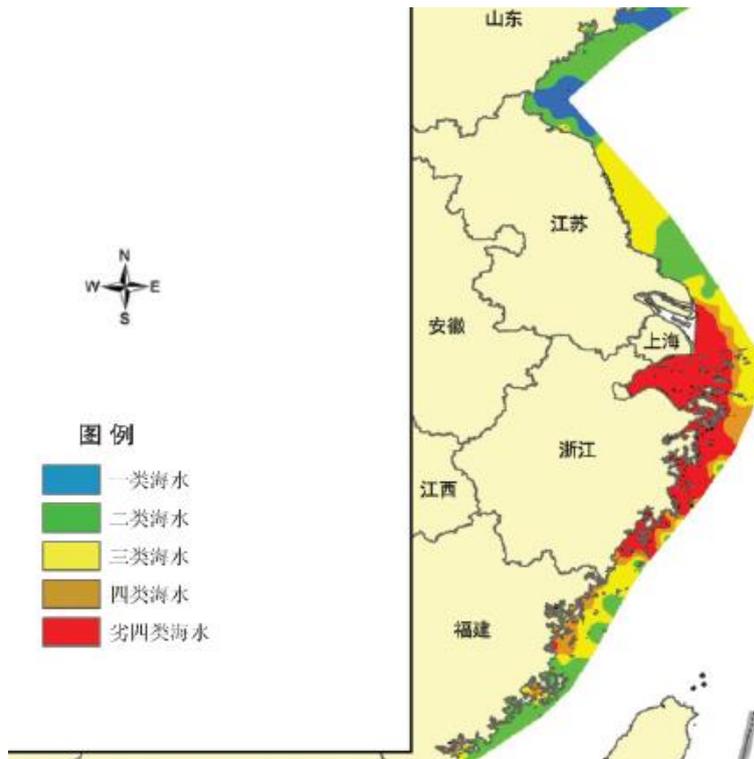


图 1-10. 中国近海海水水质分布 (出典: 2014 年中国近海海域环境质量公报)

四大海区的水质状况を図 1-11 に示したが、その中で、東シナ海の劣四類の割合が一番高くなっている。

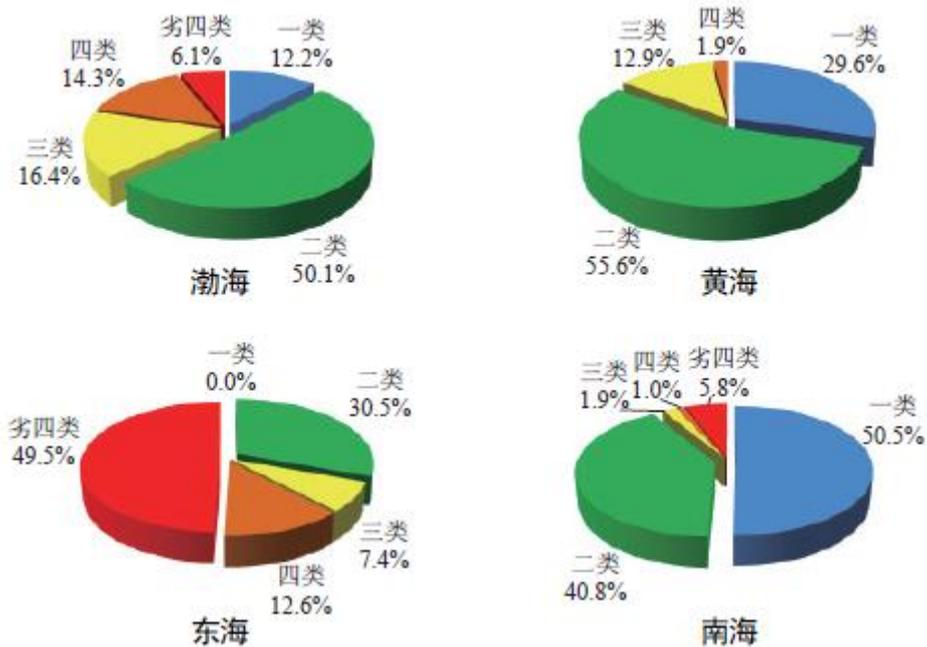


图 1-11. 四大海区的水质状况 (出典: 2014 年中国近海海域环境质量公报)

また、図 1-12 に示す沿岸各省の海域の水質状況から分かるように、上海と浙江の状況は非常に深刻であると言える。

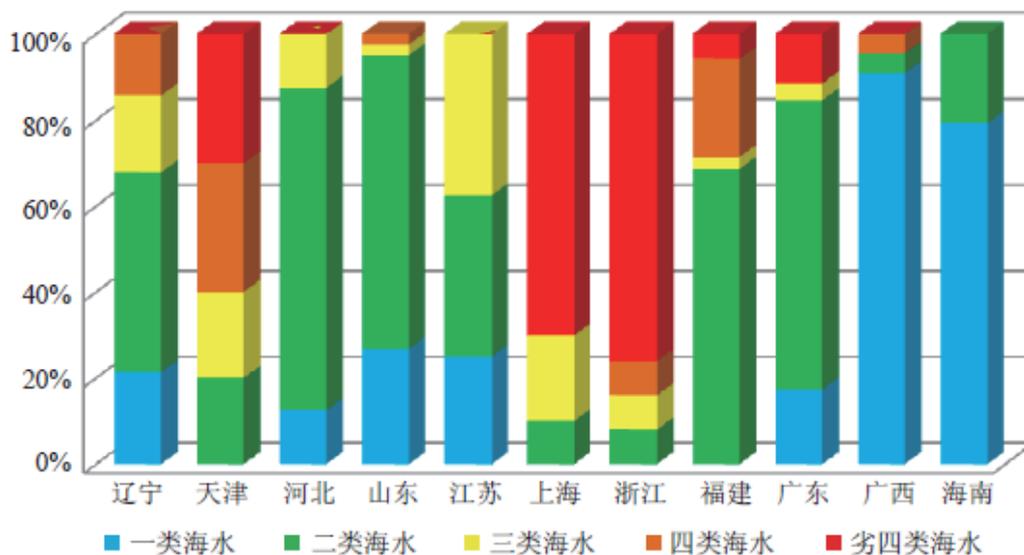


図 1-12. 沿岸各省の海域の水質状況 (出典：2014 年中国近海海域環境質量公報)

さらに、沿岸各市の海域の水質状況を図 1-13 に示した。劣四類の海水の割合によって、舟山海域の水質は、ワースト 5 に入っている。

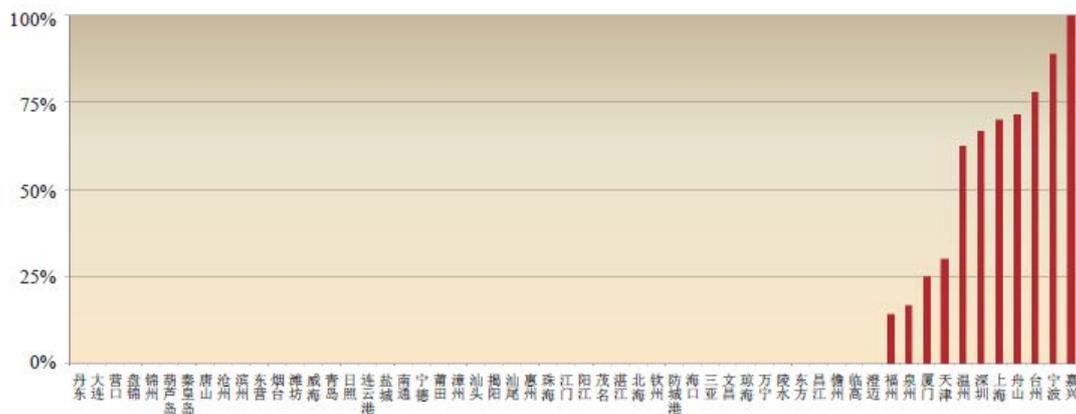


図 1-13. 沿岸各市の海域の水質状況 (出典：2014 年中国近海海域環境質量公報)

次に、主要な汚染物質の種類について調べてみると、無機窒素の濃度が異常に高く、年間の平均値は標準値の二倍であると分かった (図 1-14)。



栄養化を拡大させ、赤潮が頻発し、漁獲高は減少して生態系の秩序に不可逆的な変化をもたらす一方、沿岸地域の住民の健康状態をもむしばんでいる。

#### 参考文献

- (1) 舟山市政府网 HP : <http://www.zhoushan.gov.cn/web/>
- (2) 舟山市海洋と漁業局 HP : <http://www.zsoaf.gov.cn/SY006.html>
- (3) 日本水産庁 HP : <http://www.jfa.maff.go.jp/>
- (4) 舟山市 2014 年国民経済と社会発展統計公報
- (5) 舟山市統計年鑑 2014
- (6) 舟山漁場の海洋資源を蘇らせる一地域ぐるみの取り組み、人民画報 2004-10
- (7) 2013 年中国近海海域環境質量公報
- (8) 中国海水水質標準 Sea water quality standard
- (9) 中国環境保護部 HP : <http://jcs.mep.gov.cn/>
- (10) シップ・アンド・オーシャン財団編、海洋の平和維持と環境保護のための法的・政策的枠組みと行動計画、海の安全保障その 2 : 海洋環境の保護陸上起因による海洋汚染—東シナ海、中国、国際会議「地球未来への企画“海を護る”」会議録、2002.11、日本財団図書館 (<http://nippon.zaidan.info/index.html>)

## 第2章 漁民の生産・生活方式の変化が漁業資源や漁民の暮らしに及ぼす影響

漁業資源の変化が漁民の生活・生産に与える影響は大きく、両者は密切な関係性があると考えられるが、先行研究において、中国の漁民の実情を考察する研究はほとんど見当たらない。しかし、漁民の生業や個々の状況（生活状況・生産方式・心理状態・感覚や認識）を包括的に把握することは、漁業資源を修復してゆく上での重要な鍵が隠されていると考えられる。また抽出された課題に基づき、より現実に即した対策を考案できるとも考えられる。

よって、本章では、まず現地資料を分析した上で、参与調査および聞き取り調査を遂行することにより、漁民の生業やその変化について、具体的に把握していく。さらに漁民の生活方式・生産方式に関して、集団漁業時代と現在の状況とを比較することによって、漁民の漁獲方式および漁民家族の生活方式は、双方共に「単一化」の傾向にあることが見えてきたため、それを具体的に整理しつつ説明する。他方で、第2節では、我々のこれまでの研究実績でもある人々の精神状態を可視化しシステムの安定性を分析できるカオス解析（巻末の資料参照）を用いて、漁民・漁民家族の心理状況を検証することにより、生産方式・生活方式との関係性の考察を深めていきたい。具体的には、特に漁獲方式の変化により、依存が大きくなったと考えられる「飲酒」について、漁民の飲酒の機会に、その行為が与える影響についてカオス解析により確認する。また生活様式が漁民と同様に変化してしまった漁民の家族の心理分析も検討してみる。

### 第1節 漁獲方式の変化と漁民の生活様式の変容—嵯山島の漁民を事例として

序章に述べたように、漁民の漁獲活動と漁業資源の変化には相互の因果関係があると考えられる。また第1章で説明したように、舟山においては、70年代から漁業資源が減少しはじめ、90年代には伝統的経済魚類は殆ど漁獲できなくなってしまった。そこで、本節では、漁業資源の減少により漁民はどんな影響を受けているのか、また現在の生活はどのような状況であるかについて、嵯山島の漁民を事例として調査・分析を行った。

嵯山漁場は、舟山漁場の中で漁業資源が最も豊富な漁場である。嵯山島の面積は4.22平方メートル、人口は8872人（2014年）である。また嵯山島の住民の7割以上が漁業に従事しており、漁船は436隻有し、舟山において漁業が最も発達している場所である。資料によると、1983年に、嵯山漁場において漁獲を行っている漁船は9900隻に、また漁民の人数は15万を超える状況となったとされる<sup>(1)</sup>。その一方で、現在は漁業資源減少の問題に直面し、最も影響を受けているのも嵯山の漁民ではないかと推察される。そこで、嵯山島、また嵯山の漁民を対象として、参与調査と聞き取り調査を実施した（2015年2月～3月および2015年9月の調査結果）。

嵯山島（嵯山漁場）において、島の街を歩き、漁民の住居を訪ねながら、漁民と食事をしながら会話したり、港湾の観察、漁船への乗船などを行ったりした。また同時に漁民、

漁民の家族、漁業関係者、一般市民への聞き取り調査<sup>7</sup>も実施した。

インタビューの対象者は全員で10人程度であり、方法は、非構造化インタビューである。調査言語は、中国語である。また特に以下の8人の対象者については、時間をかけて詳細に聞き取りを行った。

1. Xさん 47歳 漁民
2. Lさん 69歳 漁民
3. Jさん 36歳 漁民
4. Yさん 46歳 海水製品加工・販売者
5. Dさん 42歳 プロの釣り師
6. Hさん 65歳 公務員定年（若い時漁業加工の仕事した）
7. Wさん 63歳 医者定年（両親は漁民）
8. Nさん 71歳 漁民（現在は漁獲していない）

### 2-1-1 漁民やその家族の生活の実情と生活様式の変容

生活の実情について考える際、中国語では「衣食住行」と表す。つまり、衣食住と交通である。そこで本節では、「衣食」と「住行」とに分け、また仕事と娯楽についても加えつつ、漁民の生活実情に関して考察してみることにする。

#### 1) 衣食

上述のように、嵯山は、漁民の島である。図2-1に示すように、漁民の服装は質素である。漁民の場合、老人はもちろん、若い人であっても「おしゃれ」、あるいは「ファッション」を追求する意識はあまり見られない。そのため、この島の中には高級百貨店や専門のブランドのお店等は存在しない。むしろ、衣類を仕立て販売する旧来の店舗は残っている。よって漁民にとって服は、生業と関連した実用品と見なしているものと推察される。



<sup>7</sup> 聞き取り調査前に、調査の目的、調査方法について、調査対象者に説明し、また調査結果の利用について、例えば写真の掲載、その許可を取った上で、調査を行った。

図 2-1. ある漁民とその奥さん（2015 年 2 月筆者撮影）

食事に関しては、調査時期が中国の正月にあたる春節であったため、図 2-2 と図 2-3 に示した食卓は普段より豪華であることが予想されるが、食事の種類については普段と変わらないと考えられる。つまり、漁民にとって主要な食は魚類であり、この食習慣は漁業中心であるゆえ昔から続けられてきたといえる。野菜や肉については、食卓に上ることがまれであるため、栄養的にはバランスの問題があるかもしれないが、ここに住む人々にとっては、それらは贅沢な食材として扱われているのである。



図 2-2. 漁民の食卓（2015 年 2 月筆者撮影）



図 2-3. 先に用意した晩御飯（2015 年 2 月筆者撮影）

しかしながら、この正月の豪華な食事に対して、漁民は不満を漏らしていた。現在の魚類の質は、90 年代前と比べると低下しており、また何よりも、食卓にのぼる魚の種類が変わってしまったという。つまり、伝統的魚類が食卓から姿を消し、代わりに、昔であれば食べなかった（食べたくなかった）であろう種類の魚<sup>8</sup>までを獲り、食べなくてはならなくなったという。

<sup>8</sup> 例えば、鮫鱈、蝦蛄などを食べなかったが、現在にレストランの人気料理となった。

## 2) 住行（住居と交通）

嵯山島の大部分が山で占められているが、山間にある一つの通りが整備・開発されたため、その周りには、ホテル・スーパー・病院・政府機構・様々なお店と施設などができてきた（図 2-4）。



図 2-4. 嵯山の通り（2015年2月筆者撮影）

現在は観光業が発展し、ホテルやレストランが増加しており、街もかなり洗練されてきた。一方、漁民の住居について、かつては通りに隣接するかたちで存在していたが、山の開発によって山麓から山の中腹まで、より高く広い住宅が建てられている。



図 2-5. 漁民の部屋（2015年2月筆者撮影）

住居内部はかなり広いものの、設備面ではまだ不完全であるという印象を受ける。特に上下水道に関して問題が残っており<sup>9</sup>、外来の人にとっては不便さを感じさせるのではないかと推察される。

交通については、2010年頃に隣の枸杞島との間に橋ができたので、車を買って移動する人も徐々に増えたものの、舟山本島との渡し船は一日に一回であり、5時間以上かかるので、総じて不便であるといえる（図2-5）。

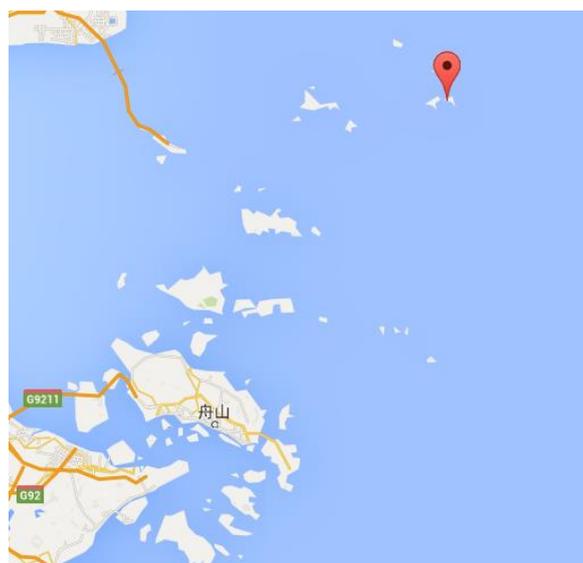


図2-6. 嵎山島の位置（出典：Google 地図）

こうした交通面での影響により、嵎山の物価は高く<sup>10</sup>、また外部との交流が少ないと考えられるため、環海性ゆえの当地の習慣、生活方式が長い間に続いてきたと推定される。

### 3) 仕事と娯楽

漁民の仕事は漁獲が主であるが、集団漁業時代<sup>11</sup>には、漁獲だけではなく加工の業務もあり、加工の方は女性が分担していた（後述する漁民からの聞き取り調査結果も参照）。当時、一部分の魚類は、生産隊<sup>12</sup>が直接領収し、一部分の魚類<sup>13</sup>は加工してから生産隊に引き渡していた。つまり、男女共に漁業に関する仕事に携わっていた。しかし、現在、生産隊は倒産し、すべての魚類を直接水産会社に販売しているため、加工を担当する女性の仕事は消滅してしまった。また、地理的条件の制約から、嵎山島では漁業以外の産業は、観光業の

<sup>9</sup> 例えば、筆者の調査対象者の部屋は正規な下水道がない、服の洗濯の廃水は前に（小道）排出するが、台所廃水、排泄物は後に（山）排出している。

<sup>10</sup> 基本生活品の値段が特に高い、例えば、果物、インスタントラーメンなどは杭州の1.5倍である。

<sup>11</sup> 集団漁業は1958年から1994までに存在した生産形式であるが、1984年から個人の生産活動をはじめ、1990年から主要な生産方式となった。よって、本論文には、集団漁業時代は集団漁業が主要な生産方式の時代、つまり1958年から1990年までの時期である。

<sup>12</sup> 中国の農村の地方政治・経済上の単位であり、生産資料を所有し、国家の計画によって、生産活動を行う。1984年に人民公社の〈政社合一〉を解体してから郷政府と分離し、生産組織となった。

<sup>13</sup> 特にイカとクラゲ、ほとんど加工済みのものを渡す。

みである。しかしこの観光業も、漁業から強い影響を受けるうえ、季節によっては休業を余儀なくされることが少なくない。したがって、現在では、女性は家事に専念し、また魚網の修繕等を行って生活を支えるのが一般的である（図 2-6）。

一方、生産隊の代わりに出現した水産会社<sup>14</sup>で働く漁業関係者が増加している（図 2-7）。よって、当地において漁業中心の発展方向性には変わりはないのであるが、漁業における業種に変化が出てきていると言えよう。



図 2-7. 魚網を修繕している婦人（2015 年 2 月筆者撮影）



図 2-8. 海水製品を運んでいる漁民（2015 年 2 月筆者撮影）

次に、漁民の娯楽について触れておく。漁獲を行わない時期の漁民の娯楽は、ポーカーと麻雀のみであり、漁民の家族についても同様である。島中に、一般に見受けられる娯楽

---

<sup>14</sup> 集団漁業時代、水産会社は国有会社であったが、現在民間企業が増え、その業務の内容は主に海水製品の売買、加工である。

施設、例えば映画館、博物館、遊園地、ゲームセンター、カラオケ等はなく、公園・体育館・あるいは専門的な運動場所等は存在しない。この理由は、一つは漁民の習慣的要因から市場がないことと、もう一つは地理的な要因<sup>15</sup>により沢山の種類の施設が建設できないことが考えられる。

以上の調査結果を総合的に踏まえると、以下のことが分かってきた。

- 1) いったん漁業に就業すると、転職が困難になる。
- 2) 漁業人口の中には労働者の割合が低く、現在女性は漁業の仕事に関わっていない。
- 3) 基本的に、漁民の生活の水準は悪くない<sup>16</sup>。
- 4) 基本的な生活で生じる消費以外には、消費への意欲が高くない。

### 2-1-2 漁民の語りから見える漁業資源変容への懸念

第1章では、漁業資源の変容を、主として資料や統計データを用いて考察してきたが、ここでは、漁業の変容を自身の生業の中で体得してきた漁民の語りから描写しつつ、その関係性を分析してみたい。

先ず、年老いた漁民への聞き取りから、人々は、集団漁業時代の漁獲の盛況（図2-8）を懐かしんでいることがわかってきた。



図2-9. 集団漁業時代の漁獲の盛況（2015年2月博物館にて筆者撮影<sup>17</sup>）

<sup>15</sup> 平地が少ないので、有効に利用する必要があり、また、大型の施設の建設が難しい。

<sup>16</sup> 生活の水準というより、収入が悪くないと適当である。例えば、筆者の調査対象者の年収は10万円から15万円であり、労働者として町の市民を同じレベルである。

「昔は、イカはととても多く、一回で 500 ダン<sup>18</sup>が獲られた。嵯山の記録は私が持っている。一回に 1600 ダンを獲ったときのことで、これは私が 18 歳のことだ。(L さん)」

「昔は、フウセイは毎年 3 月に、舟山漁場に来ていた。とても多く、海面に浮かび、大きい音がしていた。だから、探す必要もなかったし、取るのも簡単だった (N さん)」

「現在、珍味と見なしている魚は、昔は皆全く食べなかった。肥料が必要な時に、港湾で沢山拾うことができた。あの頃は、魚が多すぎて、水産会社は雑魚が要らないので、漁民は獲っても分類する時に普通に捨てていた。蟹もよく捨てた。(M さん)」

「昔の漁獲に出発する時の光景は今でも印象深い。『五省二市、四方八方、10 万漁民上戦場』という言葉で形容していた。特に福建省の人は、冬でも、靴を履かない。(M さん)」

また、漁業資源の減少に対して遺憾の気持ちを覚えつつも、その要因に関しては冷静に分析していることも分かった。

「私が小さい時は、様々な魚がいたが、30 歳頃 (1977 年頃) から少なくなった。最初はイカで、次はキグチ、キグチの後はフウセイだ。フウセイは群れをなし、舟山漁場に産卵にくる。昔我々は舟山で獲っていたが、漁群探知機が使用されるようになってから、正月から二月の途中で未産卵のフウセイを大量に獲るようになり、その後フウセイはすぐ獲れなくなった。イカが獲れなくなった原因はいろいろあると思っていて、例えば、定置網のせいでも小さいイカが獲られ、これを全部捨てたりする。そして、魚籠でイカの卵を一杯獲ることができるが、これも影響がある。しかし、イカはいきなりなくなってしまって、確かに不思議だ。キグチはフウセイと同じだ。9 月・10 月に、よくハタを釣りに行った。昔はハタもとても大きくて多く、一人で普通に漁獲して 30kg くらいは獲れた。一本、小さくても 250g 以上で、大きいものは 2.5kg くらいだった。90 年代から少なくなって、21 世紀にはいなくなった。これは釣りのせいではなく、流し網のせいだ。(L さん)」

さらに、現在舟山漁業の海水製品に異変が起こっていることも読み取れる。

「今年の 6・7 月に、蟹の値段は 5 元/500g 以下になり、1~2 元の時もあった。蟹の値段は、高い時は 1~2 百元になる。なぜ今そんなに安いかというと、蟹が多過ぎる。(Y さん)」

「近年、タチウオも買えなくなってしまった。レストランの知り合いから聞いたのは、現在売っている舟山のタチウオは実は偽物で、ベトナム産のものだそうだ。(H さん)」

以上、漁民からの聞き取り調査の結果をまとめると、当地の漁業資源の変容について、

---

<sup>17</sup> 博物館の許可を取り、撮影した。

<sup>18</sup> 1 ダンは 50kg である。

概して以下の三つの事柄を把握していることが明らかとなった。

- 1) 漁獲対象が、伝統的経済魚類から雑魚類へと変わってしまった。
- 2) 漁獲した海水製品の割合について、主要なものが魚類から甲殻類に変化してきている。
- 3) 当地の人々の口にする食材として、地方産の製品が減っている一方で、外来の製品が増えている。

### 2-1-3 漁獲方式の変化

90年代まで舟山では集団漁業を行っていたが、その様子は、以下の意見からも垣間見ることができる。

「すべての漁民にとって、捕った魚は全て集団のものであり、公社のような方式で、労働も分配された。一つの船で、だれがリーダーでだれが櫓を漕ぐか決めるのは大隊の書記だ。給料は『予支』と呼ばれ、産量と関係なく、職務によって少し違う。大部分の魚を大隊に与えた後、一部分を手元に残すことができるが、この魚は売ることができず、家族で食べることしかできない。自分のために漁獲することは『資本主義の尻尾』と呼ばれて、禁じられた。特に、入社した正式な漁民なら絶対に無理なことだったが、入社する前、あるいは女子なら、そこまで厳しくはなかった。私が小さかった頃、貝類で副業をやっていたこともある。(Wさん)」

上記にも述べたが、性別に注目すると、女子は漁獲できないが、同じく生産活動を行ってきた様子がうかがえる。

「女子は漁獲できない。しかし、彼女たちは同じ生産隊で仕事をした。漁獲をやっている私たちは『前方』と呼ばれるが、彼女たちは『後方』で、20人1組で加工をやっている。イカなど全ての処理を済ませて、国に売ることができる。(Lさん)」

当時は集団のために、主に「揺櫓」(図2-9)と「双拖」(図2-10)という漁獲方式であった。



図2-10. 「双拖」(2015年2月筆者撮影)



図 2-11. 「双拖」の参考図 (2015 年 2 月博物館にて筆者撮影)

「揺櫓」は 3 人で人の力で動く、とてもシンプルな漁獲方式で、漁獲対象はイカである。「双拖」は二隻の漁船が必要である。一隻は「围船」、8 人が乗船し、魚を取り巻くために走る。もう一隻は「網船」(図 2-11)、24 人が乗船し、網を引くことを担当し、二隻の漁船が協力し、漁獲した。「双拖」の場合、漁獲対象はフウセイ、タチウオ等の魚類である (L さん)。」

またこうした期間は、漁業資源がとても多く、以下の語りからも、時期によって捕れる魚が異なっていたことが推察される。

「立夏から 5 の月末まではイカ、正月、二月はキグチ、三月、四月はフウセイ、秋の時はタチウオだ。(L さん)」



図 2-12. 「双拖」の「網船」(2015 年 2 月博物館にて筆者撮影)

他方で現在の漁獲方式は、集団漁業時代と比較すると、著しく変化してきており、特に漁獲方式の進化が、魚の数や種類にも影響を与えていることが読み取れる。

「現在の漁獲方式はいくつかある。嵯山の漁民はほぼ『拖虾』と『カニかご』だ。それ以外は引き網と定置網である。引き網なら昔は『双拖』だったが、現在はほとんど『単拖』だ。定置網も、伝統的な定置網より「帆張網」<sup>19</sup>（図2-12）と呼ばれる方式だ。帆張網のあだ名は『レーダー網』とよばれ、先端の漁獲方式であり、この網口の方向は海流によって変わる。つまり、一日中どんな方向からの魚も、どんな種類の魚も全部取ることが出来る。網の長さは5・6百メートル以上で、さらに近年一つの船が備えている網の量も10個以上だ。この方式を使うようになってから、魚は急に減少している。それ以外に、流し網・刺し網などの漁獲方式があるが、舟山の漁民はやっていない。（Jさん）」

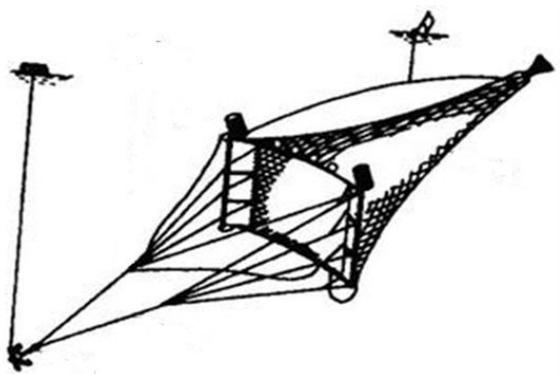


図2-13 帆張網の参考図（出典：江苏省海洋渔业指挥部 HP）

「私は90年から釣りを始めた。仕事を始めてから、一度辞めたことがある。04年から、機動船の釣りを始めた。これは実際には外来の漁獲方式だが、嵯泗は天然の好漁場だから、近年この漁獲方式がよく発展している。釣り師もよく増え、専門の会社もできて、目標はスズキ・鯛・ハタ・マグロなど高価な魚類、特に岩礁やサンゴ礁の所で生きているハタなど網で取りにくい魚だ。一般の漁獲方式と違い、釣りと関係のある規定はあまりなく、休漁期はない。（Dさん）」

「我々の『拖虾』の場合、電気パルスを使う（図2-13）。金属管の中に蓄電池と電極線がある。確かに、このような装置を使うと、稚魚が死んでしまうことがあるが、使わないと魚が取れない。（Xさん）」

<sup>19</sup> 「帆張網」は嵯山漁場にある漁獲方式であるが、嵯山の漁民は使わない。



図 2-14. 電気パルス（2015 年 2 月博物館にて筆者撮影）

最後に、90 年代から漁民は自分のために漁獲を始め、漁船もだんだん大型化し（図 2-14）、より先端な設備も配布されたが、漁獲活動自体は楽になっていないことが分かった。



図 2-15. 現在嵯山の大型漁船（2015 年 2 月筆者撮影）

「昔はイカを取るため、毎朝 3・4 時に起き、その時には朝ご飯がもう母によって用意されていた。朝ご飯を食べてから、ご飯とお酒を持って出発し、一日がかかって、晩の 6・7 時に帰る。フウセイ・キグチの場合、機帆船だから、船で寝ることになった。天気がいい時は、3 日に一回帰った。一隻の船に 24 人がいて、それぞれの仕事をしている。(L さん)」  
「私が 18 歳の時に、イカはもうなくなった。26 歳の時、1 人 4 万元で、5 人で一緒に 120 馬力の船を買い、2 人雇って、7 人で 50 海里以内の所で漁獲（拖虾）をした。近年、漁船もよく新調し、現在の漁船は 612 馬力だ。設備が先端化していて、いろいろなことは機器でできる。現在我々の仕事は魚類を分けることになった。一回網を引いたら、魚を分類するために 4 時間が必要で、休みの時間は全然ない。あるいは、睡眠以外、全部魚を分類している。(X さん)」

#### 2-1-4 漁業方式並びに漁民の生活のシステムの安定性に及ぼす単一化の問題

以上のような聞き取り調査の結果により、嵯山の漁民の漁獲方式・漁民家族の生活様式さらに漁業全体に関して、集団漁業時代と現在とを比較すると、表 2-1 のようにまとめられる。

表 2-1 集団漁業時代と現在との比較

	集団漁業時代	現在
漁業全体	国、生産隊のために漁獲	個人の裁量で漁獲
	船を含め、すべての生産資源は生産隊のもの	船は数名の資金を合わせて購入
	漁獲した魚は生産隊のもの	漁獲した魚は個人のもの
	収入が安定 <sup>20</sup>	収入が不安定
	男女共に仕事に関わる (男性漁獲、女性加工)	男性漁獲、女性仕事しない
	水産会社は国有会社	民間の漁業会社(水産会社)もある
	漁獲は重労働であるが荣誉ある仕事	子供に漁獲はさせたくない
漁獲方式	漁獲対象は時期によって決める	漁獲対象はすべての魚類
	漁獲方式は漁獲対象により決める	漁獲方式は決められている(拖虾)
	漁獲方式によって、作業時間を決める (一日帰る、三日に帰る)	作業時間を天気で決める(強い風がないと帰らない)
	漁獲場所が近海	漁獲場所が遠洋 <sup>21</sup> になっている
	作業の種類が多い	作業の種類が単一
生活様式	大家族として一緒に生活	それぞれ自分の部屋を持つ
	昼は皆仕事をするが、晩は一緒に暮らす	男性は船、女性は部屋、子供は他の島の場合が多い <sup>22</sup>
	生活水準は本島の市民と同じ	生活水準は高くなっているが、漁民以外の職業の市民との格差が大きい

集団漁業時代と現在との比較により、ある種の傾向が見えてきた。すなわち、漁民の漁獲方式、漁民家族の生活方式、さらに漁業といったそれぞれの「システム」は単一化の方向性に向かっている点は、留意すべきであると指摘したい。

「システム(system)」という言葉に対する厳密で統一的な定義は存在しないものの、一

<sup>20</sup> 計画経済時代、収入が安定というより製品・生産資料を分配される。

<sup>21</sup> ここで遠洋とは伝統的な漁獲場所より遠い所であり、遠洋漁業を異なる。

<sup>22</sup> 1995年、嵯山中学が事業を停止し、これから中学以上の子供が就学するため、他の島に移住となった。また、よりいい教育を受けるため、小学から他の島に移住子供も増えている

般的な概念として、相互に影響を及ぼしあう要素から構成されるまとまりや仕組みの総体を示すものである<sup>(2)</sup>。つまり、システムにとって、要素だけではなく、要素の動き、あるいは、要素の作用によるシステムの動きが重要になると考えられる。

一方、要素の単一化は、「要素が空間的に単一化する」ことと、「要素が時間的に単一化する」ことの二つに分類されている。以下、それぞれ本課題と照らし合わせて検討してみる。

### 1) 要素が空間的に単一化する

要素の空間的単一化とは、要素の種類が少なくなり、システム自体が単純になると想定される。そうすると、それぞれの要素からの影響力が変化し、バランスが変動するかもしれないし、また、システムの外来の影響を受けやすくなり、消滅する可能性も高くなると考えられる。生態系の場合、種間関係の多様性が生態系をささえると考えられている。すなわち 1972 年の May の報告<sup>(3)</sup>を代表とし、多くの理論研究において、生物種の数が多いほど、また、種間関係を結んでいる生物種のペアの数が多いほど、生態系の安定性保たれることが予測されている<sup>(4)</sup>。一方、孔子は人間社会について、「和して同ぜず」と述べている<sup>(5)</sup>。元々この言葉の意味は「他人と調和をするものの、他人に媚びたり流されたりしない」ことを意味している。さらにそこから派生して「皆が同一になる時、全体的として安定しない」ことも紐解かれる。

こうしたシステムの概念を踏まえて、漁業システムを捉え直してみると、漁業システムは、生態と社会との双方の性質を有し、また、特に強い外部性<sup>23</sup>の影響を受け、漁民から漁民への影響、漁民から漁業資源への影響、また漁業資源から漁民への影響が強まっていくものと考えられる。よって、この具体的な影響並びにこれらの関係性については、第 3 章で事例を挙げつつ詳細に検証し、また第 5 章にて総括的に論を深めていく。

### 2) 要素が時間的に単一化する

要素の時間的単一化とは、時間的に変化しないことを意味する。要素が変化しない状態が続くと、要素自体が異変を余儀なくされる。特に生体の場合、刺激による感覚が不足している場合、自ら刺激を発生させ、激しく爆発する可能性もあると考えられている<sup>(6)</sup>。ヘロン、W.の行った感覚遮断実験<sup>24</sup> (Hebb,1957) から、人が正常な心理状態や認知機能を維

---

<sup>23</sup> 外部性 (英: Externality) は、ある経済主体の意思決定 (行為・経済活動) が他の経済主体の意思決定に影響を及ぼすことをいう。他の経済主体にとって不利に働く場合の外部性は負の外部性である。漁業の場合、強い負の外部性があると言われる。

<sup>24</sup> 被験者は、目隠しされ、耳栓をつけ、手には筒をはめて物を触ることができないように抑制されている。食事とトイレ以外は柔らかいベッドの上で寝ていることしかできない状況に置かれ、視覚・聴覚・触覚刺激の入力を極力制限されている。被験者は何もすることがないので、はじめのうちはよく眠っているが、目が覚めるとだんだん落ち着かなくなり、何かを目にしたり耳にしたり、触ったりしたいという欲求を感じるようになる。こうした状態が 2、3 日続くと、思考に乱れが生じてまとまらなくなったり、物をきちんと考えることができなくなったりし、また身体的にも違和感などを訴えるようになった。さらに感覚遮断が続くと、人によっては幻覚が生じたり、妄想が浮かんでくることもある。

持し、心身共に健やかであるためには、ストレスがまったくないことが良い訳でもなく、適度な刺激にさらされること、そして外界からの刺激に反応して自ら現実世界に働きかけ、関わっていくことが必要であることが明らかにされている<sup>(6)</sup>。

現在の漁民の漁獲方式、または漁民家族の生活状態に鑑みると、間違いなく時間的に単一化しつつある。漁民の場合、集団漁業時代には一隻の船に多数の漁民が乗船し、具体的な作業の種類も多く、漁獲方式も時期によって異なっていた。さらに、近海で漁獲していたために様々な人と出会うことが出来たうえ、漁獲する際には競争心を持ち、また一日で帰ることができるために家族や親戚と会うことができるなど、暮らしに多様性があったと考えている。しかしながら、現在は、一隻の船に乗船する人数も少なく、大半の作業を機械にて行ううえ、漁獲方式も変化がないし、より遠洋で漁獲しているため、日々目の前には海しか望めない。長い期間陸に戻ることがなく、ただ船上で魚の分類だけが続けていることが推察される。一方、漁民の家族の場合、特に漁民の妻にとって、集団漁業時代は、昼は仕事をし、晩は漁民である夫と一緒に食事をしたり、会話をしたりすることができた。しかし現在は、妻は仕事もなく、夫が漁で家を留守にしている時は、家事も少ないうえに、妻は留守番をするという習慣から、近隣の人と話す機会も多くない。娯楽に興じる習慣もないために、特に何もすることがない生活状態を強いられることになると考えられる。以前とは異なり、現行の漁民の辛く一定不変な漁獲方式、また単純で欲求も欲望もほとんど表出できない生活状態によって、漁民・漁民家族の抱える心理的ストレスは、確実に影響を受けていることが予測されるのである。

## 第2節 生活の変化が漁民および漁民の家族の心理面に与える影響

前節で分析したように、漁民の生業の変化、すなわち生活・生産方式の単一化は、漁民や漁民家族の心理的側面に対し、確実に影響を及ぼしているものと考えられる。その懸念は、人々の語りからも類推できる。さらに漁業資源の減少も重なり、現実問題として、日常のリスクは増え続ける中で、将来への不安も抱えていると考えられる。

そこで、本研究では、漁業における生活の変化が漁民および漁民の家族の心理面に与える影響を、客観的に把握するために、これまでの基礎研究の成果を応用しながら、簡便な脈波測定により検証実験を試みた。序章でも述べたように、これまでの研究において、脈波から得られる非線形的性質のカオスなどの種々の情報を客観的に分析することにより、精神疾患の診断等、臨床への貢献に繋がる実績を挙げてきた（巻末資料参照）。筆者の有する数理医学の最新成果を用いて、実践の場にて検討を試みることも、その重要な構想点であり、本研究のオリジナリティにも繋がっている。

### 2-1-1 カオス解析の原理と脈波による心理測定

生理心理学は、生体信号に表出される生理的变化から、人の生理・心理状態の推定を行うものである。従来から種々の生体信号（脳波、心電図、心拍間隔、血圧、呼吸、指尖容積

脈波など)に関し、様々な手法を用いて解析され、多くの知見が得られてきたが、その大半は、線形理論に基づく解析手法であった。しかしながら、生体信号には非線形的性質が含まれており、これらはカオス (chaos) と呼ばれる非線形的性質により変動することが知られている。カオス現象は、一見無秩序に見えるものの、その背景に確固たる規則が存在する現象であり、次に起こる現象が確率で決まるのではなく、ある一定のルールに従って決定論的に決まるのである。近年、カオス理論の発展とともに、生体信号におけるカオス情報の存在が明らかになり<sup>(7)</sup>、それらの分析によって、人の生理・心理状態を推定するカオス解析 (chaos analysis) の有効性が様々な実験により証明されつつある<sup>(8)(9)(10)</sup>。

カオス情報の存在を判断する方法はいくつかあるが、その代表的な手法はアトラクターを描く方法である。アトラクターは、ある力学系がそこに向かって時間的に発展をする集合のことであり、その力学系において、アトラクターに十分近い点から運動するとき、そのアトラクターに十分近いままであり続けるのである。決定論的カオスは、アトラクター (軌道) の構造としての自己相似性(フラクタル性)や力学的特徴としての軌道不安定性という特徴を持つ (図 2-15 に参考)。筆者が数理分析により具体的に行ったアトラクターの解析の詳細<sup>25</sup>は、脚注にまとめて記載しているが、この解明も本研究における重要な成果の

<sup>25</sup>具体的には、アトラクターのフラクタル性を定量化するフラクタル次元解析、並びに軌道不安定を定量化するリアプノフ指数の同定、などが用いられる。測定された一次元の不規則時系列信号を決定論的カオスの観点から解析するとき、まず力学系としてアトラクターの再構成を考える<sup>(11)</sup>。

多変数から構成されている力学系の諸挙動も、実際に観測できるのは 1 変数のみの場合が多い。しかし、1 変数の観測データであったとしても、時間遅れプロット方法を用いて、カオス・アトラクターの再構成が可能である事が、ターケンス定理で証明されている[1] 観測された一次元の時系列データを  $x(i)$  ( $i=1,2,\dots,n$ )とする。このデータを用いて、 $d$  次元空間の中に軌跡を描くには、適当な時間遅れをとり、ベクトル

$$X(i) = [x(i), x(i+r), \dots, x(i+(d-1)r)] \quad (1)$$

の軌跡を作ればよい。このベクトル  $X(i)$ を、座標軸  $x(i), x(i+r), x(i+2r), \dots, x(i+(d-1)r)$  に順次プロットしていくと( $i=1,2,\dots,n$ ) 軌道 (カオス・アトラクター) が得られる。

すなわち 1 次元の時系列変化を  $d$  次元の状態空間に埋め込み。ここに  $d$  を埋め込み次元と呼ぶ。この方法によってシステムのアトラクターが 1 つのデータから再現でき、視覚的に表示されることになる。本研究では、埋め込み次元  $d$  の推定法として次に述べる FNN (False Nearest Neighbor) 法を、時間遅れ  $r$  については相互情報量を採用する。

#### 【FNN 分析法】

適切な埋め込み次元は今まで、自己相関などを元にして推定していた。しかしながらその方法が実際の数値実験においては人間の主観に頼らざるを得なく、信頼性に欠くものがあった。しかし、Kennel らが考察した False Nearest Neighbor 法は、より客観的な次元推定を提供する。FNN 法は 2 つの基準尺度 (criterion) で構成される。

#### < I > 第一基準尺度(The first criterion)

先の 1 式に示すように、時系列データ  $x(n)$  から  $d$  次元遅延時間座標にデータを再構成する。遅延座標中における軌道の任意の点  $x(n)$  から第  $r$  番目の近接点  $x^r(n)$  までのユークリッド距離を  $R_d(n,r)$  と表す。ここでは簡便化のために  $R_d(n,r)$  の 2 乗表記で示す。

$$R_d^2(n,r) = \sum_{k=0}^{d-1} |x(n+kr) - x^{(r)}(n+kr)|^2 \quad (2)$$

このとき、 $R_d$  を  $d+1$  次元まで拡張した時の距離  $R_{d+1}$  とすると次式を得る。

$$R_{d+1}^2(n,r) = R_d^2(n,r) + |x(n+dr) - x^{(r)}(n+dr)|^2 \quad (3)$$

ある閾値  $R_{tol}$  と、埋め込み次元を拡張した時の距離の変動割合を、軌道上のすべての  $n$  に対して比較する。

$$\left| \frac{R_{d+1}^2(n,r) - R_d^2(n,r)}{R_d^2(n,r)} \right| = \frac{|x(n+dr) - x^{(r)}(n+dr)|}{R_d(n,r)} > R_{tol} \quad (4)$$

ただし  $\|\cdot\|$  はユークリッド距離で定義する。上式を満たすような  $r$  の近傍点を FNN と呼び、これを FNN の第一基準尺度と呼ぶ。Kennel は数値実験上、閾値は  $R_{tol} \leq 10$  のように取れば、FNN を評価できるとし

一つである。

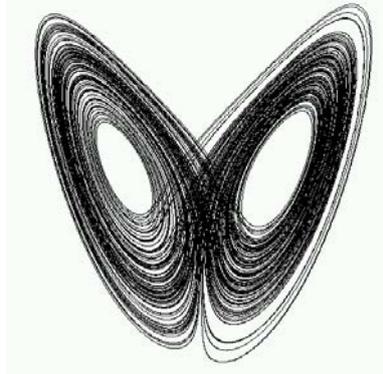


図 2-16. カオスな力学系のアトラクター

他方、ある生体信号の中にカオス情報が存在していることが認識できても、アトラクターの構造はまだ不足しており、分析の際、さらに重要な情報を得るために、最大リアプノフ指数 (The largest Lyapunov exponent : LLE) の計算が必要になる。リアプノフ指数とは、近接した 2 点から出発した二つの軌道が、どのくらい離れていくかを測る尺度である。この軌道幅の時間的な変動を数値にしたものがリアプノフ指数であり、その最大値を最大リアプノフ指数と呼ぶ<sup>(1,2)</sup>。なお、時系列データのダイナミクスが未知であるために筆者が行った Sano と Sawata の手法によるヤコビ行列の推定、および最大リアプノフ指数の算定過程の詳細<sup>26)</sup>は、脚注に記録した。

ている。

< II > 第二基準尺度(The second criterion)

アトラクタサイズ $R_A$ を

$$R_A = \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \{x(n) - \bar{x}\}^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

埋め込み次元を増加することによって、FNN の比率(FNNR) は減少してゆく、つまり FNNR が 0 に低減するときの埋め込み次元が適切埋め込み次元である。

### 3.2.3 相互情報量

遅延座標系内のアトラクターの相互情報量  $M$  は、 $P(x(n))$  を時系列変数  $x(n)$  の生起確率、 $P(X(n))$  を遅延座標  $X(n)$  の加法生起確率とすれば以下のように定義される。

$$M = \sum_{n=1}^{N-(d-1)r} P(x(n), x(n+r), \dots, x(n+(d-1)r)) \cdot \log \frac{P(x(n), x(n+r), \dots, x(n+(d-1)r))}{P(x(n))P(x(n+r)) \dots P(x(n+(d-1)r))} \quad (6)$$

遅延座標を作る際に、時間遅れが短いと非常に相関性の強いアトラクターが遅延座標に反映され、また時間遅れが長すぎると相関性が失われ、得られたアトラクターもでたらめな軌道として反映されることになる。これらのアトラクターから見出すリアプノフ指数も含め、多くの物理的指標はもはや信頼性がなくなり、ここからカオス性を判断することは意味をなさないことになる。したがって、適切な時間遅れを見出すことが大切であり、そのためには、時間遅れと共に推移する相互情報量のグラフから  $M$  に最初の極小値を与えの値が適切とされている。

この方法によってシステムのアトラクターが 1 つのデータから再現でき、視覚的に表示されることになる。時系列で見た波形は不規則に増減が繰り返されているように見えるが、アトラクターに変換すると、何らかのパターンで軌道が描かれることが分かり、さらに軌道は一定ではないもののほぼ同じ方向を向いている。

<sup>26)</sup>最大リアプノフ指数は次のように定義される。

$$LLE = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{t} \log \frac{|\delta X_\epsilon(t)|}{|\epsilon|} \quad (7)$$

$$\delta X_\epsilon(t) = X(t) - X_\epsilon(t) \quad (8)$$

次に、カオス情報を得る方法として、本研究では脈波測定を行った。脈波とは、「毛細血管を流れるヘモグロビンの増減」である<sup>(13)</sup>。また心臓からの血流と同期であることから、指尖脈波の測定部位が指先となり、これは、複雑な脳波測定と比較すると、極めて簡便であると言える。さらに脈波は、血圧や心臓の波動、呼吸など複数の各部位から発信される様々な信号の合成であり（図 2-17）、身体のみならず心的状態を鋭敏に反映する生体信号であることも明らかになってきた。

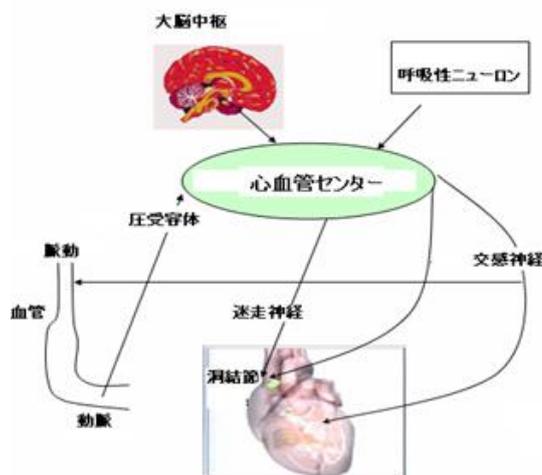


図 2-17. 脈波に存在する様々な情報

$$\epsilon = X(0) - X_\epsilon(0) \quad (9)$$

ここで、最大リアプノフ指数が大きいほど、アトラクターの変動幅は大きくなる。つまりゆらぎの幅が大きいと言える。逆に最大リアプノフ指数が小さいほどアトラクターの変動幅は小さくなり、ゆらぎの幅も小さいと考えられる<sup>(14)</sup>。

リアプノフ指数の計算方法において、Sano と Sawata の手法は、時系列データのダイナミクスが未知な場合に、近似的にヤコビ行列の推定を行い、リアプノフ指数を計算する手法である。ヤコビ行列の推定方法を以下に示す。

アトラクター上の一点  $x(i)$  に注目すると、その近傍にはいくつかの点が存在している。この近傍点の集合を  $x(k_j), (j = 1, 2, \dots, N)$  とすると近傍点の変位は

$$y_j \equiv \Delta x_j(i) = x(k_j) - x(i) \quad (10)$$

となる。次に微小時間  $m\Delta t$  が経過した状況を考える。このとき変位は

$$z_j \equiv \Delta x_j(i + m) = x(k + m) - x(i + m) \quad (11)$$

となる。ここで、近傍距離と微小経過時間が十分小さいと仮定すると、次のように線形近似が可能である。

$$z_j(i) = A_i y_j(i) \quad (12)$$

この  $A_i$  がヤコビ行列に相当する。  $A_i$  の推定には次式の行列方程式を用いる。

$$A_i V_i = C_i \quad (13)$$

$$(V_i)^{kl} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N y_j(i)^k y_j(i)^l \quad (14)$$

$$(C_i)^{kl} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N z_j(i)^k z_j(i)^l \quad (15)$$

ただし、  $y_j(i)^k$ 、  $z_j(i)^k$  はベクトル  $y_j(i)$ 、  $z_j(i)$  の第  $k$  成分を表す。実際の数値計算においては、各計算時間ステップで  $A_i$  を推定し、QR 分解等の方法によって、伸縮率を求める、上三角行列の対角成分(上三角行列の対角成分は上三角行列の固有値に等しい)の平均値を求めるという方法をとる。

ちなみに中医学には、望診、聞診、問診、切診という診察方法が存在し、そのうち切診には脈診と按診ある。ここでの脈診は、主に手首の橈骨動脈（寸口部）を按压して病状を知る方法であるため、中医の医者は、脈波によって、患者の生理状態を判断している歴史を約三千年持っている。

上述した埋め込み法によって、脈波のアトラクターを描くことができる（図 2-18）。下の左図は脈波を時系列でグラフ化したもので、右図はこの二次元の波から、埋め込み法で描いたアトラクターである。

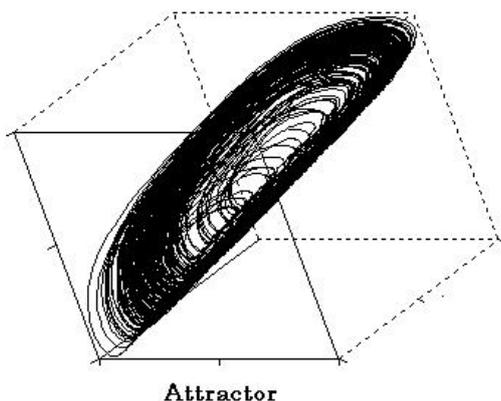


図 2-18. 脈波のアトラクター

このように、指先に流れるヘモグロビンの増減を時系列の波形で見ると、そこに規則を見出すのは困難であるが、アトラクターで見ると一定のパターンが存在する。これは脈波にカオス的な情報が存在する証拠<sup>27</sup>になる。

脈波の中にカオス情報の存在が判明したら、脈波の最大リアプノフ指数も計算することが可能となる。この最大リアプノフ指数から、活動的な心理状態か、あるいは頑なな心理状態かという「心の状態」を読み取ることができるのである。つまり、リアプノフ指数が大きい状態は、肯定的に捉えると、行動的で積極的な状態であり、反対に否定的に捉えると不安定で心許ない状態である。一方リアプノフ指数が小さい状態とは、変化を好まない頑なな状態であり、外部適応が困難な状態ともいえる。

他方で、脈波からは、心拍の情報を得ることができる。これをスペクトル分析という特殊な方法で解析することにより、LF (Low Frequency) と HF (High Frequency) という二つの指標<sup>28</sup>が計算できる。ここから交感神経<sup>29</sup>と副交感神経<sup>30</sup>の活動を読み取ることができ、さらに自律神経バランス（計算式で ANB を表示する）を算出できる。自律神経バランスは次のように定義される。

<sup>27</sup>全身麻酔の実験結果<sup>(15)</sup>から、脈波の中にカオス情報が含まれていると推定されている。

<sup>28</sup> LF は心拍の低周波の部分であり、この値は交感神経と副交感神経の影響を受けており、他方 HF は心拍の低周波の部分であり、この値は交感神経の影響を受けている。

<sup>29</sup>交感神経は心身の活動が高まっているときに活発に働く

<sup>30</sup>副交感神経は疲労した心身を回復させるときに活発に働く。

$$ANB^{31} = 10 \times \frac{LF}{HF+LF} \quad (16)$$

脈波の測定システムは、研究協力者と共同で開発したものであるが、脈波を読み取る赤外線センサーが付いたサック状のカフ（測定装置）とパソコン<sup>32</sup>、また解析ソフトから構成されている。赤外線センサー付カフを指先に装着し、指先の毛細血管を流れるヘモグロビンの増減がとらえ、この値がデジタル変換されてコンピュータに蓄積される<sup>33</sup>（図 2-19）。

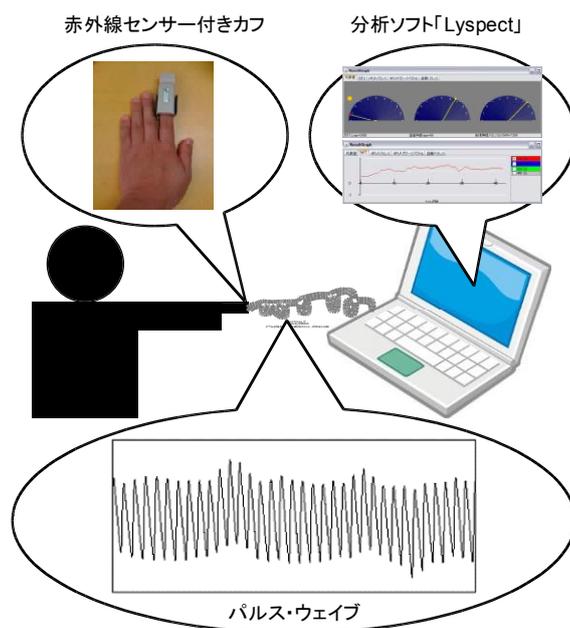


図 2-19. 脈波の測定システム

専用ソフトセンサーは、指の尖端のほか、耳たぶ、足先などでも測定が可能である。しかし心臓からの血流と同期が必要であることから、左手の指先の感度が高く、測定には適している。

先の脚注 25 にまとめたように、時系列の波形からアトラクターを描くにはターケンス埋め込み法を利用し、測定した波形からアトラクターを描く。実際に、採取する位置は 50 ミリ秒ずらした 4 点とし、4次元空間にアトラクターを描くのである。さらにリアプノフ指数、交感神経と副交感神経の値、血管年齢など沢山の指標の値は、自動的に計算できる（図 2-20）。

<sup>31</sup> ANB が 5 より大きい時、交感神経が優位であり、反対に 5 より小さい時、副交感神経が優位である。

<sup>32</sup> 現在、パソコンに代わり、スマートフォンもよく使われている。

<sup>33</sup> 指先にカフを取り付けてソフトウェアのスタートボタンを押すと、リアルタイムで毛細血管を流れるヘモグロビンの増減が波形としてパソコンのモニターに表示される。一般的には測定を 3 分間行い、終了したら、測定したヘモグロビンの増減からアトラクターを作成する。

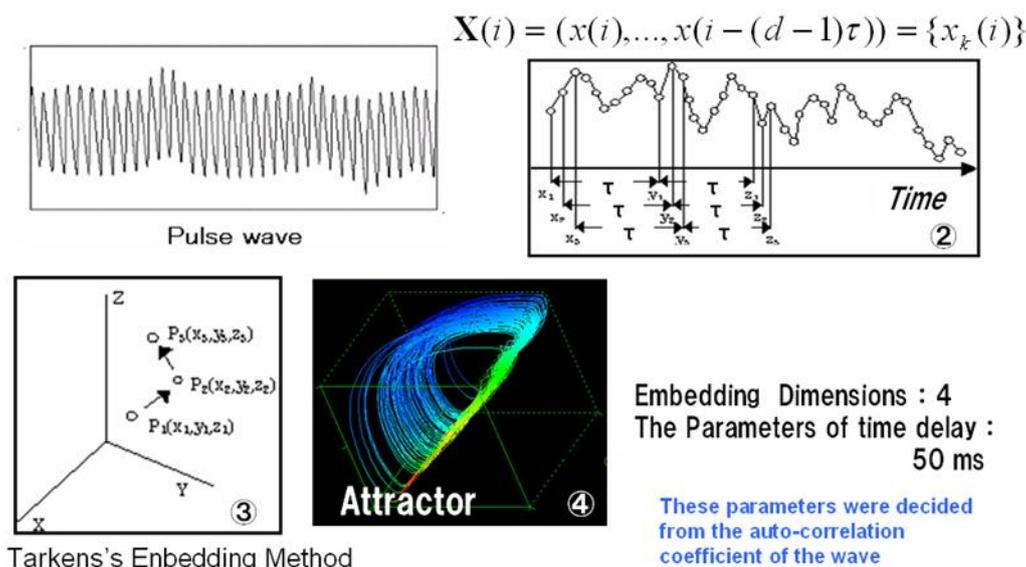


図 2-20. 脈波のカオス解析

### 2-2-2 カオス解析による漁民・漁民家族の心理面状態の検証

近年、漁業に関連する事故・事件が多発してきている。国際的コンフリクトとなり得る隣国の経済水域に入り込む事件<sup>34</sup>だけではなく、自国の海域内の事件・事件も頻発している。2014年に、舟山海域における漁船の交通事故数は1200件以上にのぼる<sup>(16)</sup>。2015年10月4日には、舟山海域にある漁船が沈み、15人が行方不明となる事故が発生した<sup>(17)</sup>。さらに、事故だけではなく、10月8日には、舟山海域にある漁船内で殺人事件があり、5人の漁民が殺された<sup>(18)</sup>。この事件について、犯人と5人の被害者は幼馴染であり、被害者の財物はそのままであることが分かっている。現時点までの審問によって、犯罪の動機はまだ明らかになっていない。特に明確な動機がない場合、その裏に心理的問題があるかどうか検証すべきである。

中国社会では、自殺や殺人等の事件が、個人の心理の側面から考察されることは少なく<sup>35</sup>、

<sup>34</sup> 例えば、2014年のニュース(2014.5.16 13:14)によって、「水産庁九州漁業調整事務所は16日、長崎県五島市沖の領海内で操業したとして中国漁船(12人乗り組み)を拿捕だほし、自称船長の容疑者(49)を外国人漁業規制法違反(領海内操業)容疑で現行犯逮捕したと発表した。容疑者は14日午後7時半頃、同市女島灯台西約19キロの領海内で、サンゴを密漁した疑い。容疑を認めているという。

<sup>35</sup> このような状況を生み出した根源的な原因は、二つあると考えられる。一つは、中国における心理学の発達が複雑な経緯により遅れをとってきたことである。科学的心理学が誕生したのは、中国が西洋と接してからであり、1920年頃に、西洋の教育システムの導入に伴って、発達しつつあったが、1949年に中華人民共和国が成立して以来、心理学は、立ち入りを許されない紫禁城と呼ぶべき分野になってしまった(荊, 1989)。特に、心理学における最大の混乱は、1966年から76年の間に生じた文化大革命の時期であり、このとき心理学は、ブルジョワのエセ科学のレッテルを貼られていた。心理学が、近代化に貢献しうる科学領域であると認められたのは、文化大革命が終わってからのことであり、それでも、外国の心理学の諸学派を中国に紹介するにとどまっていた。したがって、中国では心理学の蓄積・実践面でも人材育成の面でも、十分な環境にはなかった。かたや開放政策の結果、西洋の進んだ科学技術や経営法が学ばれてきたが、同時に好ましくない社会への影響が出てくることも不可避であったと予測がつくものの、基礎研究の遅れも足かせとなり、実践での対応には大きな溝ができてしまったと考えられる。

二つ目は、上述の学問的変遷の背景も受けて、中国国内での精神衛生に関する知識が不足していること

自殺の場合は、例えば大学生ならば、高等教育産業化<sup>36</sup>や教育行政化、また試験重視の教育制度に目が向けられる場合がほとんどである。現状では中国における制度問題は深刻なため、それが重視されるのは当然であるが、個々人の問題が、制度の課題の裏に完全に隠蔽されてしまっている現状は明らかに問題である。

そこで、本研究では、漁民や漁民の日常生活に参加し、次の二種類の脈波による心理分析を行った。すなわち一つは、漁民の常備品である酒を飲んでいる時の影響、また家主が漁獵に出ている間、家をじっと守っている漁民の家族の心理状態の分析である。

## 1) 漁民の心理面に及ぼす飲酒の影響

漁民にとって、酒は必需品であり、体温の保持・血行に役立つため、お酒を常備し、漁獲に赴くのが、舟山漁民の伝統的な習慣であるとも言える。計画経済時代は、政府から漁民へ分配される酒量が他の市民に比べ多かったが<sup>37</sup>、現在は漁民が自ら酒を買い、漁船内に大量に保管している。しかし、飲酒によって心境が変化するかどうか、またそうした習慣が、事故等への何らかの影響に結びつく可能性があるかどうか、実験を行って確認してみた。

### ①実験の方法

2015年2月（春節の時期に）、祝いの席で飲酒行為<sup>38</sup>をしている漁民を対象に、脈波測定の実験を行った。被験者は以下の5人である。

1. Xさん 47歳 漁民
2. Lさん 69歳 漁民
3. Jさん 36歳 漁民
4. Yさん 46歳 海水製品加工・販売者
5. Nさん 71歳 漁民（現在は漁獲を行っていない）

---

から、精神疾患に対する国民の認知率、精神疾患患者の識別率、要治療者の受診率はかなり低く、精神疾患患者に対する正しい理解・同情が欠如することにもつながる。2013年5月に「精神衛生法」がようやく施行されたばかりの中国では、全国で登録されている精神科の医師は2万人弱で、国民10万人あたり1.46人と非常に少ない（さらに西洋学的な治療ができる精神科医師は、2000人程度といわれる（海部, 2014）。よって、必然的に精神疾患医療サービスも著しく不足している現状にある。

<sup>36</sup> 1992年6月16日中国共産党中央・國務院の「第三次産業を急速に発展させることに関する決定」の中で、中国政府は明確に教育を「第三次産業」と決めつけ、ほかの第三次産業と同様に「産業化を方向とし、活力あふれる自活体制を築かなければならない」、また「価値規律に従い、価格体制を改革し...料金の国家統制を開放し、状況に応じて自由に料金を定め、合理的な料金体制を築く必要がある」と通達した。

<sup>37</sup> 計画経済時代に、買い物の時、お金と対応する「票」が必要である。

<sup>38</sup> この実験では、こちらから依頼して被験者に飲酒してもらうのではなく、春節のお祝いに際し、被験者たちが一緒に食事をし、お酒を飲むという宴の中で、脈波測定に協力してもらった。お酒も被験者たちが自ら選んだものである。

測定は、二日の間に全部で 10 回行った。供された酒は二種類があり、一日目はアルコール度数 13 度のワイン (375ml)、二日目はアルコール度数 38 度の白酒 (300ml) である。まず酒を飲む前に、3 分間の脈波を測定し、その後で一定の量の酒を飲んだ後に、再び 3 分間の脈波を測定した。

## ②結果：脈波のアトラクターの形と LLE の挙動

一日目のワイン飲酒時の脈波データから、5 人の普通状態のアトラクターを描き、また LLE と ANB の値を計算した。その中の一人 (以下、A さんと記述) の LLE の時系列の挙動を見ると、特異的な現象が観察された (図 2-21)。比較するために別の実験で測定した健常者の挙動<sup>39</sup>を図 2-22 に示した。

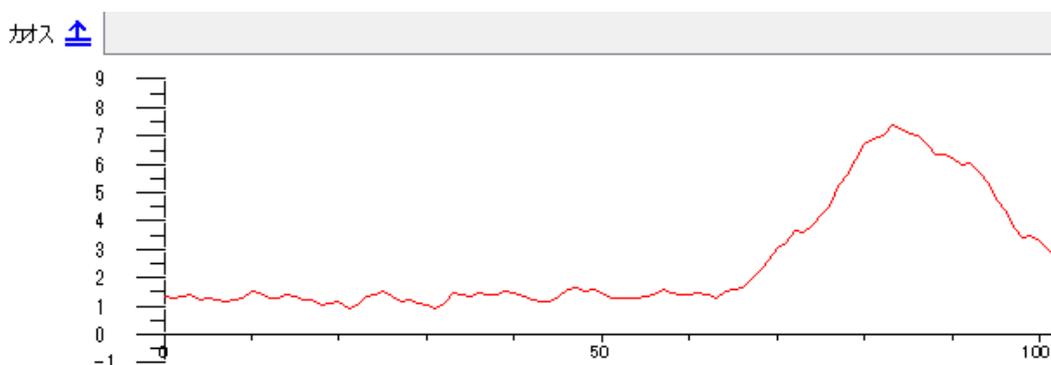


図 2-21. A さんの LLE の挙動

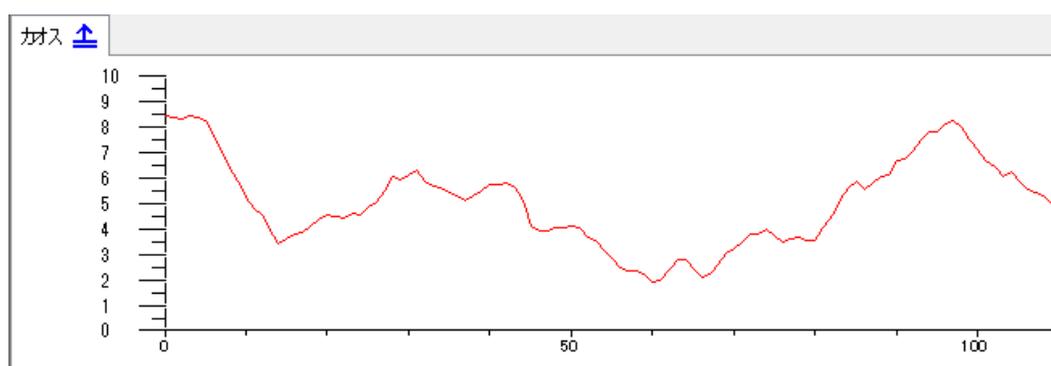
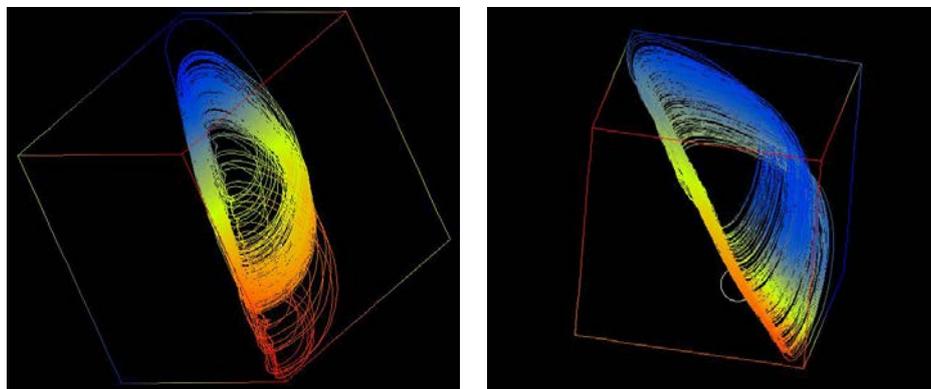


図 2-22. 健常者の LLE の挙動

まず健常者の LLE の挙動については、時に高くなったり、時に低くなったりとゆらぎが見られる。一方、A さんの場合は、低い状態が持続した後、のち一気に高まっていることが

<sup>39</sup> うつ病実験の時、比較するために関西学院大学に所属する健康な学生 113 名 (男性 42 名、女性 71 名) を対象に同じく指尖脈波を測定した (詳しくは資料に参考)。

見受けられる。このような現象は、アトラクターの形にも差異として表れている(図2-23)。左側のAさんのアトラクターは、幅が少し狭いが、発散している部分も見られる。



Aさんのアトラクター

健常者のアトラクター

図2-23. アトラクターの比較

LLE が低い状態を続けたのちに一気に高まる挙動は、筆者が精神疾患患者の検討をしていた際(詳細は、巻末の資料参照)、うつ病患者に同様の現象が見つかったことがある。うつ病患者の最大リアプノフ指数は、低い状態を続けるが、投薬が契機となって最大リアプノフ指数が高くなる。またそのような時には突発的に人を傷つけたり、あるいは自分自身を傷つけたりするケースがあると報告されている。よって、この挙動から、時として暴力に至るような心理的に不安定な状況にあると推察される。

### ③結果：飲酒の影響

次の図2-24は、2種類の酒をそれぞれ飲む前と飲んだ後のLLEの値の比較である。

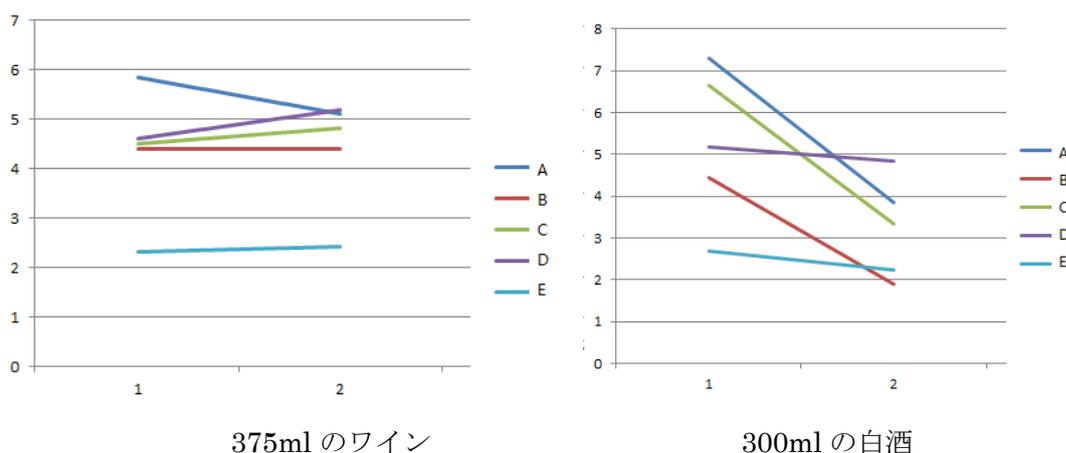


図2-24. LLEの変化

左側は一日目のワイン飲酒の結果であり、ほぼ一定値を示し、減少・増加の傾向は見受け

られない。一方、300mlの白酒の場合（右側）は、飲酒後にLLEが低くなることが明らかになった。さらに、ペアT検定の結果から、表2-2に示すように、この変化は有意に低くなっていることが統計的にも確認された（ $P < 0.05$ ）。

表2-2. ペアT検定の結果

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
Lower	Upper								
Pair 1	375mlのワイン	-.04282	.49834	.22286	-.66159	.57595	-.192	4	.857
Pair 2	300mlの白酒	2.01750	1.51947	.67953	.13082	3.90417	2.969	4	.041

一方、LF（図2-25）とANB（図2-26）の値を見ると、飲酒後には白酒でも、ワインでも、値が高くなることが分かった。

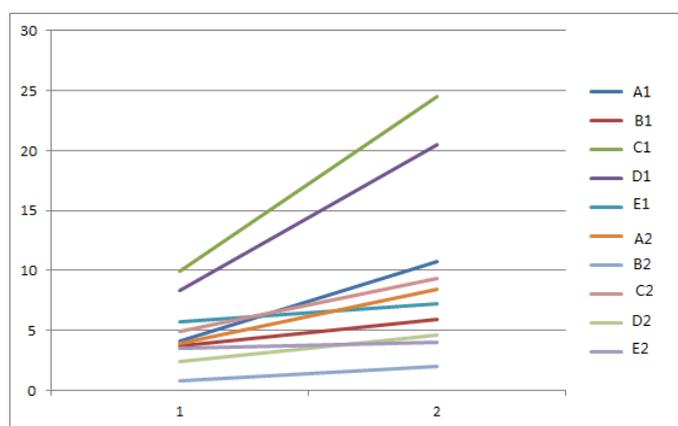


図2-25. LFの変化

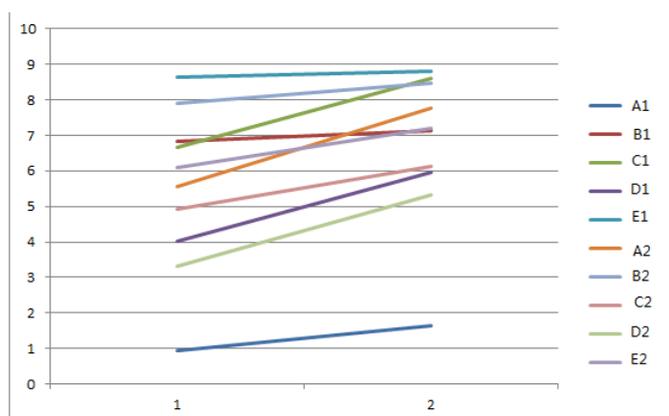


図 2-26. ANB の変化

さらに、T検定を行った結果、表 2-2 に示すようにこの変化は有意に高くなっていることが統計的にも確認された (P<0.05)。

表 2-3. ペア T 検定の結果

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	LF	-4.97553	4.79417	1.51605E	-8.40507E	-1.54599	-3.282E	9	.010
	E0			0	0		0		
Pair 2	ANB	-1.21853	.76549	.24207	-1.76613E	-.67092	-5.034E	9	.001
	E0				0		0		

飲酒によって人は興奮状態になるが、外部の刺激に対しては、対応能力はあまり変化しないと考えられる。しかし、上記の結果から、過度の飲酒によっては、興奮状態に入るだけでなく、LLE が低くなる、つまり、対応能力が低くなると考えられる。

## 2) 漁民家族の心理状態の分析

WHO の報告<sup>(19)</sup>によって、男性より女性の方がうつ病になる確率が 70%高いうえ、主婦がうつ病になりやすいと示唆されている。その理由については、主婦は料理や洗濯など毎日同じことを繰り返し、交友関係も狭まり刺激も少なくなるので、孤独感・不安感・焦

燥感が続き、次第に家事や育児に対して意欲や興味を失ってゆき、うつ状態やうつ病につながっていくことがあると言われている。

一方、食事が得られ、快適な部屋に住むことができ、いつでも眠ってよいという状態はストレスがない状態とも言うことができる。しかし、ストレスがほとんどない状態がずっと続くと、上述のように、それはまた違う種類のストレスとなってしまうと推察される。前節で分析したように、生活の方式が単一化に向かっている漁民家族の主婦にとって、この状況は一般の主婦より苦痛なのではないかと予測し、その心理状況を確認するため、以下の実験を行った。

#### ①実験の方法

2015年9月に、漁民の家族を対象に、脈波測定の実験を行った。被験者は以下の5人である。

1. Wさん 55歳 無職
2. Mさん 62歳 無職
3. Dさん 47歳 無職
4. Lさん 22歳 学生
5. Eさん 10歳 学生

測定回数は、全部で5回である。ここでは、平常時に3分間の脈波を測定した。

#### ②結果：LLE および ANB の関係性

図2-27は、筆者が別の実験で測定した結果から得られた、うつ病患者と健常者のLLEとANBの分布図である（「※印」がうつ病患者、「・印」が健常者の各データである）。ここから、精神疾患患者が最大リアプノフ指数は低く、かつ自律神経バランスは高い傾向を示し、分散分析を行うと、最大リアプノフ指数と自律神経バランスは、いずれも精神疾患患者と健常者の間には有意な差（ $p < 0.0005$ ）が存在することが明らかとなっている。

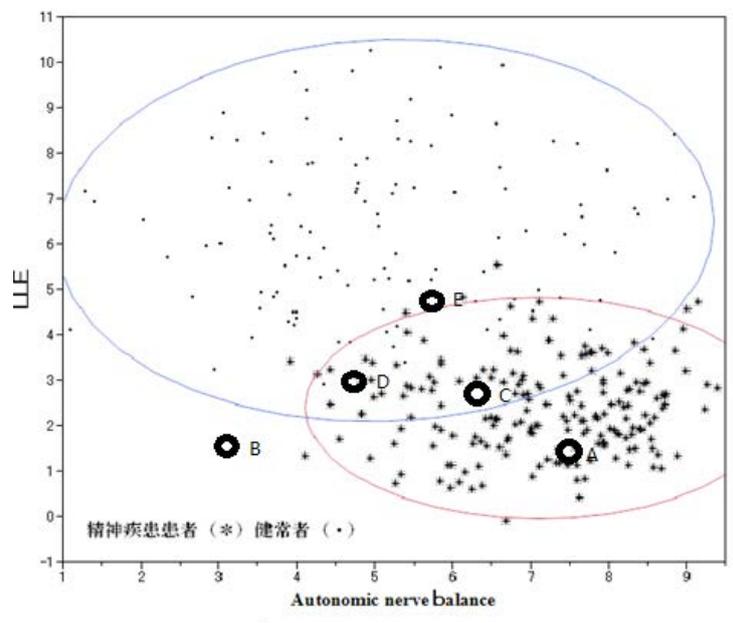


図 2-27. うつ病患者と健常者の LLE と ANB の分布図

この図の中で、楕円はうつ病患者と健常者のそれぞれのグループが、95%収容されるように描いたものである。本実験における被験者 5 人の状況を見てみると、A さん<sup>40</sup>は精神疾患患者に相当する楕円上にプロットされた。E さんは健常者の楕円上にプロットされるが、B さん、C さんと D さんは境界的な位置にプロットされた。したがって、この位置づけをより明確にするために、以下の判別関数によって、判断した（資料参考）。

判別関数

$$f = -0.734 + \text{LLE} \times 0.696 - \text{ANB} \times 0.306$$

臨界分割点

$$y = 0.171213$$

その結果、A さんと C さんの判別関数の値はそれぞれ  $-1.96$  と  $-0.68$  であり、臨界分割点  $y$  より小さいため、うつ病であるという判別結果が得られた。

さらに、A さんのデータについて、以下の二つの方法によって分析してみた（資料参考）。

### ③結果：加速度波のアトラクターの形状

脈波のデータを二回微分することにより、加速度波が得られる（図 2-28）。

<sup>40</sup> 個人情報を守るために、ここで被験者はそれぞれ ABCDE で表示する。この実験の A さんは飲酒実験の A さんは別人である。

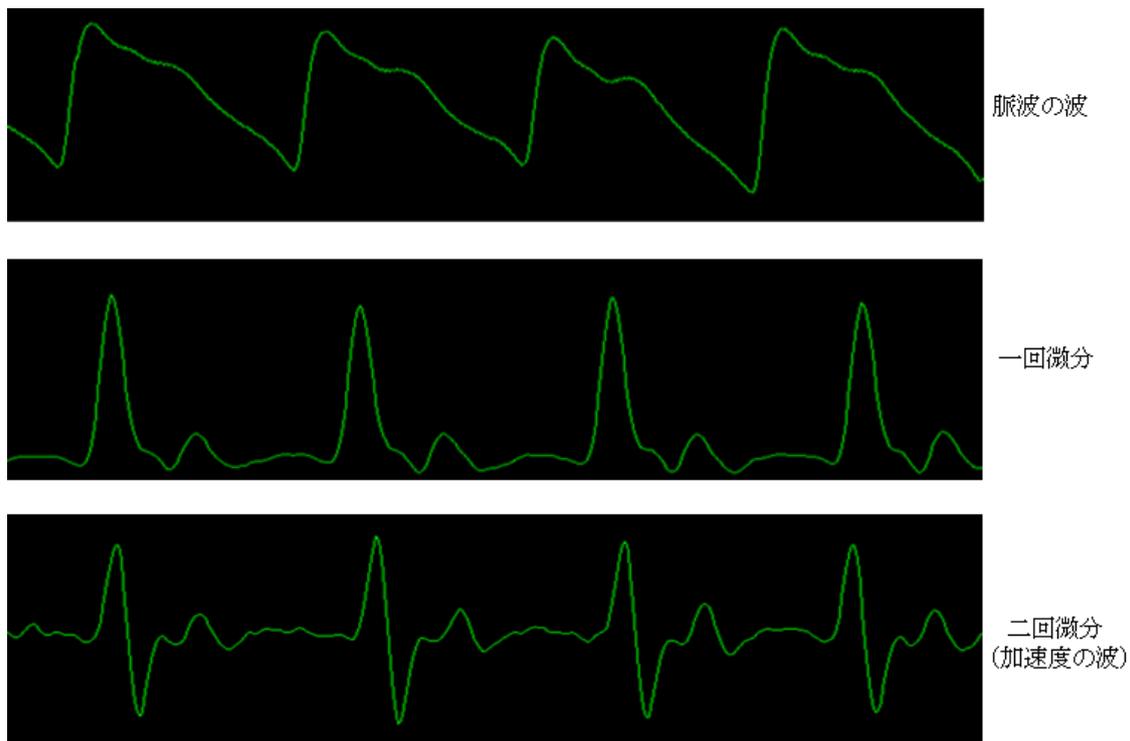


図 2-28. 脈波、速度と加速度の波

さらに加速度波からアトラクターを描くと、図 2-29 に示すような形となった。

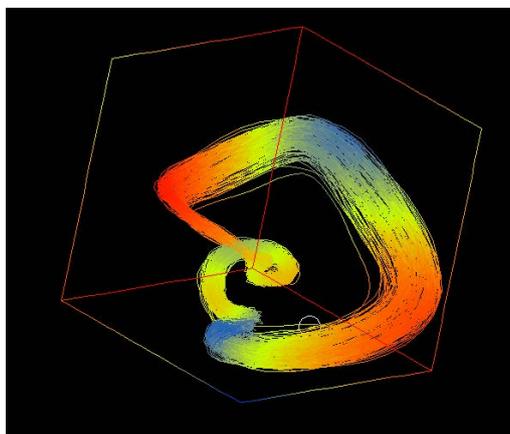


図 2-29. A さんの加速度波のアトラクター

一方、巻末資料に示したように、筆者のこれまでの基礎実験により、うつ病患者と健常者の加速度波のアトラクターは形状の差異は、かなり明確に示されることが明らかとなっている (図 2-30)。

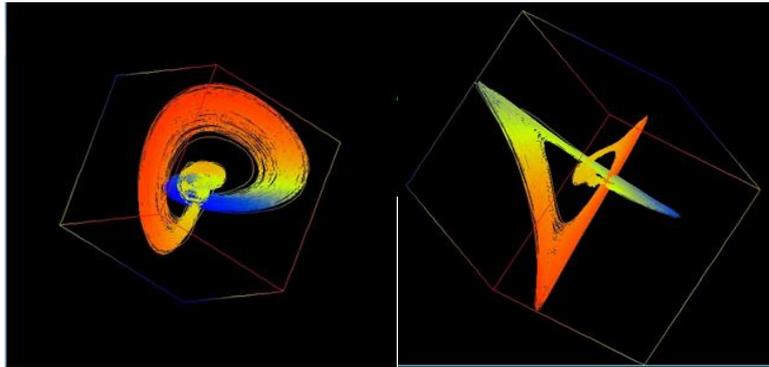


図 2-30. うつ病患者（左）と健常者（右）のアトラクター

そこで、これらのアトラクターと比較すると、A さんの加速度波のアトラクターの形状は、うつ病患者に近いことが判明した。

#### ④結果：加速度波の極値数

加速度波から、プログラムにより極値数が計算できる<sup>41</sup>（資料参考）。プログラムは、筆者

---

```

41 function [extrepoint,count]=extremum_exone(data)
plot(data,'g');
hold on
for loop=4:4
long=size(data);
maxnum=max(data);
datatemp=data;
for i=1:size(data)
if (abs(datatemp(i))<maxnum/2)
datatemp(i)=0;
end
end
b=find(diff(sign(diff(datatemp)))>0|diff(sign(diff(datatemp)))<0)+1; plot(b, datatemp(b), 'r*')
xlabel('t')
ylabel('Voltage(v)')
axis([1 500 -30 50]);
title('maxnum/2')
grid on
%hold on
%plot(datatemp);
n=size(b)
kk=1;
for k=1:n
if datatemp(b(k))~=0
extrepoint(loop,kk)=b(k);
kk=kk+1;
end
end
count(loop)=kk-1;
end
end

```



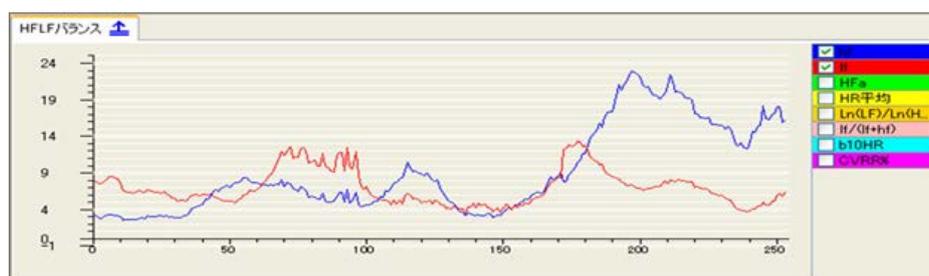


図 2-33. 健常者の LF と HF の挙動

HF が LF より高い状態を続けていることから、Cさんは測定の時とても疲れた状態か、消極的な心境であると推測できる。

今回の実験のサンプルが少ないため、統計的に断定できる結論とまでには至らないものの、今回の被験者の状況に鑑みると、決して楽観的状况とは言えないのではないかと考えられる。よって、これまであまり取り上げられることのなかった漁民やその家族の心理状態に注視し、また心理问题への対応に関する研究や改善に繋がる対策を重視すべきであると考えられる。

### 2-2-3 漁業の生産方式と漁民の生活の変化との関連性の小活

上記に説明した感覚遮断実験の際に、人は、独り言を言う、口笛を吹く、インターフォンを通じて実験者としきりに話したがるといった行動が見られるようになるが、これは刺激が少ない状況下で、何とかして自ら刺激を作りだそうとしているのだと解釈されている。漁民の場合には、同じ作業を何時間も続けると、突如心境を変え(刺激を作り出すために)、あるいは苦痛から逃れるために、突発的な行動を起こす可能性も否定できないのではないだろうか。他方、長距離の車の運転や、海や山で遭難した際にも、感覚遮断による異常体験が生じることが明らかにされている。長距離運転の最中にこうした意識変容が生じると、ブレーキが遅れるなどして事故につながる可能性もある。よって船の場合でも、車より反応のための時間にゆとりがあると思われるものの、より遠洋に出航するようになり、また作業も単一化しているために、刺激を欲する際には過度の飲酒を行う可能性も高くなると推察される。実際に過度の飲酒を行った際には外部に対する対応能力が更に低くなり、事故に繋がる可能性も更に高くなると指摘されている<sup>(22)</sup>。毎日日帰りできる近海で漁業に従事していた時と比較して、長い間家族と会えず、また漁業が苦しいのみで誇りを持ってなくなっている状況は、特に留意しなくてはならない。

一方、漁民家族の場合も、漁民が家を長期に空けている間、妻と子供が残されている状況が多く、孤独な生活状態にある場合もあるが、そうした状況下では刺激も少なくなるうえに、夫を心配する気持ちが高まり、益々不安になっていく場合が多いと考えられる。このような状態では、うつ病になることも、何ら不思議なことではない。

こうした漁民やその家族の状況を改善するための諸策としては、政府の施行する政策・

制度と漁業の関連性の中に介在する課題が多いため、第 4 章にて多面的に検討を加えることとする。また漁民の家族の場合は、まず以前のようになんらかの仕事に関われる状況を作り出すことも必要かもしれない。例えば、魚類加工の仕事を再開し、産地で直接販売するといったことは、検討されるべきであるが、その前提として漁業資源の減少には歯止めをかけなくてはならない。島全体においても、物理的な条件の制限により、他の産業、特に実業の発展は難しいものの、そこに暮らし生きる漁民やその家族の息抜きや気晴らしや社交のために、文化・娯楽に関する産業を発展してゆくことも視野に入れることが必要かもしれない。

### 参考文献

- (1) 发展海洋经济 重振嵯山雄风, 海中洲 2003 年 第五期 嵯山专号, 海中洲出版社
- (2) Laszlo, Ervin. *The Systems View of the World*. Hampton Press, NJ. (ISBN 1-57273-053-6.) (1996)
- (3) May, R. M.: Will a large complex system be stable? *Nature*, 238, 413-414 (1972)
- (4) John N. Warfield, *An introduction to systems science*, World Scientific, 2006
- 五島沖領海内で密漁疑い、中国漁船長を逮捕  
<http://www.yomiuri.co.jp/kyushu/news/20140516-OYS1T50054.html>
- (5) 孔子, 论语·子路
- (6) Donald Olding Hebb, *Essay on Mind*, Psychological Press, 1980
- (7) Henry D. I. Abarbanel, Reggie Brown, John J. Sidorowich, and Lev Sh. Tsimring  
*The analysis of observed chaotic data in physical systems*, *Rev. Mod. Phys.* 65, 1331 –  
Published 1 October 1993
- (8) Imanishi, A. and Oyama-Higa, M. (2006). The Relation Between Observers' Psychophysiological Conditions and Human Errors During Monitoring Task. 2006 IEEE Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 2035–2039.
- (9) Oyama-Higa, M. and Miao, T. (2006). Discovery and Application of New Index for Cognitive Psychology. 2006 IEEE Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 2040–2044.
- (10) Oyama-Higa, M., Miao, T. and Mizuno-Matsumoto, Y. (2006). Analysis of Dementia in Aged Subjects Through Chaos Analysis of Fingertip Pulse Waves. 2006 IEEE Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 2863–2867.
- (11) Fraser, A.M. and Swinney, H.L. (1986). Independent Coordinates for Strange Attractors from Mutual Information. *Phys Rev Lett.*, 33, 1134–1140.
- (12) M. Sano and Y. Sawada, Measurement of the Lyapunov Spectrum from a Chaotic Time Series, *Phys. Rev. Lett.* 55, 1082 – Published 2 September 1985
- (13) Sumida, T., Arimitu, Y., Tahara, T. and Iwanaga, H., Mental Conditions

Reflected by the Chaos of Pulsation in Capillary Vessels. *Int. J. Bifurcation and Chaos*, 10, 2245–2255. (2000).

(14) 雄山真弓『心の免疫力を高める「ゆらぎ」の心理学』祥伝社 (2012)

(15) Liu, H.F., Dai, Z.H., Li, W.F., Gong, X. and Yu, Z.H. (2005). Noise Robust Estimates of the Largest Lyapunov Exponent. *Physics Letters A*, 341, 119–127.

(16) 吴建平,艾万政,基于灰色理论的舟山渔船事故统计及减少事故的对策,水运管理, 2015年09期

(17) 浙江舟山海域一艘渔船沉没 船上15人获救1人失踪,新华网,2015年10月05日  
[http://news.xinhuanet.com/local/2015-10/05/c\\_1116741742.htm](http://news.xinhuanet.com/local/2015-10/05/c_1116741742.htm)

(18) 舟山渔船杀人事件调查,杭州网,2015年10月09日  
<http://zjnews.zjol.com.cn/system/2015/10/09/020864397.shtml>

(19) 苏宝兰 孙福刚 云维生 毛佩贤,抑郁症的性别差异,临床精神医学杂志,2008年第18卷第2期,97-98页

(20) 丸山 喜久、本多 克明、山崎 文雄 (2008)「ドライビングミュレータを用いた飲酒運転特性の基礎的検討」地域安全学会論文集 No.10, 347–353.

(21) Hu, Y., Wang, W., Suzuki, T. and Oyama-Higa, M. (2011). Characteristic Extraction of Mental Disease Patients by Nonlinear Analysis of Plethysmograms. *International Symposium on Computational Models for Life Sciences, AIP Conference Proceedings* 1371, 92-101.

(22) Oyama-Higa, M., Miao, T., Kaizu, S. and Kojima, J. (2012). Mental Health Self-check System Using "Lyspect". In preparation.

### 第3章 現行制度・生態状況に対する漁民の認識及び現行制度の限界

本章の軸は、漁民の生業に強い影響力を持つ漁業資源管理制度に関する考察である。中国における漁業資源管理制度に関わる先行研究は、一般的に「コモンズの悲劇」に基づいて、経済学の理論により検討するものが主流である。しかも従来の研究は、主として政府や管理者の立場からその合理性を検討するものであり、制度が遵守されていないという問題点を指摘するのみに留まっている。しかしながら、実際に制度の受益者であるべき漁民が、こうした制度をどのように捉え、また生業の中で受け止めているかなどを分析することこそ、具体的な改善策へと繋がると考えた。

そこで本研究では、漁民の漁業資源・生態や漁業資源管理制度に対する認識・意見を具体的に把握するために、政府の公開データおよび浙江省海洋と漁業局課題組の調査研究資料など内部資料を精査しつつ、漁民に対するアンケート調査を実施し、漁民や漁業関係者、また漁村の村長・書記へのインタビューなどへの質的調査を加えることにより検討していく。さらに現行制度の限界状況を指摘しつつ、それに代わるより良い制度に結びつくよう、その合理性と実行性について、ゲーム理論を用いて検証を試みていく。

#### 第1節 漁業制度を支える諸理論並びに中国における漁業関連法規

##### 3-1-1. 漁業資源管理制度に関する三つのモデルと導かれる管理方式

1950年代から、漁業資源に関する研究は、生物学の方法論から経済学の方法論に切り替えられ、さらにそのほとんどが、以下の三つのモデルに基づいた研究手法になっている<sup>(1)</sup>。

##### 1) 「囚人のジレンマ」

お互い協力する方が協力しないよりもよい結果になることが分かっているにもかかわらず、協力しない者が利益を得る状況では、互いに協力しなくなる、というジレンマを意味する。各個人が合理的に選択した結果（ナッシュ均衡）が社会全体にとって望ましい結果（パレート最適）にならないため、社会的ジレンマとも呼ばれている。

##### 2) 集団行動論

Olsonの「集合行為論」は、集合行動に関するもっとも優れた強いアプローチの分析である。Olsonの主張によれば、個人は大規模な集合行動において僅かな影響しか持たず、そのような行動から得られる便益は公共的であって、非参加者にも与えざるを得ないので、合理的個人は集合行動に参加せず、戦略的に合理的な個人は、フリーライダーとなるとされる。つまり「共通の利益のために個人を行動させるには、強制等の他の特別な工夫がなければ、合理的で利己的な個人は共通の利益や集団の利益を求める行動を起こさない」という論理である<sup>(2)</sup>。

##### 3) コモンズの悲劇

コモンズの悲劇（The Tragedy of the Commons）とは、多数者が利用できる共有資源が

乱獲されることによって資源の枯渇を招いてしまうという経済学における法則<sup>42</sup>である。アメリカの生物学者、ギャレット・ハーディンが、1968年に『サイエンス』に「The Tragedy of the Commons」と題する論文を発表したことで、一般に広く認知されるようになった。不当廉売競争による市場崩壊とその後独占市場が形成される過程についても、コモンズの悲劇の法則が成り立つのである。

漁業の場合、漁業者は漁獲量を増やすことで、収益を増加することが出来る。その代償として引き起こされるのが資源の枯渇だが、その損害は全ての漁業者が均等に被ることになる。よって、他人が獲りひかえているときに、抜け駆けをして根こそぎ獲ってしまうのが最も合理的になるという原理である。こういう状況では、我先にと枯渇した資源を取り尽くしてしまうのが摂理となる。全体の長期的利益と引き替えに、個人が短期的利益を追求できる場合、自由競争は機能しないとされる。

こうした理論を元に、具体的な漁業資源管理方式が導き出されるのであるが、この三つのモデルのうち、特に「コモンズの悲劇」に立脚するものが極めて多く、多くの研究者の研究上の根拠と出発点となっている。「コモンズの悲劇」の概念から、さらに以下の3つの結論が得られる。

- ①ひとたび乱獲に陥ると、乱獲は加速度的に進行する。
- ②資源を利用する漁業者の間に利害の対立がある場合には、乱獲状態から抜け出すことは不可能である。
- ③漁業者の自由に任せておくと、資源が枯渇して産業が成り立たなくなる。

そこで、①～③のような抜け駆けの状況を防止するような、強制力を持った規制が必要になるのである。一方、「コモンズの悲劇」において、二つの前提条件があると言われていいる。すなわち「参入は自由」と「所有権が明確ではない<sup>43</sup>」という前提である。そこでこの二つの条件を制約するため、二つの方向が提起された。一つが、「参入は自由」から政府の許可により参入できるようになることであり、その代表的な制度は「漁獲許可証制度」<sup>44</sup>である。また、二つ目は「所有権が明確ではない」から「私的な所有権が必要」という論理であり、その代表的な制度は「ITQ制度」である。

他方、経済学からの方法以外に、生物学的方法、社会学的方法からも提起されている（図

---

<sup>42</sup> たとえば、共有地（コモンズ）である牧草地に複数の農民が牛を放牧するとする。農民は利益の最大化を求めてより多くの牛を放牧する。自身の所有地であれば、牛が牧草を食べ尽くさないように数を調整するが、共有地では、自身が牛を増やさないと他の農民が牛を増やしてしまい、自身の取り分が減ってしまうので、牛を無尽蔵に増やし続ける結果になる。こうして農民が共有地を自由に利用する限り、資源である牧草地は荒れ果て、結果としてすべての農民が被害を受けることになる。また、牧草地は荒廃するが、全ての農民が同時に滅びるのではなく、最後まで生き延びた者が全ての牧草地を独占する。

<sup>43</sup>

<sup>44</sup> 漁獲するため、政府の許可が必要である。

3-1) <sup>(3)</sup>。

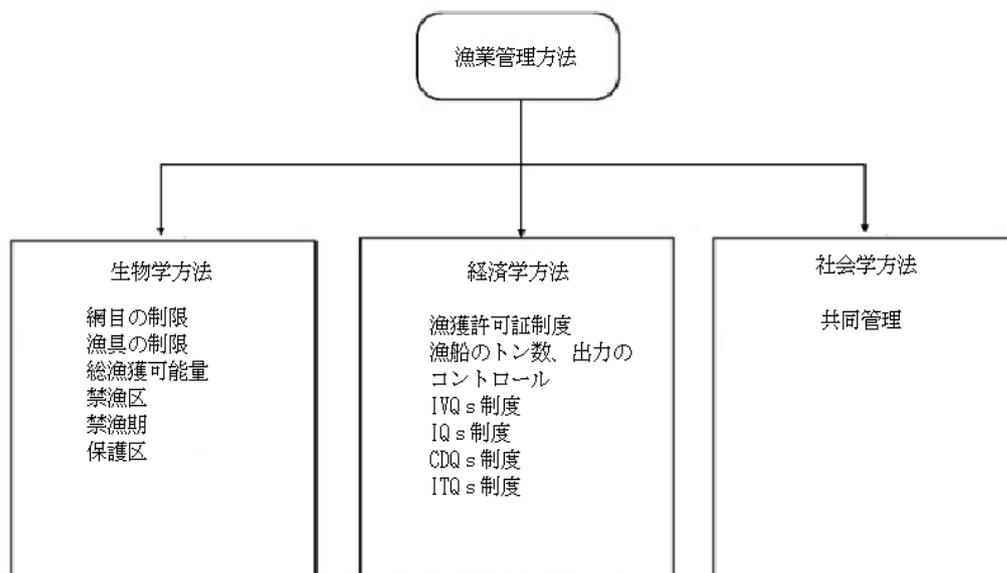


図 3-1. 漁業管理方法 (慕永通, 2006)

実際の運用は国によって異なり、いくつかの方法を同時に実行する場合、あるいは、複合的に実行する場合が多い。現在、中国において実行している主要な漁業制度は、経済学方法に立脚した「漁獲許可証制度」と生物学方法による「禁漁期」と「禁漁区」である。

### 3-1-2 中国の漁業と関係する法規

中国において「法律」とは、全国人民代表大会及び常務委員会が制定する規範的な法律書類である。漁業に関する法律はいくつがあるが、代表的なものは「中華人民共和国漁業法」である。これは1986年1月20日に通過し、また2000年10月31日に改正され、漁業資源の保護、増殖、開発および合理的利用を強化するため、制定された法律である。中国で法律以外の「法規」とは、国務院及びその所属部門が制定するものが「行政法規」と「部門規則」であり、地方人民代表大会及び常務委員会と地方政府が制定する規定である。中国で国家レベルの海洋と関係ある法規は、508本存在し、その中で漁業と関係ある規定は200本以上にのぼる<sup>(4)</sup>。各省各市も様々な法規を制定しているが、実際に実行力を持ち、広く重視されるのは政策・制度である。

他方、中国における「政策」とは、党・政府の施政上の方針、目標、行動の原則などである。70年代から、資源保護のために、養殖を主要にする政策、生産物を「二つの開放」政策、外向移動政策、資源保護政策そして漁業安全政策などを策定してきた。その政策実現のために、ある組織と団体のメンバーとが共に守る規程あるいは行動の準則が「制度」である。中国において漁業に関する制度は、「休漁制度」、「漁獲許可証制度」、「漁獲強度管理制度」、「漁獲漁民転業制度」、「漁獲限度制度」及び「漁業資源増殖制度」である。漁業

資源管理制度の実施について、法律上、明文化されている。漁業法には、第 22 条に「国は漁獲量を資源増加量より少なくする原則に基づいて、漁業資源の漁獲可能総量を決め、漁獲限度制度をとる」、そして漁業法第 23 条には「漁業について、漁獲許可証制度をとる」、第 28 条には「県クラス以上の人民政府の漁業行政主務官庁は、その管理する漁業水域について漁業資源増殖のための統一計画を作成し、措置を講じるものとする」、さらに第 29 条に「国は水産生殖質資源とその生存環境を保護し、かつ比較的高い経済価値と遺伝育種価値をもつ水産生殖質資源の主要な生長・繁殖水域に水産生殖資源保護区を設置する」とある。一方、第 30 条には「爆発物、有毒物、電気による漁獲など漁業資源を破壊する方法で漁獲を行うことを禁止する。禁止された漁具の製造、販売、使用を禁止する。禁漁区及び禁漁期における漁獲を禁止する。」という条例がある。しかし、それぞれの制度の具体的な内容は、省レベル以上の法規に書いてある場合が少なく、特に制度違反する際、処罰の条例は、ほぼ各市、各県の行政規定であるといえる。

## 第 2 節 中国における漁業資源管理制度及び舟山における実行状況

### 3-2-1 中国における漁業資源管理制度

舟山の海洋資源の厳しい状況に対して、中国の研究者並びに政府の関連部門は、様々な対策を講じてきた。中でも最も具体性と実行力を有し、広く重視されているのが「漁業資源管理制度」である。

まず中国における漁業管理に関する制度を整理すると、①「休漁制度」、②「漁獲許可証制度」、③「漁獲強度管理制度」、④「漁獲限度制度」及び⑤「漁業資源増殖制度」が存在する<sup>(5)</sup>。①の「休漁制度」の中に、禁漁区、禁漁期、保護区という概念が明示されている。禁漁区とは、一切の漁労、あるいは特定の漁労方式を禁止する水域であり、禁漁期とは、漁労作業を禁止、あるいは制限する時期であり、一般に流布している夏季休漁実は禁漁期の一形態である。他方、保護区とは、経済価値が高い、あるいは他の利用価値が高い水産種質資源を保護するために、水産生物種質資源の生長と繁殖の水域を保護区として指定し、ここでは一切の漁労を禁止するのである。②の「漁獲許可証制度」が定められ、漁獲の前に申請が必要になり、漁船の登録書や検査証明書なども必要となった。この三つの証明書がない場合、「三無漁船」と呼ばれ、取り締まる対象となる。他方、③の「漁獲強度管理制度」は、漁船の数量と出力をコントロール、漁具の網目の大きさ(例えば、トロール網 54 mm、流し網 90 mm)を管理することであり、中でも特に重要な漁船の数量と出力のコントロールは「双控制度」と呼ばれる。④の「漁獲限度制度」は、ある海域の総漁獲量を計算し、それ以上の漁獲を禁止する制度であり、先端な制度として 2000 年に漁業法の中に導入された。伝統的な漁業制度とは異なり、投入ではなく産出をコントロールしている。最後に⑤の「漁業資源増殖制度」とは、孵化したばかりの仔魚から水槽内で育てた魚介類の稚魚を天然に放流することで、資源を直接増やす方法である。中国の場合、漁業資源増殖制度の実行には、二つのステップがある。第一ステップは、漁民たちが漁業資源費を払うことで

あり、続く第二ステップは、政府がこの資金により孵化したばかりの魚を購入し、育てて放出するのである。

### 3-2-2 舟山における漁業資源管理制度の実行状況

3-2-1 を踏まえ、次に、舟山における漁業資源管理制度の実行状況を具体的に検討していく。①の「休漁制度」について、舟山漁場の場合は、1995年から、毎年6月15日から9月の15日まで夏季休漁期に入り、さらに2012年より、休漁期の開始時間が6月1日に繰り上げられた。また、漁獲対象あるいは漁獲方式によって、様々な禁漁区、禁漁期を設定している(表3-1)<sup>(6)</sup>。

表3-1. 舟山の禁漁期と禁漁区

漁獲対象と漁獲方式	範囲	時間
ワタリガニの禁漁期	北緯 27°～31°沿岸と近海	4月1日12時から9月16日12時まで
棒受網作業の休漁		5月1日12時から7月1日12時まで
帆式定置網（帆張網）作業の休漁		5月1日12時から9月16日12時まで
「拖虾」とカニかご作業の休業		6月1日12時から8月1日12時まで
産卵タチウオの保護区	北緯 28°30'から 30°30'、東経 125°から機動漁船引き網と定置網の禁漁区	5月1日12時から6月30日12時まで
引き網類、刺し網類及び他の漁獲方式の休漁		6月1日12時から9月16日12時まで
定置作業の休業		6月1日12時から9月1日12時まで

[舟山市海洋と漁業局 HP]

機動漁船引き網と定置網の禁漁区は、図3-2の折れ線の左側の海域である。



図 3-2. 機動漁船引き網と定置網の禁漁区

さらに、タチウオなど 9 種の経済魚類を中心として、合計 40 種以上の漁業資源を保護するために、2008 年に 2.2 万平方キロメートルの東海タチウオ国家級水産種質資源保護区を設立している。

他方、②の「漁獲許可証制度」と③の「漁獲強度管理制度」により、近年舟山の漁民の人数と漁船数が徐々に減っているが、漁船の総出力は増えている（第 1 章第 2 節の内容を参照）。

しかし、先端な制度として位置づけられた④の「漁獲限度制度」については、漁業法に明文化されたにもかかわらず、舟山を含め、中国においてこの制度ははまだ実行されていないという<sup>(7)</sup>。産出管理法として、中国の漁獲限度制度が TAC 制度か ITQ 制度か、どちらに傾倒しているかに関しては、研究者の間でも一致した見解は得られていない<sup>(8)</sup>。

⑤の「漁業資源増殖制度」について舟山漁場の場合は、漁獲方式によって漁業資源費が異なる。例えば、トロール網は年間 20 元/KW である一方で、帆式引き網の場合は、一年目は 200 元/KW、二年目は 400 元/KW、三年目からは 800 元/KW となっている。一方 1982 年から、エビの放流を始め、1993 年の一年間、1.1 億尾を放流した。また、1999 年からフウセイの放流も始めた。2004 年、農業部、浙江省海洋と漁業庁は放流専用基金を設立し、放流の種類と規模がさらに増加してきた。こうして今、舟山漁場で年間 1000 万元の漁業資源費を利用し、10 種類以上数億尾の稚魚を放流している<sup>(9)</sup>。

### 第 3 節 現行制度・生態状況に対する漁民の認識

上述したように、中国政府は漁業資源の保護・修復のために、様々な漁業資源管理制度を制定してきた。つまり、「漁獲許可制度」と「漁獲強度管理制度」によって、漁民の人数と漁船の数量をコントロールし、漁獲の強度を管理している。一方、「休漁制度」によって、漁類の空間的・時間的な回復の場を与える。さらに「漁業資源増殖制度」によって、人為的に漁業資源を増殖している。

こうした制度は、理論的には実行の可能性を持ち、効果があると判断されているが、実

際には効果がないことも事実として周知されている。2014年4月に行った「一打三整治」では、3731隻の漁船を検査し、2033隻の「三無」漁船を取り締まった<sup>(10)</sup>。しかし、この行動は成功と言える一方で、違法漁船の数が非常に多いことも明らかとなった。さらに、筆者の調査によって、舟山における、漁船の登録証に記録した漁船と出力と実際の出力が異なり、規格外の魚具を使うことは既に一般的なこととなっていることが明らかとなった。一方、禁漁区、禁漁区での漁獲活動も少なくない<sup>(11)</sup>。下記に詳しく述べていくが海洋と漁業局の役人の話では、年老いて漁民はほとんど禁漁区で漁獲しているという。つまり、政府は漁業資源管理制度を制定したものの、現状では漁民はきちんと守っているわけではないようである。中国海洋大学の王は、「政府が漁民をしっかりと監督していないために、沢山の制度が実行されないままである。」と指摘している。しかしながら、漁業資源の修復を目指すのであれば、漁民にとっても有利なことであると考えられるものの、漁民が制度を守れないのであれば、それはどうしてであるか、原因を知る必要がある。同時に極めて大きな権力を持つ中国政府が、なぜ漁民の行動をしっかりと監督できないのかも探るべきである。しかしながらこのような問いに対して、先行研究では具体的な検討がなされてこなかった。

上述のように先行研究は一重に「コモنزの悲劇」を基礎とする研究手法であるが、筆者は、その範囲内で検討されることに賛同できないと感じている。つまり、前提として漁民の具体的な状況や漁民の意見や意図という漁民の能動性を研究内容に取り込むことが排除されているからである。しかし第2章でも漁民の生活と漁業資源の変容は密接に影響し合っているため、実際に制度の受益者であるべき漁民が、こうした制度をどのように捉え、また生業の中で受け止めているかなど、具体的に検討すべきであると考えている。そこで、本研究では、制度と漁民の生活や認識等に関して、現地調査（参与観察、アンケート調査並びに聞き取り調査）などから得られた結果を合わせながら分析し、その結果を本章で論じていくこととする。

### 3-3-1 現地調査と分析方法

#### 1) アンケート調査

先行研究などを参考にしながら、漁民に対する中国語の調査票を作成した。質問項目は「基本情報」「政策・制度に関する質問」「漁業資源と生態の質問」「情報に関する質問」という四部分で構成され、全部で45の問い<sup>45</sup>である。

2013年12月、舟山市嵊泗県の二校の学生の家族を対象として、800枚の調査票を用意し、学生達に持ち帰って家族に行ってもらった。2014年1月に調査票を回収した。回収した調査票は全部で672枚、そのうち職業が漁業と関係あるものは196枚、さらに有効だと判断されたのは172枚であった。

---

<sup>45</sup> 2013年10月に、調査票の初稿を制定してから、当地の役人、漁民、統計の専門家の意見を聞き取り、内容がわかりやすくなり、11月に終稿が完成した。

## 2) 参与調査と聞き取り調査

2015年1月に、沈家门漁港、普陀海洋漁業局及び興業集団会社にて、参与観察と漁業局の役人へのインタビュー調査を実施した。また2015年2月に、嵯山島（嵯山漁場）にて参与観察と、漁民、漁民の家族、漁業関係者、漁村の村長・村支書、一般市民への聞き取り調査を実施した。

沈家門漁港は中国最大の漁港であり、世界三大漁港の一つとして、この海岸線は11.5キロメートルである<sup>(1)(2)</sup>。そこには漁獲漁船だけではなく、運輸船や漁政船も停泊している。一方、海洋と漁業局は漁業資源と漁民の生産活動を管理する部門として、この普陀海洋と漁業局は、直接的に沈家門漁港を管理している。興業集団会社は株の構成が51%は中国政府、49%は日本人であり、浙江省の有名な海水製品の加工・販売会社は、日本の技術を利用している（嵯山漁場の詳細は、第2章を参照）。

インタビューの対象者は20人程度で、その内訳は漁業局の役人、漁民、漁民の家族、漁業関係者、漁村の村長・村支書、一般市民である。特に、以下の12人の意見をより詳しく聞き書きし、分析してみることにする。

1. Xさん 47歳 漁民
2. Lさん 69歳 漁民
3. Jさん 36歳 漁民
4. Yさん 46歳 海水製品加工・販売者
5. Dさん 42歳 プロの釣り師
6. Aさん 年齢不明 大魚村の村支書
7. Bさん 年齢不明 金鸡村の村長
8. Hさん 65 公務員定年
9. Wさん 63 医者定年
10. Fさん 54 漁業局漁業科科长
11. Mさん 55 漁業局資源環境科科长
12. Nさん 71 漁民（現在は漁獲を行っていない）

### 3-3-2 アンケート調査の結果と統計分析

#### 1) 調査対象者の年齢分布

調査対象者の年齢分布を図3-3に示した。1970年から1989年生まれにほとんど集中していた。

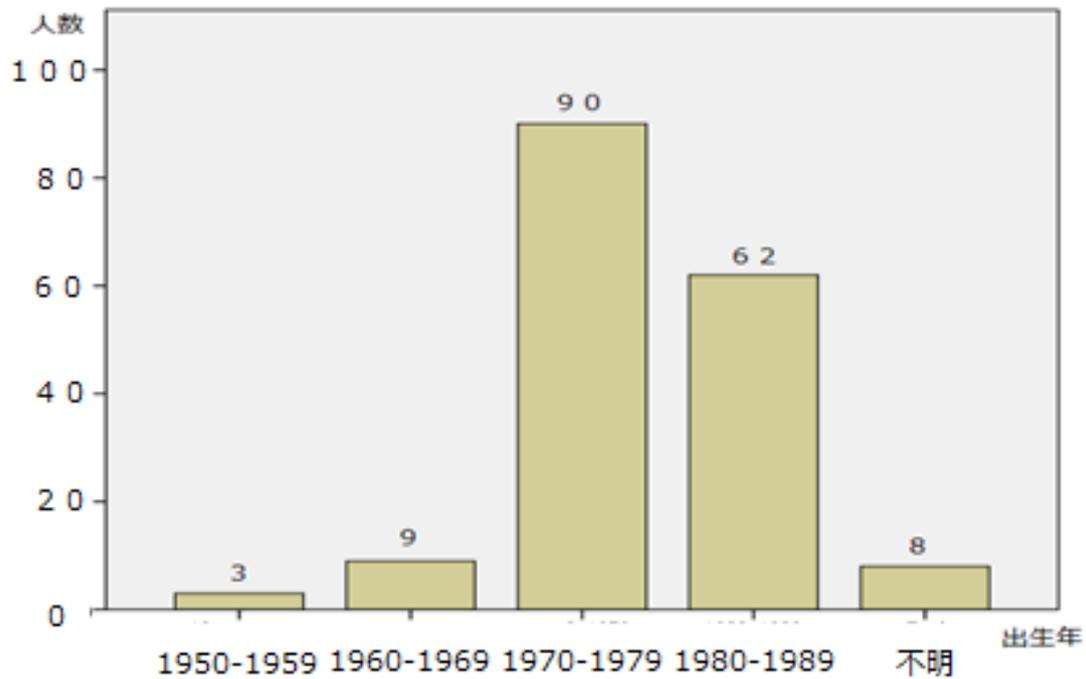


図 3-3. 調査対象者の年齢分布

## 2) 立場が弱い漁民

漁民の学歴（図 3-4）は、全体として高くなく、大学、専門学校とそれ以上の学歴を持っている人は 14 人ほどであり、これら高学歴の人の職業は、全て水産企業の管理者、オーナーと政府の公務員であった。また、中学と中学以下の人は 7 割以上をしめていた。

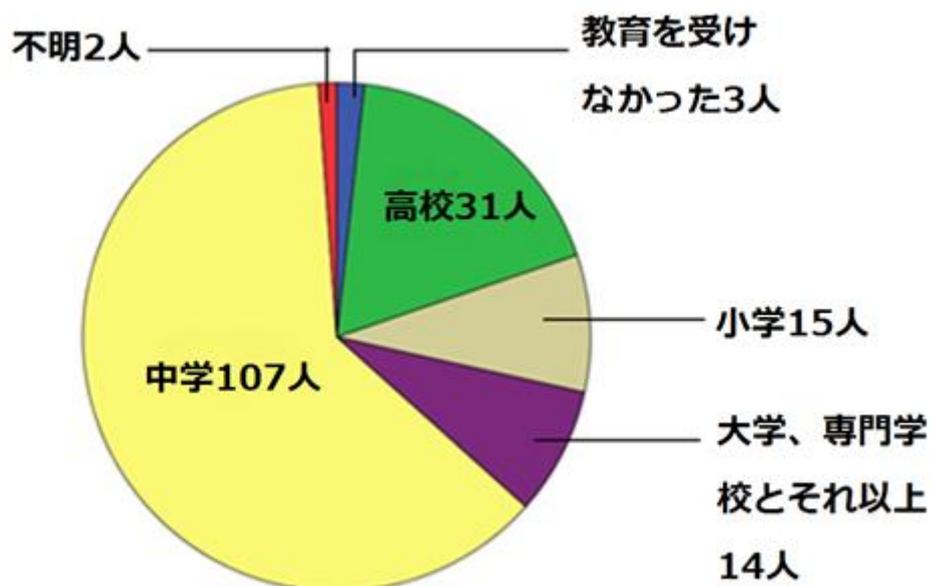


図 3-4. 調査対象者の学歴

一方、漁業と関連がない職業の場合、42%の人が大学かそれ以上の学歴を持っているため、同じ地域に住んでいても差異が顕著であることが伺える。さらに、漁民の立場からの情報入手の手段が極めて少ないこと、現に政府からの情報しか手に入れていないことが明らかとなった。

### 3) 漁業資源管理制度に対する認識

漁業資源管理制度に対して、漁民は、わからない所が多いと回答した人が多く、また40.7%が法律と政策の区別が分からない、73.3%が漁獲限度制度を聞いたことがない、31.4%が制度を違反したことがあるかどうか分からないと回答していた。また、政府や他の組織に自分の意見や情報を示した経験を持つ人はそれほど多くなく、39.5%であった。

より具体的な統計結果を述べていく。「漁業法」に対して、図 3-5 に示すように、その内容が分からないと答えた人は6割以上を占めている。

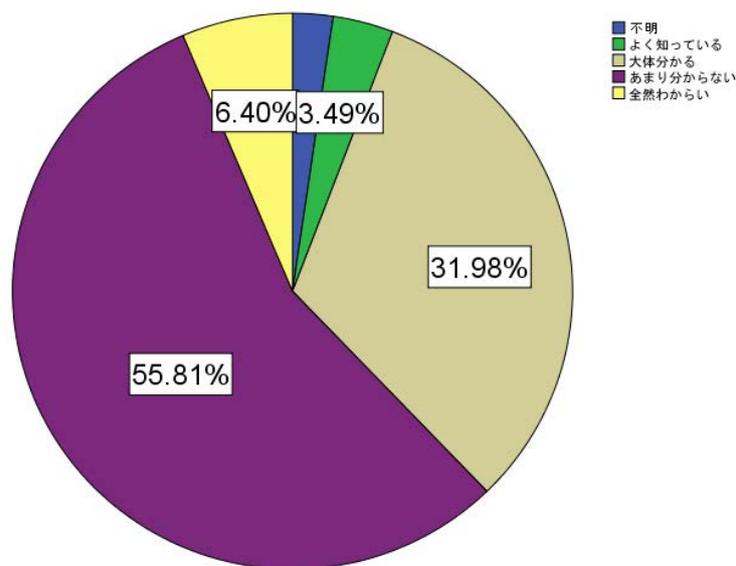


図 3-5. 漁業法に対する認識度

「国連海洋法条約」に対しては、その内容が分かる と答えた人は20%以下である(図 3-6)。

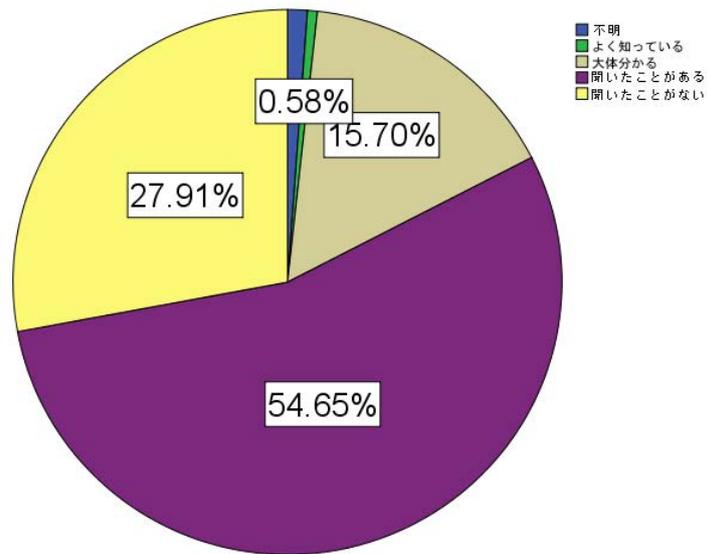


図 3-6. 「国連海洋法条約」に対する認識度

漁業と関係ある政策に対しては、その内容が分かると答えた人は 35% くらいである (図 3-7)。

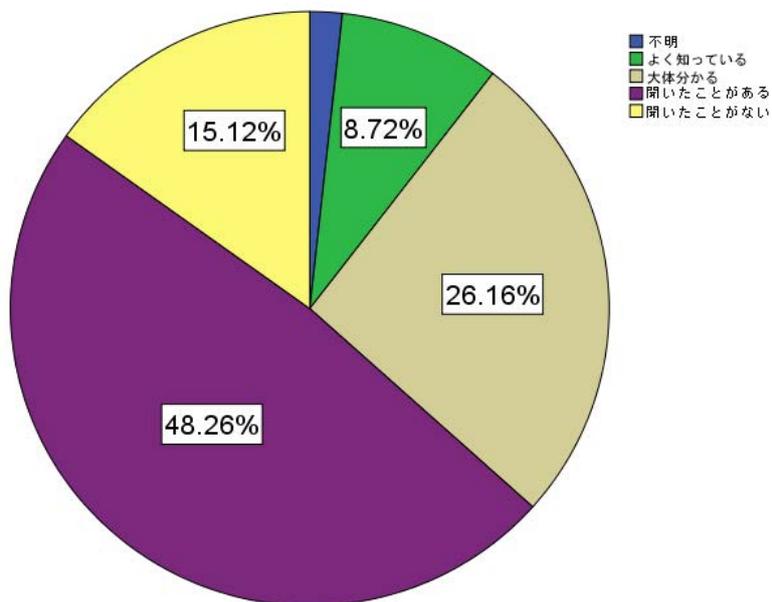


図 3-7. 漁業政策に対する認識度

ただし、休漁制度に関しては、その内容が分かると答えた人は 70% を超えた (図 3-8)。

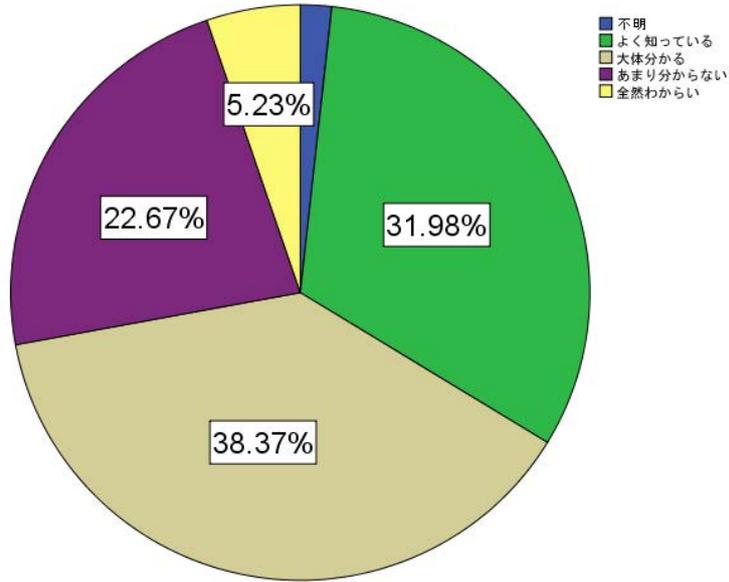


図 3-8. 休漁制度に対する認識度

また漁業資源増殖制度に関しても、その内容が分かると答えた人は70%を超えた(図3-9)。

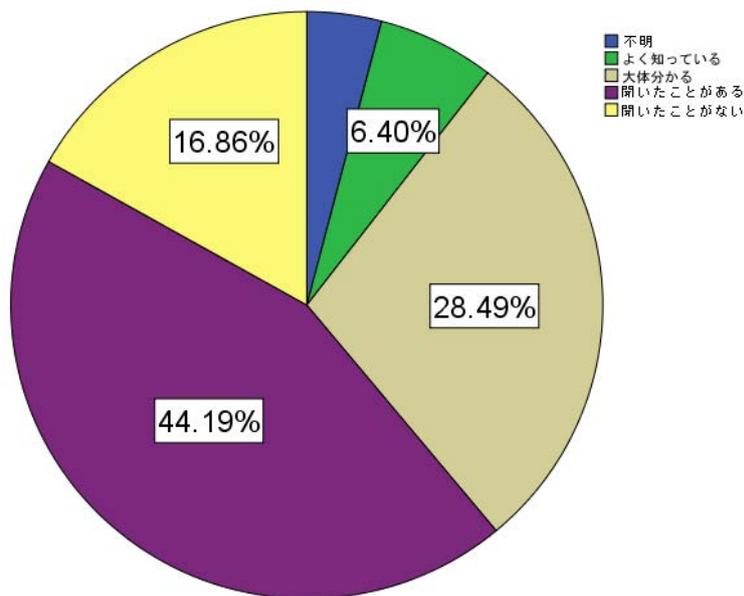


図 3-9. 漁業資源増殖制度に対する認識度

このように、漁業と関係する法律、国際的な条例、また政策に対して、漁民の認識度が概して低いものの、具体的な制度の場合、その認識度は著しく高いことが明らかとなった。

さらに現行制度について、種々の批判的意見を持っていることがわかってきた。つまり「政策・制度に関する質問」の結果から、35.5%が「漁業法」の内容について大体わかると

答えているものの、9.4%は「時代と合わない」、16.5%は「ただの条例、操作性がない」、12.4%は「新たな規定が必要だ」と回答している。また「休漁制度」については、71.6%は内容が大体わかると答え、20%は「合理的」であるとするも、18.8%は「休漁期間が延長すべき」、27.6%は「休漁期間を短縮すべき」、44.7%は「魚の種類、海域、時間によってより具体的な区別が必要だ」と様々な意見が出された。「漁業資源増殖制度」については、36.4%は内容が大体わかると答えたが、12.3%は「合理的」、59.1%は「賛成だが、稚魚の種類と数量が足りない」、そして18.1%は「賛成だが、場所が少ないか適当ではない」と回答した。

#### 4) 漁業資源・生態に対する共通見解

漁業資源・生態状況に対する意識・意見が相対的に漁民の間で一致していることが明らかとなった。たとえば、「漁業資源と生態の質問」の結果から、78.9%の人は「魚類資源の数量が減少している」と答え、74.1%の人は「魚類資源の種類が減少している」と答えた。また、73.3%の人は「海水製品の産量も減少している」と回答した（図3-10）。

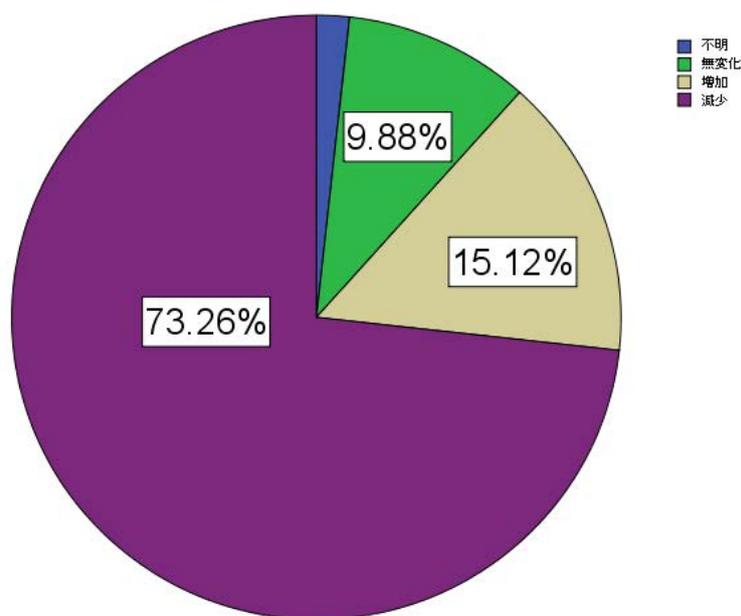


図3-10. 海水製品の産量に対する認識

他方、乱獲については、94.2%の人が認識しており、そのうち45.9%の人は「深刻である」と感じ、また71.6%の人は「この問題は重要であり解決すべき」と思う一方で、「私がとらないと、他人がとる」、「海の魚は所有が定まっていないので」というコモンズの発想も見られた。また海洋汚染については、91.8%の人は存在していると感じており、55.3%の人は「深刻で、強く感じる」と答えた。90.1%の人は「この問題が重要であり解決すべき」と思う反面、15.2%の人は「これは国の問題であり、私は何もできない」と悲観している現状も伺えた。

それ以外、情報に関して、一番多い72.7%の人はテレビから漁業に関する情報を入手しているが、現在インターネットで情報を確認する人が増え、48.8%である。また、情報源に対して、一番信頼度が高い政府でも、半分は至らない、49.4%である。その次は専門家で、32%である。

## 5) 再分析から導かれる考察

基本の統計結果を再分析すると、以下のような考察が得られた。

### ①制度に対するに認識は学歴、職業と関係性がある

学歴と「休漁制度」に対する認識度をクロス集計により分析した結果を表3-2に示した。

表3-2 クロス集計の出力

学歴 \* 「休漁制度」に対する認識度 Crosstabulation

		「休漁制度」に対する認識度					Total	
		不明	よく知っている	大体分かる	聞いたことがある	全然分からない		
学歴	不明	Count	1	1	0	0	0	2
		% within学歴	50.0%	50.0%	.0%	.0%	.0%	100.0%
大学専門学校とそれ以上	大学専門学校とそれ以上	Count	1	7	4	2	0	14
		% within学歴	7.1%	50.0%	28.6%	14.3%	.0%	100.0%
高校	高校	Count	0	12	10	8	1	31
		% within学歴	.0%	38.7%	32.3%	25.8%	3.2%	100.0%
中学	中学	Count	1	31	50	21	4	107
		% within学歴	.9%	29.0%	46.7%	19.6%	3.7%	100.0%
小学	小学	Count	0	3	2	6	4	15
		% within学歴	.0%	20.0%	13.3%	40.0%	26.7%	100.0%
教育を受けなかった	教育を受けなかった	Count	0	1	0	2	0	3
		% within学歴	.0%	33.3%	.0%	66.7%	.0%	100.0%

Total	Count	3	55	66	39	9	172
	% within 学歴	1.7%	32.0%	38.4%	22.7%	5.2%	100.0%

表 3-3. カイ 2 乗検定の出力

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	61.175 <sup>a</sup>	20	.000
Likelihood Ratio	35.470	20	.018
N of Valid Cases	172		

a. 21 cells (70.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .03.

また表 3-3 のカイ 2 乗検定の P の値は充分小さいが<sup>46</sup>、カイ 2 乗検定の結果が信頼できないと考えられる。代わりに、表 3-4<sup>47</sup>に示したように、学歴と「休漁制度」に対する認識度との関係性があることが明らかとなった。

表 3-4. 関係性の出力

**Symmetric Measures**

	Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal Phi	.596	.000
Cramer's V	.298	.000
N of Valid Cases	172	

同様な方法によって、学歴と法律・国際的な条例・政策と他の制度、また職業と国際的な条例・政策と制度も類似する結果が得られたため、制度に対する認識は、学歴、職業との関係性があると判断できる。しかし、学歴と職業の関係性が高いので（表 3-5）、どちらが制度に対する認識とより直接な関係があるかを検討する必要があると考えられる。

<sup>46</sup> P の値は充分小さい場合、一般的には有意な差があることが証明される。

<sup>47</sup> Phi と V の値の 0.1 より高い場合、関係性があると判断できる。

表3-5 学歴と職業の関係性

Symmetric Measures			
		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	.709	.000
	Cramer's V	.317	.000
N of Valid Cases		172	

## ②漁民の制度への要求をメディアが上手く伝達できていない

漁民の意志・意見を描写する政府の資料・研究資料は極めて少ないものの、マスコミの場合、時として漁民の意見・認識を報道している。メディア報道によれば、漁民は漁業資源を保護するため、休漁期を延長したいという要求が多いとされる。図3-11に示すように、ネットで検索すると、複数にわたりこのような情報を見つけることができるが(左側)、休漁期を短縮する要求があること、またこれに関する報道は一切みあたらない(右側)。



図3-11. 休漁期に対する漁民の意見に関する報道 (百度の検索結果)

このような情報に基づいた一般に精通する認識は、漁民をあるいは、政府が現行制度より厳しい制度を作っても、民意に従うしかないと考えられる。

しかしながら、筆者のアンケート調査では、漁業関係者の意見として「18.8%は休漁期間

が延長すべき、27.6%は休漁期間を短縮すべき、44.7%は魚の種類、海域、時間によってより具体的な区別が必要だ」という結果が得られた。漁業制度に対する意見と職業について、クロス集計により分析した結果を表3-6に示した。

表 3-6. クロス集計の出力

漁業制度に対する意見\*職業 Crosstabulation

Count

	職業										Total
	a	ab	ae	b	bc	c	cde	ce	d	e	
漁業制度に対する意見	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
a	10	0	0	1	0	0	0	1	5	7	24
ab	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
abd	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
ad	2	0	1	0	0	0	0	0	1	2	6
b	12	0	0	0	0	0	0	0	3	7	22
bd	4	0	0	0	0	0	1	0	0	1	6
c	27	1	1	0	1	3	0	0	1	1	35
cd	8	1	0	1	0	0	0	0	0	2	12
d	25	1	0	1	0	1	0	0	5	16	49
e	6	0	0	3	0	0	0	0	2	1	12
Total	97	4	3	6	1	4	1	1	17	38	172

ここで、「漁業制度に対する意見」について、bは「休漁期間を延長すべき」、cは「休漁期間を短縮すべき」、そして、職業について、aは漁獲漁民である。また結果を見ると、bを選んだ32人の中に、19人は漁獲漁民である一方で、cを選んだ47人の中に、37人は漁獲漁民である。つまり、休漁期間を短縮すべきだと考える漁民の人数は休漁期間を延長すべきだと考える漁民の2倍にも及ぶ。政府はもし漁民の意見を聞きながら制度を制定・修正の場合、その時検討すべきであると考えている。

③漁民の格差が増大している

政府の公開データ（第1章第2節を参照）から判断して、近年漁民の人数と漁船数が徐々

に減少している一方で、海水製品の産量はあまり変化しないか、少しだけ増加しているとも言える。よって、漁民にとって、産量は増加していると感じていることも予想できるが（図3-12）、アンケート調査の結果は、海産製品の生産量が増加していると感じたのが15.1%のみであり、73.3%の人は海水製品の生産量が減少していると感じていた。

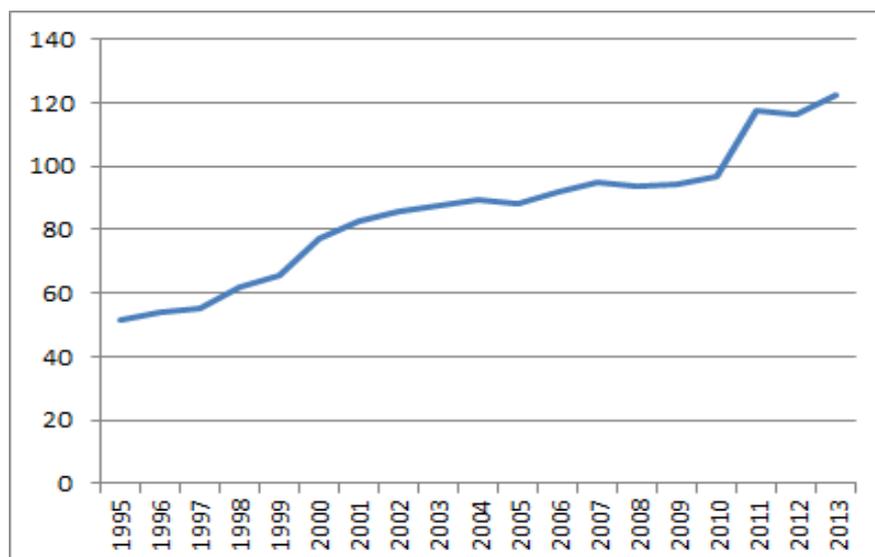


図3-12. 漁船の平均産量

つまり、政府公開のデータと漁民の認識をそのまま受け取って考察すると、漁民の格差が増加していることを示唆しているのかもしれない。

### 3-3-3 聞き取り調査の結果

次に、聞き取り調査の結果から導かれた事柄を以下の3点にまとめてみる。

#### 1) 漁業資源管理制度・政府の管理への不満

漁業資源管理制度に対しては、具体的な種々の条例を漁民は遵守していないことが明らかとなった。

「我々は「拖虾（2-1-3でも記述）」の場合、電網を使う。確かに、電網は使ってはいけないという規定があるが、実際には使っている。そして、この電網の技術は改善していて、今は無線の電網を使っている。（Xさん）」

「規定で禁止されていることは多いが、実際はやっている。例えば、電気・麻酔剤や爆弾などによって魚を取ることは禁止されているが、全部やっている。（Dさん）」

「上が作った制度は基本的には正しいが、実行する時に変わる。例えば、網の目がだんだん小さくなった。『帆張網』は禁止されたが、実際はできない。さらに、昔一隻の船には

網が4~5個だったが、今は14~16を備えている。船が多い時には、すべての海域で全部網、引き網ができない程だ。船の出力も大きくなっており、登録では250馬力なのに、実際は800馬力の船だ。このような違反現象は普通だ。だれかが違反したら、皆も違反する。実際は私たちの責任だ、しかし、処理しにくい。漁民も生きていく必要があって、本当に禁止されたら、かれらは造反する。(Fさん)」

また、一部の制度に対しては、漁民が分からない、効果がないと感じている場合もあるようである。

「漁業資源費を払っている。国家もお金を出す。国家は放流をしているが、生存率が低すぎる。生存率が高いのは蟹で、半分以上が生存できるが、他の魚なら、7~8割が死んでしまう。(Xさん)」

「漁獲限度制度とは？漁獲には限度なんかありえない。捕れた魚は多ければ多い方がいい。この政策は全国にはない。放流は私たちにとって、何の役割もない。やっているのはやっているが、魚が小さい時に「帆張網」に取られてしまう。(Jさん)」

「放流も制限する必要がある。海洋生物連鎖を破壊し、一方的にある生物を繁殖させ、まるで外来生物の侵入のようだ。(Yさん)」

さらに、漁民でも役人であっても、政府の管理に対して異議を持っているようである。

「岷泗今観光を重視しているが、漁業を重視していない。今、一部のリーダは外部者で、漁業のことは全然わからない場合が多い。つまり政府が一番いい海域の使用権を外来の漁民に売ったのだ。これは我らの祖先からずっと漁獲してきた漁場だ。そんなこと許されない。(Lさん)」

「リーダにとって、一番大事なのは業績で、今はやはりGDPだ。現在、舟山において様々な海岸工事、埋立地を建立し、海洋を開発している。しかし、海岸工事・海洋工事を申請する時、環境への影響の評価・審査はただ表面的な形式で、正直、専門家は勿論、我らでも現場へ行く時間もない。さらに、このような工事は、本当はどのくらい海洋生態への影響があるのか、これを深く検討していない。そうすると、政府の企画、特に官員の理念の対抗で、自分の仕事が失う可能性もある。(Mさん)」

その一方で、管理側の役人にとって、制度の管理もそんなに簡単ではないことが彼らの語りから推察される。

「省人民代表大会が作った規定は法律の効力がある。しかし、実際の具体的な規定はそうではない。ある魚類、ある行動に対して専門の法律の条例を作るのは無理だ。だから、本

当に罰する時の根拠がない。公的な権力と私的な権利とは違う、法的な規定がないと使えない。(Fさん)」

## 2) 漁業資源の保護の認識における差異

漁業資源の保護に関しては、漁獲漁民からは特段意見が得られなかった。しかし、漁業関係者からは、政府の管理に関する次のような意見を聞くことができた。

「政府にとって、制度の執行を強化する必要がある。過去のように厳しく制裁する必要がある。例えば、「電網」の使用を見つけたら、入獄だけではなく、全財産を没収する。そうすると、制度を破壊する勇気がなくなる。(Yさん)」

このように漁民を厳しく管理すべきとの意見がある一方で、以下に示すように漁民の生計を考慮すべきとする意見もあった。

「現在漁業資源の減少は事実だが、しかし、地方の漁民海に生まれて、海に依存して生存している。だから、漁獲はまだ続ける。漁業局の管理も厳しくない。政府にとって、資源保護は当然重要だが、厳しく管理する条件として、漁民の生活保障あるいは転業転職の対応も解決しなければならない。(Dさん)」

一方、政府の役人からは、以下に示すように実に様々な意見が聞かれた。

「実際に漁獲許可によって実行されている。例えば、許可の出力は 250 馬力なら、実際の出力も本当に 250 馬力になる。そうすると、網の大きさも自動的に決められる。そして、船を造る時に管理したほうがいい。その時しっかり管理すると、後の「一査三証」<sup>48</sup>が要らない。漁船を造る時、投入が高いので、取り除くと、漁民の損失は大変なものになる。だから私たちが管理する時、力不足の一方で、漁民に同情する。(Fさん)」

「海洋生態を変える海洋工事を重視すべきだ。埋立地を含めて、石油、天然ガスの開発は漁業への影響が非常に強い。これをやったら、海洋の自然属性が変わる。海流の方向だけではなく、産卵の場所もかわる。内陸からの汚染で赤潮が出た。近年舟山で毎年 5 月から、赤潮がとんでも多い。特に「東極」という所で、あそこはまさにタチウオの保護区で、水質の要求も厳しいのに。赤潮が出るもう一つの原因は潮干潟がなくなること。潮干潟は様々なものを分解する役割を持っていて、今なくなると海洋の分解能力が弱くなる。海洋工事など評価・審査する手順が必要だが、形式が多い。お金を払う必要がある。すべての海洋と関係のある工事は生態修復費を払う。資源を修復することについて、政府は二つのこと

---

<sup>48</sup> 「一査三証」とは、漁業局から漁民への検査である。主に「漁獲許可証」、「漁船登録証」「船舶検査証」の確認である。

をやっている。農業部は放流と海洋牧場、国家海洋局は海洋生態修復だ。実際にやっていることは似ているが、名前は必ず区別する必要がある。これはややこしい所だ。しかし、技術のレベルは高くない。中国人の技術は保護のためではなく、産量のために使う。始めはいいと思うが、最後はやりすぎる場合が多い。(Mさん)」

### 3) 漁民の生活保障の皆無の実態

現在舟山の漁民にとって、生活保障はほぼない<sup>49</sup>と言っても過言ではない。特に年老いた漁民の場合、社会保険がかけられない状態にあり、現状に対して深刻な不平不満が聞かれた。

「私は 60 歳の時に (社会保険を) 買いたいが、買えなかった。漁獲をやっていない人、彼らならば買えるだろう。だから、漁民は保険が買えない、保障もない。私のような漁民は、現在 1 月 125 元だけだ。昔は漁獲できない人、様々な職業が分配されていたので、今全部保険金がもらえる。(Lさん)」

「男性は 65 歳から、女性は 55 歳から、保険金がもらえる。そのため 15 年間以上の支払いが必要だ。だから、年上の人は買えない。以前は 45 歳から毎月 100 元を払って、60 歳からお金をもらう。漁民の年齢制限があり、一回払いは駄目、そうやりたい人がいるが、省の規定がない。(Aさん)」

一方、若い漁民にとっては、保険を買いたくない場合が多い。

「社会保険に参加していない。若いのに、参加する必要がない。得ではない。私は計算したことがあるし、他人もそう思っている。(Jさん)」

「社会保険は 65 歳からもらえる。例え 80 歳まで生き残る場合、ただ払ったお金を戻すだけだ、意味は全くない。これは共産党の計算ミスだ、最初の予想は平均年齢 70 歳だが、実際は 76 歳だ、この 6 年のお金は全部後の参加者が負担する。(Yさん)」

若い漁民たちの試算では、保険を買うと逆に損をすると考えているようである。しかし、これはそのまま受け止めるには問題があり、もし本当に損をするのであれば、社会保険の設定に問題があるといえる。もし得するのであれば、周知と解釈に問題があると考えられる。

## 第 4 節 現行漁業資源管理制度の限界

本節は前節のアンケート調査と聞き取り調査の結果に基づいて、「漁民はなぜ制度を守らないか。政府はなぜ漁民の行動をしっかりと監督できないのか。」という疑問に対しては、具

---

<sup>49</sup> 市民は社会保険がある一方で、農民が土地を持っている。

体的に検討してみる。もし根源的に解決しがたい問題が存在する場合、現在の漁業資源管理制度の実行には限界があると考えられる。そこで、以下では、漁民と政府の両面から分析を試みていく。

#### 4-4-1. 漁民はなぜ制度を守らないのか

漁民の立場から考えると、現行制度に対して内容が分からないことや誤解があること、また異議を持っていることなど様々な問題が存在していることが明らかとなった。上述のように6割の漁民は漁業法の内容が分からない、7割は漁獲限度制度を聞いたことがない、3割は制度を違反したことがあるかどうか分からないという結果が得られた。つまり、漁民は現行制度に対する認識度が低いことが分かった、また、この状態が短期間で改善されることは難しいと考えられる。

また、聞き取り調査より、漁民は夏季休漁のことを知っているが、他の禁漁期・禁漁区の規定はあまり分からないことが明らかになった。例えば、漁民は「政府が一番いい海域の使用権を外来の漁民に売った。」と文句を言っていたが、本調査から、その真相は伝統的な漁獲方式に対して近海は既に禁漁区になっているが、外来からの漁民の漁獲方式に関する規定がないので、こうした人々を政府が管理できない状態にあるということが分かってきた<sup>(13)</sup>。この点から、もちろん政府の規定が不明瞭であるとは言えるものの、漁民が制度に対する理解の程度が低い、誤解が存在していることも見える。さらに、夏季休漁に対しても、メディアの報道とは異なり、短縮すべきだと思ふ人が、延長すべきだと思ふ人より多いことが分かった。

制度に対する認識については、確かに、政府から漁民への周知は少ないとは言えない。普段、目にする看板、壁新聞、テレビの宣伝以外にも、重要な時あるいは新たな制度が出る時には、政府が組織する座談会なども召集する。しかし、漁民にとって、これは受動的に情報を受ける方法に過ぎない。また、漁民は制度の内容が上手く理解できない場合も多い。さらに、情報がまた聞きになるにつれて、意味が変化してしまう場合が多いと考えられる。さらに、最も重要な点は、現行制度の目的が漁業資源の保護であることである。これは確かに、長期的視野で考えた場合、漁業資源が回復すると漁民にとっては有利なことは事実であるものの、その日その日を生き抜くことに懸命な漁民にとって、漁獲場所・時間や方式を制約されることは、損失が大きいと考えられる。よって、制度に対して、漁民の意欲は減退し、受け入れることが容易ではないことが示唆される。

#### 4-4-2. ゲーム理論による検討

上記で考察してきた制度を取り巻く漁民や政府の行動を、ゲーム理論を用いて以下、検証してみることにする。

##### 1) 漁民は制度を守らないことを選択する

仮に漁民が制度の内容を理解し、認知できたとしても、漁民は制度を守らないことを選ぶであろうと考えられる。この原理について、ゲーム理論を使って説明してみたい。なぜなら聞き取り調査結果に鑑みると、漁民は漁業資源に関しては無関心とは言えないものの、最も気になるのは自分の利益であるからである。そこで理性的に自己利益の最大化は、漁民の行動の選択の判断の標準になることを前提として、ゲーム理論が通用できると考えた。これらの関係性における利益表を表 3-7 に示す。

表 3-7 個人の利益表

漁業制度	他人が守る	他人が守らない
自分が守る	A	B
自分が守らない	C	D

ここで、A は、皆が漁業資源管理制度を守る場合に、自分が得る利益である。B は、他人は制度を守らないが、自分が守る時に自分が得る利益である。C は、他人は制度を守るが、自分が守らない時に自分が得る利益である。D は、他人は制度を守らないが、自分も守らない時、自分が得る利益である。さらに、以下の設定も考えられる。

- ①皆が守る場合、漁業資源は徐々に回復し、皆に有利になる。
- ②皆が守らない場合、漁業資源が減少し、皆に不利になる。
- ③他人が守り、自分が守らない場合、自分は極めて有利。
- ④他人が守らないで私が守る場合、自分は非常に不利。

すなわち、 $A > D$ 、 $C > A$ 、 $D > B$  である。

しかしながら、漁民にとって、 $A > D$  にかかわらず、 $C > A$  と  $D > B$  によって、結局 D になってしまう。つまり、他人が制度を守るかどうかにかかわらず、自分が制度を守らないと、より利益を得ることができ、結局皆が制度を守らない方向性に傾くのである。

現実も理論通りである。本調査結果からも、現在舟山において、漁船の実際の出力と登録のデータが異なることや、規格外の網の大きさと網目の大きさ、禁止される漁獲方式、禁漁区の漁獲活動などの、制度を守らないことは一般的なことになっている。

## 2) 政府は漁民を管理しにくい

漁民が意識的に制度を守ることが難しい場合、政府からの監督、特に漁民の行動の管理は非常に重要であると考えられる。特に中国政府は極めて大きな権力を持ち、農業、工業などの産業を直接管理しており、市民も政府の役割を期待している。しかしながら、漁業の状況は少し異なっている。

現在、舟山を含め、中国において漁民を管理する場合、漁政船が巡邏し、漁船の違法作

業を見つけたら捕まえ、処罰することが一般的な管理方式である。このことを前出の利益表を利用し、表示すると以下ようになる。

$$Q \geq \max(C - A, D - B) \quad (1)$$

ここで、 $Q$  は漁民が制度を違反する時、政府からの処罰により損失がある。 $Q$  は制度を守らない時、得た利益より多い時、政府の管理の効果があると考えられる。しかし、政府にとって、 $Q$  は三つの要素によって決められる。

$$Q = PBE \quad (2)$$

ここで、 $P$  は捕まえる確率、 $B$  は処罰の成功率、 $E$  は罰金である。この管理方式が有効なものとなるためには、 $PBE$  を上げることが重要であるが、いずれも簡単ではない。

まず  $P$  について、現実では非常に低くなるであろう。中国の場合、漁業資源と漁民の漁獲活動を管理する政府部門は海洋と漁業局であるが、舟山における漁業局がある島は本島以外三島しかない。一方、有人島は 200 以上であり、そのほとんどが漁業と関係がある。そして、この広大な海で、舟山の漁政船は 10 隻にも満たないが、舟山の登録の漁船は 8000 以上であり、政府側と漁民の差別が大きすぎる<sup>(14)</sup>。さらに、登録していない漁船も非常に多いうえ、特に外来の漁船に対して舟山の漁業局の管理は極めて難しいため、漁政船と出会ったら、すぐ逃げるか、一部の漁船のまわりには鉄棒があり、さらにガスボンベも上に置いてあり、漁政船が近づくこともできない。このような現状で、 $P$  を高めるためには、漁政船の数量、管理者の人数、巡邏の頻度を向上する必要があり、有効政府のコストも大幅に上がると考えられる。

また、 $B \cdot E$  については、制度の法律化、また漁民の支出の能力と深い関係があると考えられる。聞き取り調査結果によって、現行制度の中に、種々の具体的な条例に対して法的な根拠がないことが分かっている<sup>(15)</sup>。よって、政府の管理者は管理しているが、処罰できない場合が多い。さらに、罰金については、変更の難しい法律の中の条例によって処罰する場合、罰金が低すぎて効果がない場合が多いが、高くなると、同じく法的な根拠がない問題もあるし、漁民の不満を招くことになるかもしれない。つまり、 $E$  が高くなると、 $B$  が低くなることが予想できる。政府の管理者は漁業資源管理制度の法律化を期待しているが、これも非常に複雑なことである。

政府の規定と違い、法律を制定する場合には、科学性の要求はかなり厳しく、基礎データがなく、因果関係が証明できない場合は、具体的な条例を策定できる可能性はない。さらに、合理性の要求も厳しく、伝統的な習慣からも、「中華人民共和国物権法」から漁民の漁獲の権利をどのくらい制約できるか、学术界ではまだ議論の渦中にある<sup>(16)</sup>。

一方で、一部の漁民、特に一部の年老いた漁民は生存のために、近海において漁獲を行

っている。前出の図1が示すように、近海はほとんどが禁漁区であり、この行為は間違いなく制度違反である。しかし、生活保障がない年老いた漁民にとっては、体力がなくなると近海でしか漁獲できなくなる。この、日々を生き抜こうとする漁獲する老漁民に対して、管理する術を見つけるのは難しい。つまり、漁民の支出の能力を超えると、Eが低くても、Bが低いと考えられる。

したがって、物理的な条件、また伝統的な習慣に鑑みると、現在政府が漁民の行動を管理するのはとても厳しい状況にあるのは、道理にかなってしまうのである。

#### 4-4-3. 漁業資源の管理を重視していない政府

前節で述べた政府の立場には、「管理しにくい」という客観的な原因以外にも、「管理したくない」という主観的な要素も存在していると考えられる。中国の場合、漁業局は政府部門として、上級機関の指導だけではなく、地方政府の管理も受ける必要がある。漁業の場合、漁獲活動自体が生産活動であり、地方政府は地方の経済を発展するために、実際は海水製品の産量が増えることを期待している。さらに、地方の経済の発展を目指すために、漁業資源の保護より海水製品の産量を増やすこと・海洋工事の建立などを重視している。よって、海洋生態への影響の審査も単純な形式になった。

一方、中国の政府部門では、規定通りの動きより、リーダーの命令によって動くのが通常である。つまり、リーダーの指示が極めて重要である。しかし、近年、漁業局の局長を含め、政府部門のリーダーは漁業のことを理解できていない場合も多い。そして、リーダーにとって何より大事なのは業績である。漁業部門のリーダーにとって、漁民への厳しい管理は業績にならず、逆に漁民がコンフリクトを起こす場合、自分の政治生活に悪い影響があると捉えている。一方漁業資源の減少はだれの責任かも判断しにくいというえ、大陸からの汚染も漁業資源の減少の重要な原因と考えられる<sup>(17)</sup>。このような状況で、漁業局が他の制度より放流制度を重視するのは、一年どのくらいお金を利用したか、どのくらい魚を放流したか、客観的に数字化にできるからであり、可視化される結果が、ある程度業績に繋がるのではないかと示唆される。

厳しく管理すると、漁民側からの不満が募るし、行政が強行すぎるといった批判的な声が上がることが懸念されるであろう。政府のリスク並びにコストも高くなるものの、管理者の業績には繋がらない。そういった状況が続くと、結局、政府は漁民の制度違反の行為を見逃すことになってしまうのであろう。

以上述べてきた現行のシステムの課題は、図3-13のように総括することができる。すなわち様々な原因により、漁民は制度を良く理解できていないし、守らない方向に傾く一方、政府は管理しにくく、積極的に管理することも拒むというのが実情であり、現行制度の実行性には限界があり、現行漁業資源保護システムにはその力が発揮できないと帰結される。

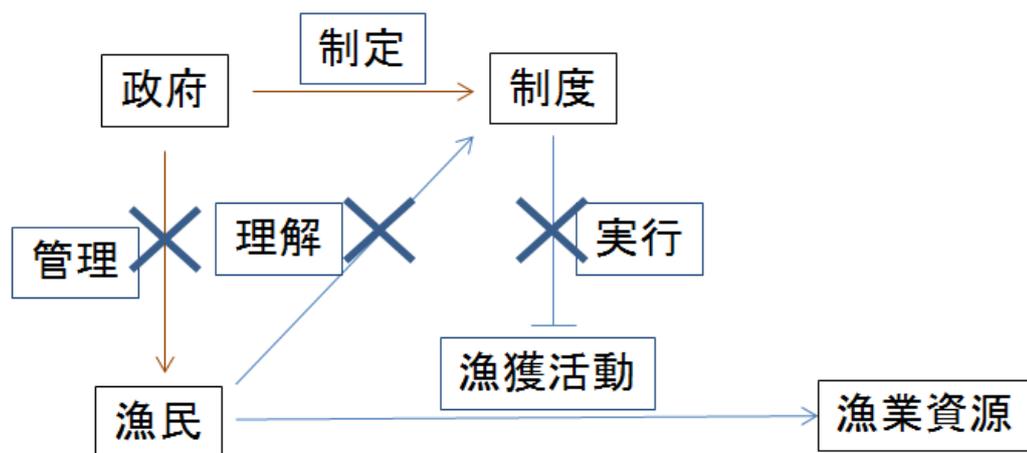


図 3-13. 役割が発揮できていない現行の漁業資源保護システム（筆者作成）

#### 参考文献

- (1) Ostrom, E, *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge, UK.. Cambridge University Press, 1990
- (2) Mancur Olson, Jr. *The Logic of Collective Action Public Goods and the Theory of Groups*, Second printing with new preface and appendix, Harvard Economic Studies 124(1965)
- (3) 慕永通, 渔业管理——以基于权利的管理为中心, 中国海洋大学出版社, 2006
- (4) 中国海洋大学 HP <http://222.195.158.131/xuan/008959.htm>
- (5) 桑淑萍, 中国海洋渔业制度管理研究——以青岛市为实证分析、中国海洋大学, 硕士论文, 2008.12
- (6) 舟山市海洋と漁業局 HP <http://www.zsoaf.gov.cn/>
- (7) 方芳、捕捞限额制度实施效果及实施对策的初步研究、中国海洋大学、硕士论文、2009.6
- (8) 闫海, 刘若冰, 中国水产, 2013(4):19-21
- (9) 浙江省海洋と漁業局 HP <http://www.zjoaf.gov.cn/dtxx/gdxx/2013/08/12/2013081200018.shtml>
- (10) 舟山全面取締“三無”漁船, 浙江日報, 2015年05月13日 [http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/local/2015-05/13/c\\_127793894.htm](http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/local/2015-05/13/c_127793894.htm)
- (11) 卢昌彩, 台州市渔船控制和管理现状及对策, 浙江海洋与渔业 2014-6, P19-23
- (12) 东海区渔政局 HP <http://www.dhyzchina.gov.cn/>
- (13) 浙江省海洋与渔业局课题组 a, 浙江省海域使用权“招拍挂”政策研究, 浙江海洋与渔业 2014-5
- (14) 浙江省海洋与渔业局课题组 b, 浙江省海洋渔业执法管理创新研究 (一), 浙江海洋与

渔业 2014-6, P16-19

(15) 张锦国, 陈安, 海洋渔业资源保护问题的思考, 浙江海洋与渔业 2014-6, P30-34

(16) 黄季伸, 基于渔民视角的海洋渔业捕捞权交易问题研究, 华中农业大学, 硕士论文, 2009

(17) シップ・アンド・オーシャン財団編、海洋の平和維持と環境保護のための法的・政策的枠組みと行動計画、海の安全保障その2：海洋環境の保護陸上起因による海洋汚染－東シナ海、中国、国際会議「地球未来への企画“海を護る”」会議録、2002.11、日本財団図書館 (<http://nippon.zaidan.info/index.html>)

## 第4章 漁業資源・生態の修復を目論む多面的検討

漁業資源を修復するための主要な方法として、現行でも様々な漁業資源管理制度が制定されているものの、「政府が漁業資源を管理しているものの、漁民に対してその管理は十分には機能していない」と指摘されている。しかし、このような意見は、一見漁民のことを重視しているように見えるが、その本質には漁業資源を保護するために漁民を管理すべきだという意見が前提となっている。当然、漁業資源の保護・修復がこの課題の目標であることに間違いはないが、漁業資源を漁業システム・海洋生態システムの要素として、あるいはシステムの動的な循環の一つとし、単純に漁業資源を増加させるように、あるいは漁業資源を減らさないように行動するよりも、この漁業・生態システムそのものを持続的に維持すべきであると筆者は考えている。

第2章に述べたように、現在は漁業システムの要素が単一化の傾向にあるため、それ自体が不安定になり、また外的な影響を受けて、システムの平衡状態が移動し、最終的には崩れてしまう可能性もあると考えられる。

システムを修復、あるいは維持するため、以下の3つの方法を提起したい。

- (1) システムを移動する力に対抗
- (2) 外的な影響の制約・切断
- (3) システムの再構築

そこで本章では、漁業について、この3つの方法に応答させるため、まず前章と対応させながら、漁業資源管理制度の再検討を行った。同時に漁民主体のシステム構築に向けて、考察した。他方で、より科学性の高い指針作りのために、先端科学知の活用による汚染対応・生態修復の数理モデルを構築しつつ、さらにこれらの結果を踏まえた包括的な考察を行った。

### 第1節 現行制度の再考と今後の展望

第3章において、現行制度の限界を述べてきたが、この「限界」については、システムの観点から再評価してみると、漁業資源は漁業システムの要素として考えられてこなかったことを意味する。序章にて、漁獲活動と漁業資源の変化は相互に因果関係があることを説明したが、漁業資源の減少の原因をより明確に解明した上で、現行制度を再考し、漁業資源を保護・修復することは、すなわち漁業システムを持続的に維持してゆく方法を提起することであると考えた。以下、順次検討を進めていきたい。

#### 4-1-1 漁業資源減少の直接的な原因

漁業資源の所有権が明確ではないために、漁民たちは短期的目標と自己利益だけを重視して、公有の漁業資源開発の限度を超えてしまい、結果として「コモンズの悲劇」を生み

出すということが指摘されている。これは、現在の重要な課題ではあるものの、舟山の漁業資源の減少、特に舟山の経済魚類の減少の原因を説明できるものではないと筆者は考えている。上述したように、舟山では、90年代以前は集団漁業と呼ばれる方式を取っており、漁民の収入と漁獲量には直接の関係性がなかった。つまり、「コモンズの悲劇」というモデルにおける2つの前提である「自由参入」と「明確ではない所有権」とは成立していないと言える。「自由参入」については、当時、仕事は自ら選択できなかった。つまり漁民になることは政府による配属であったと考えればよい。「明確ではない所有権」について、当時、所有権は明確であり、集団所有であった。つまり、漁民が漁獲した魚は生産隊のものであったし、漁民が販売することはできなかった。一方、舟山の伝統的な経済魚類について、70年代から減少し、80年代にマン氏イカ、キグチとフウセイは殆どが絶滅し、タチウオも大量に減少していた。つまり、舟山の経済魚類の減少の時期は集団漁業時代である。したがって、舟山の経済魚類の減少の原因は「コモンズの悲劇」によるものではないと考えられるのである。

現地調査によって漁業局の役人の意見と漁民の考えとを比較検討した結果、舟山の伝統的な経済魚類の減少の原因には二つがあることが明らかになった。一つは「漁獲技術の発展」に起因し、さらに技術の発展に見合う認識を持ち合わせていないことである。その具体的な例は、新たな漁獲方式、漁獲設備の発明と応用である。経済魚類の中でも、フウセイとキグチの絶滅は漁群探知機の利用と深い関係があると考えられる。集団漁業時代、毎年2・3月（旧暦）にフウセイは群れをなし、舟山漁場で産卵していた。その時、フウセイの密度が高くなるために、海域の酸素が低下し、魚群が海面に浮かび、漁民の漁獲は容易になる一方で、その漁獲活動自体は魚群にとっても有利なことであったとも考えられる。しかし、80年代に漁群探知機（図4-1）が使用されるようになってから、漁民は正月に産卵地に移動中の未産卵のフウセイを大量に収穫した。その結果、フウセイの数量は瞬く間に減少し、数年後完全なる絶滅に至ってしまった。



図4-1. 漁群探知機（舟山博物館のもの、筆者撮影）

キグチの状況はフウセイと似ているが、完全な絶滅には至っていない。一方、資源の量が

多いタチウオの減少と「帆張網」の利用とは、関係性があると考えられる。伝統的な張り網と異なり、「帆張網」は一日四潮、各方向からの魚が採られることになる。この漁獲方式が発明されてから、収穫の時に、小さいイカ・タチウオなどがよく見られるようになった。よって、「帆張網」の大規模な利用とタチウオの量の減少と質の低下に繋がり、また現在の経済魚類の放流の効果がないことに関しても、一つの重要な原因であると考えられる。

さらに、「魚類の生存環境の変化」が、もう一つの重要な原因であると考えられる。現在、長江と钱塘江とが舟山海域に流入するために、毎年5月から赤潮など海洋汚染がよく発生している。ラクゲ・イカなど軟体類の生物は水質の要求が厳しいため、近海のラクゲとイカの姿が消失した原因はこれであると断定されている。また、埋立地・埠頭建設など海岸・海洋工事のために、潮干潟や浅海域の状況は変化してきている。潮干潟がなくなる場合には、海の分解能力が低くなり、汚染物質の影響が強くなると考えられる<sup>50</sup>。埋立地の建立によって海底地形が変化し、魚類の産卵地がなくなる一方で、海底の石油・ガスなど資源の開発によって原油の流出なども直接に魚類に影響を与えている。これらに関してはマハタ・貝類への影響が著しいと考えられる。

90年代から、個人の漁業が主要な漁業生産方式となり、特に1994年には生産隊が倒産し、すべての漁民が漁船を購入し、自分のために漁獲を始めた。その際に、伝統的な経済魚類は殆どが獲れなくなり、漁民は遠洋での漁獲や未知の海域で漁獲するために、漁船の大型化・設備の更新、さらに漁獲方式の変更が必要になり、リスクとコストが発生した。費用対効果に見合う漁獲高を維持するために、より一層漁獲活動に専念することとなった。つまり、この状況は現在まで続いており、間違いなく「コモンズの悲劇」が発生している。さらに、制度を違反しつつ漁獲するのも普通の現象となってしまった。つまり、現在の漁民の「乱獲」が事実である。しかし、それ以前の集団漁業時代には、決して「乱獲」の状況にあったとは言えない。漁船を含めたすべての生産資源は生産隊のものであり、設備も政府の指示によって配備され、また漁獲活動自体も集団の生産活動を考えればよかった。たとえ漁獲活動が漁業資源の主要な原因であったとしても、その主要な責任者は地方政府であろうと考えていた。つまり、その当時は、「漁民の乱獲」と言うよりは「政府の乱獲」の方が適当であったのではないかと考えている。一方、ある考え方においては「もし当時が集団漁業ではなく、漁民が自由に漁獲できる状態であったら、より早くに「コモンズの悲劇」が生み出され、漁業資源の減少の問題は現在より深刻であっただろうと予想できる」というものもある。しかし、たとえこの考え方が正論であったとしても、事実ではない。あるいは、もしその当時が集団漁業ではなく、漁民が自由に漁獲できたとしたら、漁獲と共にそれによる利益を得たはずであるが、事実としてはその利益を得たのは政府であった。他方、「魚類の生存環境の変化」に関しては、この責任者は政府・企業、更に長江流域のす

---

<sup>50</sup> 干潟は汚濁負荷が直接海に流れ出し急激に濃度が上がることを防ぐ、緩衝作用もあり、沖合海域への直接負荷を和らげている。また、有機物を分解する微生物が多く発生するので、特に泥質干潟では、表面数cm以下の部分は無酸素状態の還元的環境になりやすく、硫化水素などが発生し、ある程度の悪臭がすることもある。そのような泥に住む動物は、酸素不足の環境に耐えられるものに限られる。

すべての市民<sup>51</sup>とも考えられ、漁民が一方的な被害者であると考えられるのである。

#### 4-1-2 管理方式の変更——「処罰」から「奨励」へ

第3章の説明から、漁民への管理については、現状に鑑みると政府が厳しく管理することによって一時的な効果は期待できるかもしれない。しかしながら、厳しい管理が長く続くと、政府の負担が大きくなるうえに、漁民からの反発も買うかもしれない<sup>52</sup>。つまり、現在実行している処罰の管理方式の効率は低い。一方、前節で述べたように、政府から漁民への厳しい管理の理由が不十分であり、政府が漁業資源減少の主要な責任者であるのであれば、漁民は被害者としての立場が益々強くなると言えるのではないだろうか。

そこで効率と道理の双方から考察すると、管理方式を変更し、保障・奨励制度に基づいて漁業資源管理システムを設立させることが重要であると考えた<sup>53</sup> (図4-2)。

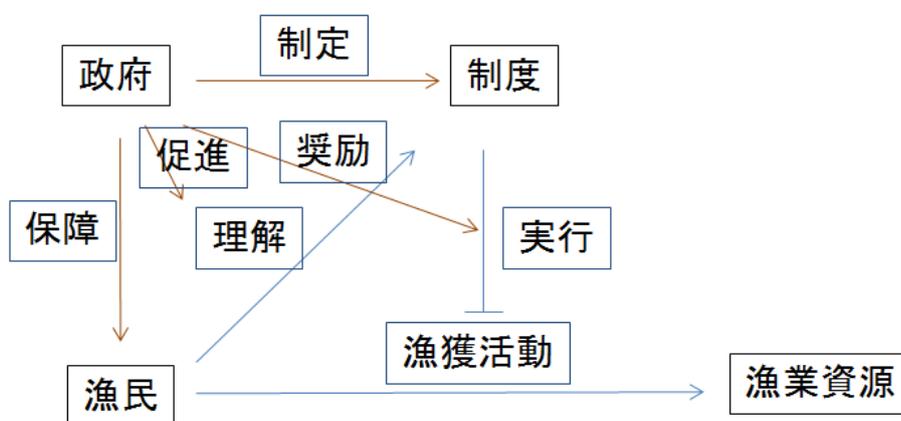


図4-2. 保障・奨励制度に基づいた漁業資源管理システム (筆者作成)

つまり、漁民の基本生活を保障した上で、制度を守ればと奨励するという方式である<sup>54</sup>。こうした考えは、漁業システムを維持するシステムとして、伝統的な処罰の管理方式より有効であり、合理性・合法性及び実行の可能性も十分であると考えられるため、以下に具体化していきたい。

<sup>51</sup> 汚染物質の種類から見ると、窒素、リンなどは工業廃水の成分だけではなく、農業廃水、生活廃水との関係もある。

<sup>52</sup> 第3章に述べてないが、漁民は政府の処罰に対して、怖くないと考えている。漁民の生活が厳しい（漁獲はつまらない重労働であり、リスクが高い、家族と会えない、社会認可度が低い）。つまり、漁民にとって、失うことができるものもない。これは「漁船のまわりには鉄棒があり、さらにガスボンベも上に置いて漁獲する」という状況が発生する原因であると考えている。したがって、より厳しく管理されると、漁民が反発し、地方が不安定になるのは可能である。

<sup>53</sup> 管理について、筆者の観点は「管理する前に相手に成功させる、物をあげる。つまり、幸せの人を管理しやすい」である。

<sup>54</sup> 保障・奨励制度の資金の構成について、筆者は以下の5種類を提案した。①基礎生活保障金②集団漁業労働補償金（集団漁業時代の労働の年数と対応）③地方発展保障金④海洋汚染補償金⑤漁獲奨励金（漁業制度を守る程度と対応）。ただし、この提案に対する真剣に検討すべき、特に定量化していない内に、本論文に展開しない。

### 1) 保障制度の重要性

前述のとおり、漁民の生活保障がなければ年老いた漁民を管理することは難しい。さらに、場合によっては制度が実行不能になると、制度の公平性・権威性も失ってしまうと考えられる。一方で、年老いた漁民だからこそ、舟山の漁業資源の減少に対する意識は非常に強く（前出の聞き取り参照）、漁業資源の回復を期待する気持ちもより強くなっている。また、聞き取り調査から、彼らはもし生活できるならばむしろ漁獲を放棄したいとまで述べており、政府から支援金が給付される場合には、政府の管理者に協力し、近海海域の漁獲を管理することも可能であると答えている。

さらに、舟山の実情を考えると、生活保障制度の設立は社会公平の表現であり、漁民の生活の必要条件であるといえる。集団漁業の頃には、舟山の市民は自分で職業を選択することはできなかった。舟山は漁業中心の町として、体力があり・能力がある人は漁獲を割り当てられたが、漁獲ができない人は他の仕事が割り当てられたのである。しかし、現在に至ると、他の仕事を続ける人のほとんどには生活の保障があるが、漁民は一番過酷な労働を何十年も続け、体の負担も大きいものの、生活の保障は一切ないという矛盾まで生み出してしまった。また、漁民は農民と異なり、土地のような生産資源を有していない。特に近海は禁漁区となり、漁獲がほぼできない状況になると、収入も減少してしまった<sup>(1)(2)</sup>。生存はすべての活動の基礎であり、満足しなければならない条件である。したがって、漁民の生活保障制度の確立は重要というだけではなく、必須のものであると考えられる。

### 2) 奨励制度の有効性

ゲーム理論の分析から、漁民が制度に対して興味がない・守りたくないと考える原因は、制度を守ると利益を損失するからであり、また罰に対して拒否感をもっていることを検証した。しかし、奨励の場合は、逆に制度の内容を理解していないと政府からお金が給付されないことになるので、最低限の制度の内容を理解することにも繋がると考えられる。また、政府からの奨励は、制度違反から得る利益を比較できる場合には、漁民自ら制度を守る可能性も非常に高くなると考えられる。一方で、政府の管理も簡単になると予測される。あくまでも奨励は処罰より実行しやすいうえ、全体的にコストとリスクが減ると予測される。さらに、漁民が制度の内容を理解する際に、漁民同士の交流やまた政府との交流も増え、認識も向上させることができるという付加価値も期待できる。

### 3) 保障・奨励制度の合理性

4-1-1の原因分析から、漁業資源の減少の主要な責任者は政府であるが、漁民は加害者であると同時に被害者であることを導いた。さらにそれだけではなく、利益関係から見ると、漁獲活動については集団漁業時代に生産活動が激しくなると、利益が増すのは地方政府であり、漁民の労働強度が増えるが、それ相応の利益を得てはいなかった。現在は生産

活動が激しくなると、漁民の利益が増えると同時にコストとリスクも増加するが、政府も利益を得ている。また、海洋汚染については、主に長江流域の発展の結果であり、漁民は間接的な被害者である。海岸・海洋工事について、埋立地や海底石油の開発は政府が受益者であるが、漁民は間接的な被害者である。

現在の政府は漁業資源を保護するために様々な制度を制定し、漁民の行動を制約しようとして試みている。漁民にとっては、伝統的な漁獲場所ではなく、より遠くより資源が少ない場所で漁獲すると、コストがさらに増えるとなった。いずれも政府は責任者・受益者であるにも関わらず、責任だけを漁民になすりつけるのは合理的ではないと考え、よって、責任をなすりつけるだけではなく、同時に利益も移行すべきだと考えた。つまり、漁民の漁獲活動を制約する場合には、政府から漁民への補償が適当であると考えている。

#### 4) 保障・奨励制度の実現の可能性

まず、法理の側面において、罰ではなく保障・奨励の場合、中国の実情ではこのような制度の実行は法律化する必要がなく、地方政府が決定できると考えられる。したがって、法律面の問題はクリアできる。

ただし重要なのは、この保障・奨励のお金の出所である。実際のところ政府がどのくらいのお金を捻出することができるかを判断することは難しいが、現在も形は少し違うが、政府から漁民への援助金があるということに着目してみたい。それは「ガソリン補助金」であり、実際にどのくらいガソリンがかかるによらず、船の出力によって給付している補助金である。さらに、漁民が実際にもらったお金は規定より遥かに多いことも事実である。例えば、浙江省の規定によって、毎年 1kw が 225 元であるが<sup>(3)</sup>、実際には 187 馬力の船が去年は 32 万以上を手に入れた<sup>10)</sup>。これは漁民の漁獲の収入に比べても劣らない資金である。よって、政府が相当な財力をもっていることの証でもある。例えば政府がガソリン補助金を提供しているために保障・奨励制度のお金を出すことが難しくなる場合には、ガソリン補助制度に代わって、保障・奨励制度を実施する案も考えられるが、ガソリン補助金を利用し、保障・奨励制度を実施するのも一つの提案である。つまり、漁業資源管理を守る程度によって、ガソリン補助金を支払うのである。そうすると、実行の可能性もそれなりに期待できると考えられる。

現行制度の内容を変えずに実行方式を変更すると、政府にとっては現行制度をそのまま使用することができ、ただ漁業システムの参加者からこのシステムの支持者になり、仕事の強度は逆に減ると考える。一方漁民にとって、特に勉強しなければならない新たなことは実際にはなく、自ら制度を守ると利益を得るというように変わるだけである。よって、保障・奨励制度はより有効で実行の可能性が高い方式であると判断できる。ここで、注意すべきは漁民の立場が有利になった途端に、漁民になりたい人々が増えるかもしれないということである。漁獲の准入、漁民の認定は政府にとって重要な仕事であると考えら

れる。

#### 4-1-3 漁業協同管理並びに漁獲限度制度への展望

現行制度の効果が低い事実に対して、その対策は主に2つの方向がある。

1. 現行制度を改善
2. 現行制度を変更

4-1-2において筆者が提案した方法は、一般的な管理の強化とは異なるものの、現行制度に基づいた管理方式の変更、つまり、現行制度の改善とも言える方式である。しかし、現行制度はもはや改善できない、あるいは根本的に変更すべきだと考える一部の研究者は、まだ実行していない漁獲限度制度に期待しているが、一部の研究者は漁業協同管理という方式を探索している。

##### 1) 漁業協同管理

第3章において現行制度の限界を論じたが、主に制度の実行に対する論考であった。さらに現行制度の内容面に関して、その合理性と科学性も保障しにくいと筆者は考えている。例えば、「政府が一番いい海域の使用権を外来の漁民に売った」という漁民の語りについて、「使用権を売った」という点は、漁民の誤解である。一方で、外来の漁民が舟山の禁漁区で漁獲できるということは事実である。もし禁漁区の魚類を保護するのであれば、禁漁区の外来の漁獲方式に対する規定がない、あるいは特に禁止されていない漁獲方式の中に、魚類への影響が強い漁獲方式が存在している場合<sup>55</sup>、禁漁区を規定する意味はあまりないと考えられる。結局は、伝統的な漁獲方式だけを禁止し、漁業資源を保護していない状態であり、当地の漁民の不満を招くこととなった。

また、アンケート調査・聞き取り調査によって、現行制度の内容に対する意見も多く抽出することができた。例えば休漁制度に対して、アンケート対象者の44.7%は、「魚の種類・海域・時間によって、より具体的な区別が必要だ」と答えた。また、放流制度に対して、「効果がない・生存率が低すぎる、7~8割が死んでしまう」という意見もあった。政府が不完全なデータに基づいて制定した制度は、その科学性さえも不足しており、現実と合っていないと指摘されている。一方、管理理論によると<sup>(4)</sup>、現代社会はお互いに依存する社会であり、どんな行動者でも十分な資源と知識を持つことが難しく、すべての問題を解決できる能力を持ち合わせていないとされる。資源交換・知識共有によって、行動者は公共事業に対して、有効な団体行動を行うことができる。また、行動者は完全なる理性ではないので、相互の会話・交流によって自身の不足を克服し、共栄を実現できる。これは政府も例外ではなく、漁業の関連部門でも、漁業の実情を把握しにくい場合が多い。一方で、社会の一般人・組織なども、協力しながら直面している問題に対して団体行動を行うができる<sup>(5)</sup>。漁業の場合には、漁民は団体を結成し漁業資源を共同管理すると、政府独断の管理より効

<sup>55</sup>例えば、刺し網の場合、網目が小さくなると、魚類への大きな脅威となる。

果があると予想している。

よって、「政府中心」の管理システムから「漁民中心」のシステムに変更すべきであり、漁業協同管理のシステムを構築すべきであると考えられる（図4-3）。

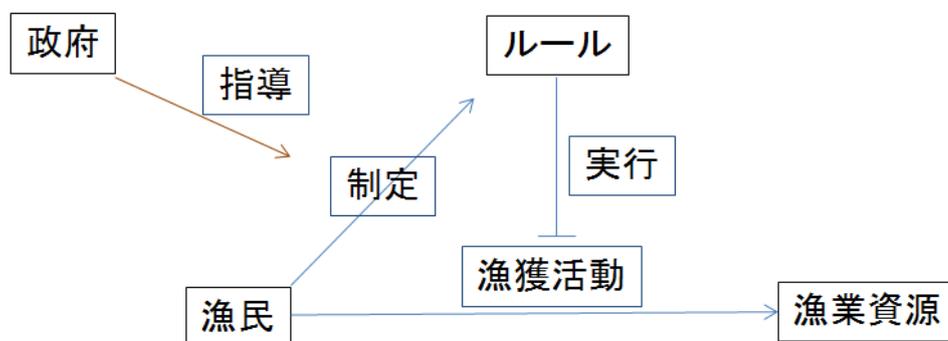


図4-3. 漁業協同管理のシステム（筆者作成）

一方、現実的な漁業協同管理システムの構築について、日本の事例を参考にすることができる。日本では、漁民は法律・政府の行政法令のような一般的な指導を受けることができ、さらに漁業協同組合という方式を取り、具体的な規定を自らも作り、行動を管理・監督している。こうした日本の経験から学び、漁業協同管理を実現すべきであると考えている研究者もいる<sup>(6)</sup>。その理由は3つ挙げられる。

1. 日本と中国は共通する海域があり、生態環境・魚類が似ている。
2. 日本は漁業への依存性が高く、漁獲・漁業資源管理の経験が豊富であるうえに、また漁業資源の保護・修復の実績がある<sup>(7)</sup>。
3. 日中には文化・制度の共通性があり、お互いに学ぶ習慣がある。

確かにこの3つの理由は全て事実であり、また日本のように漁業協同管理を実現できれば、現行制度の問題はほとんど解決することができると考えられる。まず漁民自らが制定する制度に対して、漁民がその内容を分らないことはないであろうし、また現状に合わせて、具体的な条例を制定・削除、または変更しやすい。つまり、現状への対応性が高いと考えられる。また、漁民が自分の行動を管理・監督する場合には、管理者の人数と被管理者の人数が対応でき、より効率が高くなると考えられる。また政府にとっては、指導のコストははるかに管理する場合より少ないと考えられる。さらに、政府の処罰よりも、団体の一人としてこの団体の処罰を受ける場合の方が、より効果があると考えられる。つまり、こうすることによって、漁獲の実情を一番知っている漁民が、被管理者の立場から管理者になり、政府は指導者になり、より漁民の能動性を発揮することができる。そのため、現行制度より効果がいいと考えられるのである。

しかし、現在に舟山において、このような制度のシステムを構築することは難しいと筆

者は考えている。まず、中国においては漁業協同組合のような組織は存在していない。漁業協同組合は、日本においては漁業者（漁民）によって組織された協同組合である。水産業協同組合法によって定められており、漁民の協同組織の発達を促進し、その経済的社会的地位の向上と水産業の生産力の増進とを図るための協同組織とされている。中国にも、「漁業協会」という組織は存在しているが、ここでの漁業協会とは、漁業生産・経営・加工・機械製造及び関係のある企業と科学研究所・学校・地方団体から構成された非営利組織のことを意味する。このような組織は、主に企業を中心としており、その役割は企業の利益を守ること、また政府に知見を提供することである<sup>(8)</sup>。漁民へのサービスは提供しておらず、漁業制度を制定、また管理する権利も持っていない。つまり、日本の漁業協同組合と完全に性質を異にする組織である。

さらに、現在、漁業協同組合のような組織を作る基本条件もまだ不十分であるといえる。まず、漁業協同組合は構造としても簡単な組織ではない。図 4-4 は日本の三重県の漁業協同組合構成であるが、相当な複雑性を持つことが伺える<sup>(9)</sup>。



員が一人一票の平等な議決権を持ち、漁場管理はボトムアップ方式で行われる<sup>56</sup>。これは中国において、他の組織でも実行を試みていない管理方式である。

さらに、より重大な課題は、組織ではなく漁民自らが制度を制定し、また自分の行動を管理する習慣・認識・能力がないことである。聞き取り調査の際に、筆者が日本の漁業協同組合の基本状況を紹介すると、漁民たちはこのような方式に賛成し、そうすべきだと考え、また、現行制度に対しても様々な意見を提出した。しかし、漁業資源の保護に対しては、基本的には「これは政府の役目であり、我々は何もできない」と答えていた。さらに、従来の漁民たちは政府の指導を受け、政府のことを最も信頼し、政府の管理下で行動することに慣れていていると考えられる。つまり、政府に対する意見はあるものの、漁民は実際には政府に依存していると考えられる。

したがって、現在の中国の漁民にとって、自ら団体を結成し、漁業資源及び自分の行動を管理するのは難しいと言えるだろう。また、漁民協同管理を実現するためにも、まずは漁民の認識を向上させることが重要であると考え、特に現実性に基づいて意見交流と情報交換の場を設立するのが当面の課題であると考えられる。

## 2) 漁獲限度制度

現行制度の効果が低いことについては、一部分の研究者によると、現行の入口管理制度に対して完全に不信の状態にあるので、未だ実行されていない出口管理の漁獲限度制度に期待している。

出口管理制度には主に2つの種類があり、TAC制度とITQ制度である<sup>57</sup>。中国に適した漁獲限度制度は基礎的なTAC制度であるか、あるいは最先端と言われるITQ制度であるか、研究者の間でも一致した見解は得られていない。

TAC (Total Allowable Catch) 制度は対象とする資源(魚種)に対して、漁獲することができる上限の許容漁獲量 ABC (Allowable Biological Catch) を定め、漁獲量が ABC を上回らないように管理することにより、その資源を保存・管理しようとするものである<sup>(1)</sup>。国連海洋法条約はこの制度を採択し、沿岸国は排他的経済水域を設定する権利を与え資源の利用権を認めている一方で、その水域における生物資源の保存・管理措置をとる義務を課されることとなった。

日本の場合、1996年にTAC法(海洋生物資源の保存及び管理に関する法律)が成立し、TAC

---

<sup>56</sup> 漁場管理とは、地元の漁業を総合的に管理する行為である。高度経済成長期の後に開発された養殖業を除いて、漁法は江戸時代に開発された。その共同管理を権利として受け継いだのが組合管理漁業権である。これは、形こそ行政庁から漁協が免許されるものだが、漁業権の公使規則は漁民の合意により作成される。漁業行使権の配分には漁協の職員すら立ち入らない。また、漁民の個別事情が考慮される。このように、漁場管理はボトムアップで行われる。

<sup>57</sup> TAC制度は出口管理制度の基礎制度と考えればよい。TAC制度に基づいて、割当の方式によって、様々な制度があり、ITQ制度は中の一種である。

制度の導入がはじまった。現在、マアジ・マサバ及びゴマサバ・マイワシ・サンマ・スケトウダラ・ズワイガニ・スルメイカという7魚種がTAC魚種として設定されている。選定基準としては、漁獲量が多く、国民生活上においても重要な魚種であることや、資源状態が悪く緊急に管理を行うべき魚種、日本周辺で外国人により漁獲されている魚種がTAC魚種となっている<sup>(12)</sup>。

漁獲可能量の設定は、ABCがベースとなっているが、漁業者の経営状況等も配慮される。海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画の改定は毎年行われている<sup>(13)</sup>。

他方、一部の研究者は、漁業資源の管理において重要なのは「所有権」を明確にすることであると考へ、漁獲限度制度は単純な生物学の制度ではなく、経済学の制度として外国のIQ制度、特にITQ制度を導入すべきであると考えている。

漁獲可能量を漁業者又は漁船ごとに割り当て、割当量を超える漁獲を禁止することによって漁獲量を管理する方法は、個別割当(IQ(Individual Quota))方式である<sup>(10)</sup>。また、個別割当方式には、漁業者又は漁船ごとの割当量に譲渡性を付与し、当該割当量を他の漁業者に自由に譲渡又は貸付けができるようにした譲渡性個別割当(ITQ(Individual Transferable Quota))方式がある<sup>(10)</sup>。現在、ITQ制度を実施している国は、アメリカ、オーストラリア、ニュージーランド、アイスランド、デンマーク、イギリスとカナダであり、特に、アイスランドには総漁獲量の98%以上をITQ制度によって管理している。

現在、ITQ制度は最先端な漁業資源管理方法と見なされており、多くの研究者はITQ制度のような漁獲限度制度の制定と実行を提唱している<sup>(14)</sup>。しかし、筆者の調査によって、ITQ制度はもちろん、TAC制度であっても、現時点では舟山において実現するのはほぼ不可能であることが判明した。その原因には概して3つあると考えられる。1つは、この制度に関する認知度が極めて低いことである。アンケート調査によると、漁業関係者の中で73.3%が漁獲限度制度を聞いたことがないと答えている。また聞き取り調査によると、漁民はTAC制度・ITQ制度の内容を聞くと、皆そろって反対を表明した。また、海洋と漁業局の役人の場合、制度の内容はすでに理解していたが、舟山においては実行するのは不可能だという意見を述べた。2つ目は、舟山における漁獲可能量の計算が非常に難しくなっていることである。漁獲可能量の計算は、実際には対象魚類への計算である。しかし、現在では、舟山の経済魚類は殆ど見られなくなり、漁獲の対象はすべての魚類となっている。漁期か魚群がない場合には、漁獲可能量の計算はほぼ不可能である<sup>(15)</sup>。したがって、学術界においてはABCに関する数理モデル、また計算法はいくつかあるが、今まで舟山を含め中国全国においても、一種さえも魚類の結果が出ていない。3つ目は、漁獲可能量を計算しても、漁獲限度制度は現在の舟山の漁獲方式と合わないことである。現在の舟山における3つの主要な漁獲方式は、すべての魚類を漁獲する方法であり、漁獲対象を選ぶことはできない。つまり、漁獲方式が変わらない場合には漁獲限度制度を実行しても、まったく意味がないのである<sup>58</sup>。一方、漁民にとっては漁獲方式の変更はイコール漁船の交替であ

<sup>58</sup> 漁獲限度制度の対象魚類の漁獲量が限界になっても、漁獲する時、他の魚類と区別できない場合、同じ

り<sup>59</sup>、これは絶対に耐えられないことである。よって、許容漁獲量の計算を中心として、TAC 制度・ITQ 制度への研究は理論上の意義はあるが、現実的な意義は見あたらない。よって現行では、TAC 制度・ITQ 制度の導入は不可能であると考えられる。

以上の本節の小活として、漁業資源管理に対し以下の意見を提示したい。

現在は、まず漁業システムを維持するために、漁民の基本生活を保障した上で、管理方式を処罰から奨励に変更することが求められる。将来、漁業協同管理を実行するために、漁民の認識を向上させ、意見交流・情報交換の場を設立する。また、将来、漁獲限度制度を実行するため、許容漁獲量の計算を研究する。

さらに将来的展望における 2 つの変化の方向性を予測した。

①伝統な漁場における漁業資源を修復し、伝統的な漁民という職業を続ける。

②伝統な漁場における漁業資源が枯渇し、伝統的な漁民は消滅し、代わりに漁獲会社がより遠洋な漁場において漁獲する。

①の場合は、漁業協同管理を実行し、②の場合には、漁獲限度制度を実行する。

## 第 2 節 先端科学知の活用による新しい数理モデルの構築とその可能性

本節では、より科学性の高い指針作りのために、先端科学知の活用による新しい数理モデルの構築とその可能性を検討していく。

地球表面の 70%以上は海洋である。生命が誕生する場としての海洋には、多様な生物が生息・生育しており、多様性に富んだ生態系が成立している。この海洋生態系は、陸上生態系よりはるかに複雑であり、年間生産量ははまだ計算不能であり、既存量は、陸上の 1000 倍以上と予測されている<sup>(16)</sup>。しかし、かつては「海洋資源は無限」、「海洋の分解力は無限」という認識があったものの、現実には人間の生産活動とともに、資源が減少して汚染が発生し、生態系の状況が大きく変化してきている。よって、「どのような複雑な生態系であっても、限界がある」ということが認識されるようになって以来、この海洋生態にはどのくらい外的な影響を受容できるかが、非常に重要な課題となった。

### 4-2-1 漁業資源減少の本質的な原因

舟山漁場は天然の好漁場として、千年前から周辺住民に豊富な漁業資源を提供してきた。その長い歴史において、人間の生活の活動により、魚類に豊富な栄養を提供されることで、魚類の数量が増加し、さらに漁民が魚をたくさん漁獲することで、優れた平衡状態を保っていたと考えられる。しかし、この持続的平衡状態は、ここ何十年間に完全に潰されてしまったのである。海洋経済の急激な発展とともに、生産力として漁獲技術の高度化のみならず、消費活動もかなり増加してきている。昔は漁獲された魚類は、近くの住民に食され

---

く漁獲されるはず、その時、漁獲限度制度と守ると、対象魚類を捨てるしかできない。より浪費と考えている。

<sup>59</sup> 漁民にとって、漁船は主要な資産保存の形式であり、漁船の更新は主に前の漁船を売ってから、新たな漁船を購入することである。

ていたが、現在は加工・保存技術の発展、あるいは交通・流通方式の変化によって、舟山製品は、中国全国、さらには全世界に輸出することができるようになった。このように供給よりはるかに大きい需要の市場があれば、生産すればするほど多い利益が得られることになる。また、より大きな利益を得れば得るほど、より大きな利益への欲望がつのるほど、より大きな利益を得ることができるようになるのである。このように、魚類の生態システムの均衡を顧みずして、一方的に生産活動として漁獲の量が多くなっていくと、漁業資源の減少と漁場の枯渇は当然の摂理として予測されることである。一方、埋立地・埠頭建設など海岸・海洋工事自体が生産活動であり、海洋汚染につながる主要な原因も、激しい生産活動・消費活動に起因すると考えられる。

元来、人間は生物として、自然界のエネルギーの流動と物質の循環系に組み込まれているが(図4-5)、人間の自然界に対する認識、あるいは自然界への改変能力の増加とともに、人間の活動によって、エネルギーの流動または物質の変化が、自然界の各要素の運動・変化の速度を超える場合が増加してきている。つまり、人間の活動によって、自然界の平衡状態が移動し、さらに主にこの平衡状態の移動は、人間にとって望ましいことではないことは言うまでもない。こうした関係性は、生態系問題であるものの、漁業資源の減少もその一種であると考えられる。

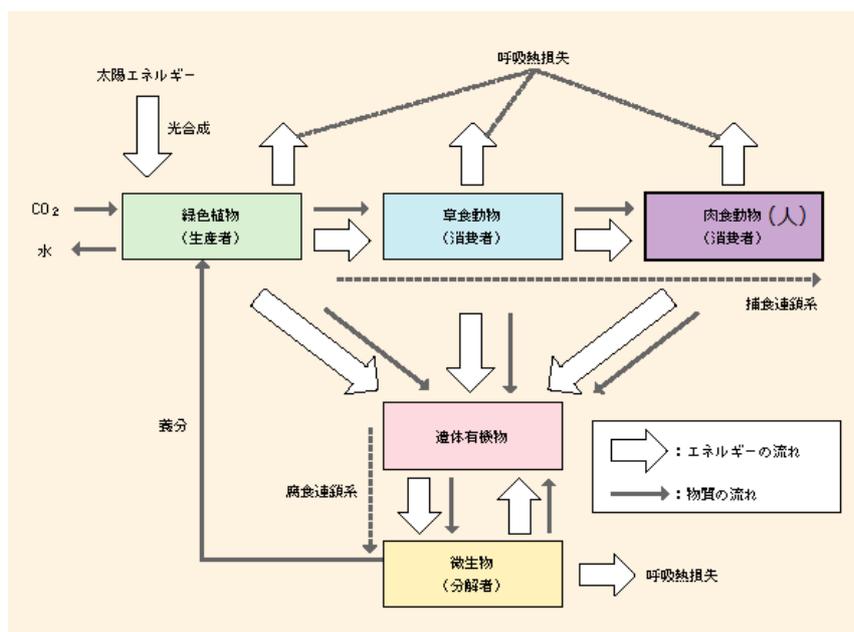


図4-5. 自然界のエネルギーの流動と物質の循環 (出典：環境省<sup>(17)</sup>)

しかしながら、人間が利益への追求を止めることが期待できないし、また、人間の自然界に対する認知能力と改変能力は継続的に高まると予想される。したがって、我々が現実的にできることは、認識の範囲内で、人間の力を活用し、意図的にこれまでの平衡状態に戻すことであると考えられる。よって、漁業資源の減少という状況に対して、できること

の一つは、本章の最初のところで触れたように、人為的に外的な影響を制約・切断することである。そのためには、まず漁類が生存している海洋生態系の状況を量的に把握し、そしてその生態系がどのくらい外的な影響を受容できるかを計算してみる必要がある。

#### 4-2-2 生態系の基礎数理モデリング

個体群とは、ある限られた領域の中で生息している1つの種に属する個体の集合である。ある個体群の個体数の変動は、その生物が生息している地域や環境条件に密接に関連している。すなわち、この変動は温度、湿度、日照時間、あるいは水や土壌中の無機栄養物の濃度などの非生物的環境条件や、餌として捕食する生物の数、競争関係にある生物や天敵の存在などの生物的環境条件に複雑に関連している。よって、場合によって、種は絶滅に至るということもあり得る。このような個体群の個体数の変動のメカニズムは、微分方程式を用いて表現することができる<sup>(18)</sup>。

個体数の変動のメカニズムを考える上で着目する重要な問題の1つは、「安定性(stability)」である。ここで言う安定性とは、時間が十分経過したときに、絶滅してしまう固体種が現れないという状態のことを意味する。生態学における、生物の群れ(community)の歴史は、「外部からの他の固体種の侵入」と「絶滅」で言い表すことができる。自然界では、ほとんどの生物の群れは、瞬く間に消滅してしまう存在なのである。それゆえに、どの種も結局は崩壊してしまうのである。この安定性の問題は、大きく2種類に分けることができる。

すなわち「内部安定性(inner stability): 個体数の小さな揺らぎは、自己調節によって相殺されるか」と「外部安定性(outer stability): 少数派として侵入してきた新種の生物(invader)は、個体数を増やすことができるか」である。

ここで、侵入者は個体数を増やして、繁殖することができるかを考えてみる。そしてもし、侵入者の個体数が減ってしまった場合、その種は個体数を回復できるだろうかという問いもある。現実には、侵入者がその群れの中で適応して生き残ることはめったにない。したがって、現存するあらゆる種の生物は、数えきれないほどの狭き門をくぐりぬけ続けて生きているのである。基本的には、他の種の生物の影響を大いに受ける環境で生き抜いていかなければならない。ただし、例外的に、ある種の個体数がある一定数以上増加した場合、その種は、自身を取り巻く環境や他の種の生物の個体数、そして自分自身の種の個体数の変化にまで影響を与えるようになる。

また、この2種類の安定性の問題は、体制の動的変化(dynamic regimes)にも応用することができる。ある個体群において、何かの種の個体数を何頭か加えたり、取り除いたりした場合、その行為はその個体群全体にどのような影響を及ぼすかを考えてみる。またある個体群において、新種の個体数を何頭か割り込むように加えた場合、その行為はその個体群全体にどのような影響を及ぼすかも考える。どの種であっても、いずれは崩壊するのであるから、生物種としての成功とは、繁殖に成功することを意味している。生物種の発

展の移り変わり(evolutionary chronics)を分析する上で、次の2つの時間のスケール(time scale)を導入するとよい。すなわち、「短期変化(Short-term evolution) :ある地域、ある地点において適応力のある特性は、世代や環境の変化を通して、どのように自然淘汰され移り変わっていくのか。」と「長期変化(Long-term evolution) :侵入者は、どのように突然変異することで侵入してくるのか。」である。このようなある個体群における集団遺伝学的特徴(population genetics)と自己複製の動的変(replicator dynamics)の関係は、現在精力的に研究されている分野の一つである。これによれば、遺伝は、個体数をふやすための行動のプログラムの1つである。

### 【増殖率】

他方、個体数の変動は、「増殖」という言葉で呼ばれることがある。増殖とは、繁殖過程(reproduction process)による個体群サイズの増減過程に対して使われるのが狭義なものであるが、広義な用いられ方としては、しばしば個体群内での「繁殖」、「死亡」(捕食や闘争によるものも含む)、個体群への外部からの「移入」および外部への「移出」という4つの要素による増減の総計としての個体群サイズの増減過程に対して用いられる。上の4つの要素による増減の総計としての個体サイズの変動率を「個体群サイズ増加率」と呼び、その変動率を個体群サイズで割ったものを「単位個体群サイズあたりの個体群サイズ増加率」と呼ぶことができる<sup>(18)</sup>。

まず個体群サイズ増加率は、個体群サイズそのものの増減を反映したものであり、闘争や捕食、あるいは、火事や洪水のような自然要因によるものから、人による収穫、土地開発による地理改変などの生態的攪乱(ecological disturbance)による個体群サイズの一部の減少が反映される。

一方、単位個体群サイズあたりの個体群サイズ増加率は、個体あたりの平均増殖率を指しているので、個体群内の個体レベルの変化の総計としての個体サイズの増減を反映したものである。従って、闘争や捕食、生態的攪乱による個体群サイズの一部の損失が本来の意味を失い、環境変動によって生じる各個体の繁殖力の生理的变化などが反映される。生物は潜在的に指数関数を描いて増殖する能力をもつことを仮定し、今後は、単位個体群サイズあたりの個体群サイズ増加率を扱うことにする。

個体群サイズの変化を引き起こす要因として気候、世代、生息域などの条件を考慮に入れる必要があるが、ここでは変化の要因を、生存する各生物種の個体数に絞って考えることにする。そして、ここでは単位個体群サイズあたりの個体群サイズ増加率が一定と仮定する。

$$\frac{\Delta x}{x} = r$$

ここで、 $r$  は定数である。さらに、個体数が増加した場合にえさなどの資源の不足が引き起こす増加率の低下することを考慮に入れ、以下のロジスティック方程式(logistic equation)を考える。

$$\Delta x = rx\left(1 - \frac{x}{K}\right)$$

ここで、 $K$  は定数である。

この場合、初期値 $x_0$ が $K$  よりも大きい時には $x(t)$  は時間とともに単調に減少して $K$  に近づき、逆に $K$  よりも小さい時には $x(t)$  は増加して $K$  に漸近する。

定数 $K$  と $r$  は、

$K$  : ある環境において、そこに継続的に存在できる生物の最大量

$r$  : 個体数が少ないときにおける増加率を意味している。

$K$  のことを、環境収容力(carrying capacity) という。

$\Delta x = rx\left(1 - \frac{x}{K}\right)$ より、 $\Delta x$ は、以下のようなになる。

$$\Delta x \begin{cases} = 0, & x = 0, K \\ > 0, & 0 < x < K \\ < 0, & x > K \end{cases}$$

ここで、 $x = \frac{K}{2}$ の時、 $\Delta x$ は最大となる ( $\Delta x = \frac{rK}{4}$ )

$0 < x < K$  の範囲でのS字カーブを描くような $x(t)$ の増加のふるまいをlogistic growthという。十分小さい $x$  では幾何級数的に増え、 $x$  が大きくなるにつれ、増加率が減少し定数 $K$ に漸近的に近づく。

$\Delta x = rx\left(1 - \frac{x}{K}\right)$ を変数分離法を用いて解くと(解く過程略)

$$x(t) = \frac{Kx(0)e^{rt}}{K + (e^{rt} - 1)x(0)}$$

$K=3; r=2; x(0)=0.5$  とおき、実際にグラフを書いたものを図4-6に示す。 $0 < x < K$  の範囲でのS字カーブを描くような $x(t)$ の増加のふるまいし、十分小さい $x$  では幾何級数的に増え、 $x$  が大きくなるにつれ、増加率が減少し定数 $K$ に漸近的に近づくことがわかる。

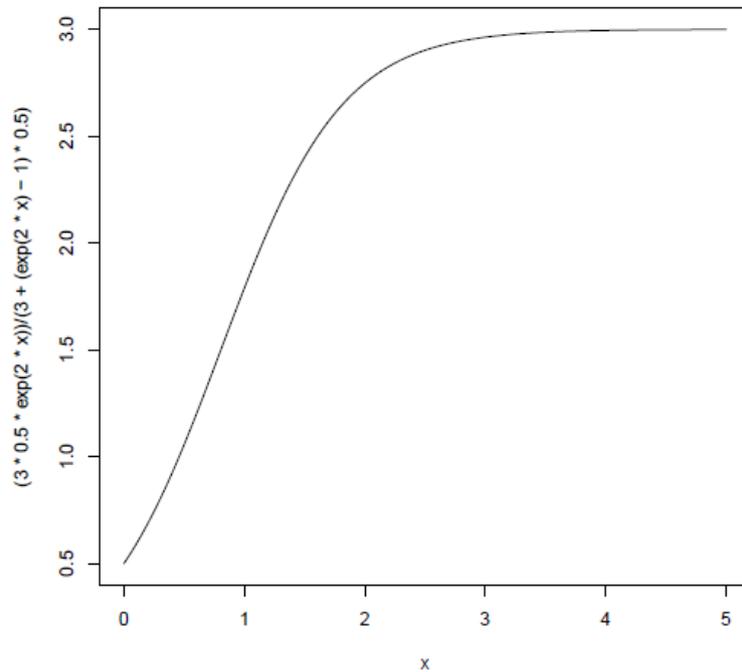


図4-6.  $K=3$ ;  $r=2$ ;  $x(0)=0.5$ のとき  $x$ の挙動

#### 4-3-3 カオス解析による海洋生態システムの評価方法

4-2-2において、 $K$ は重要な係数として提起された。 $K$ は環境収容力であり、その定義は環境において、そこに継続的に存在できる生物の最大量である。海洋生態システムの場合、 $K$ と総漁獲可能量を密接な関係があると考えられる。しかし、数理モデルの中に、 $K$ は定数として設定したが、現実的にはある漁場における魚類の環境収容力を考察する場合、漁場は開放的なシステムであり、魚類も主に群れをなして回遊し、一般的な観察法<sup>60</sup>と標識再捕獲法<sup>61</sup>などが通用できないと考えられている。さらに、現時点で直面する問題として、環境の成分の変容により、システムへの影響がとても強いと考えられている。例えば、陸域から豊富な栄養塩が供給される東シナ海は、年間を通じて基礎生産力が高く、底魚の好漁場となっている一方、陸上汚染源から出る汚染物質が海に流れ込んだ結果、沿岸地域および海洋のエコシステムにとって最大の脅威となり、植物プランクトンの成長が阻害され、魚介類が死滅し、富栄養化を拡大させ、赤潮が頻発し、漁獲高は減少し、生態系の健康状態に不可逆的な変化をもたらす。しかし、この陸域からの栄養塩と汚染物質が同一物質——無機窒素であると考えられる。つまり同じ物質でも量によって、影響をもたらす、一定の限度を超える場合、汚染物質と見なす。よって、環境学においても「環境収容力」という概念が提起され、その定義は以下のとおりである<sup>(19)</sup>。

<sup>60</sup>一定条件の環境に個体群を放し、その個体群の成長を観察したとすると、個体群のシグモイド曲線を描いて推定する方法である。

<sup>61</sup> 個体を捕獲、標識、再捕獲を続け、個体群を構成する個体数を推定する為の方法の一つである。

「環境収容力とは環境汚染物質の収容力を指し、その環境を損なうことなく、受け入れることのできる人間の活動または汚染物質の量である。」

環境基準などを設定した上で、許容される排出総量を与えるものと、自然の浄化能力の限界量から考えるものがある。環境容量の定量化するため、以下の過程を提起した。

1. 河口において、対象物質（窒素）の濃度 $a_n$ を測定、最高濃度 $a$ を確定

$$a = \max(a_1, a_2, \dots, a_n)$$

2. 赤潮の発生を観察し、その時に対象物質（窒素） $b_m$ の濃度を測定、最低濃度 $b$ を確定

$$b = \min(b_1, b_2, \dots, b_m)$$

3. 拡散方程式によって、「逆問題」として河口濃度の初期値 $a'$ を推定

$$b \rightarrow a'$$

4. 処理できる場合 $a < a'$ とする。処理できない場合、分流とする（図4-7）。分流数 $n$ を確定

$$n = \left[ \frac{a}{a'} \right] + 1$$

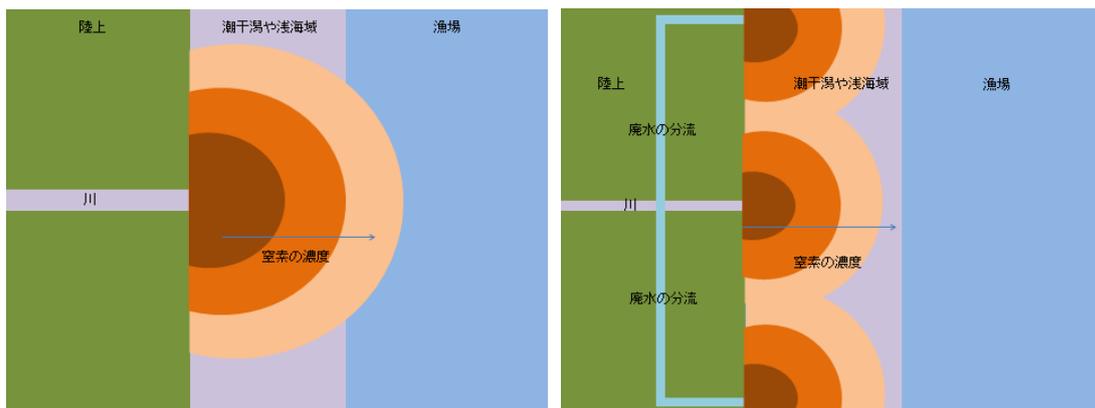


図4-7. 分流の参考図（筆者作成）

しかし、このような方法は現実に通用できない可能性が高いと筆者は考えている。まず、計算結果によって、分流数 $n$ が多い可能性が高い。分流するために、工事のコストが高くて管理しにくいと考えられる。また、海流、対流によって、「逆問題」として河口濃度の初期値を推定することが難しい。さらに、現実に浅海域の状況によって、受容・分解能力がかなり違う。よって、改善するために、以下の構想を提起した。

1. 浅海域、漁場にいくつの区域を分ける。
2. それぞれの区域の対象物質（窒素）の濃度を連続に測定
3. 第2章に述べた方法によって、対象物質の濃度の最大リアプノフ指数を計算。
4. 赤潮区域のデータによって、最大リアプノフ指数と窒素の濃度は変数として生態状況を表示できる関数を作成

さらに、窒素の効果（影響）と最大リアプノフ指数の意味によって、以下の結果（図4-8）が予想される。

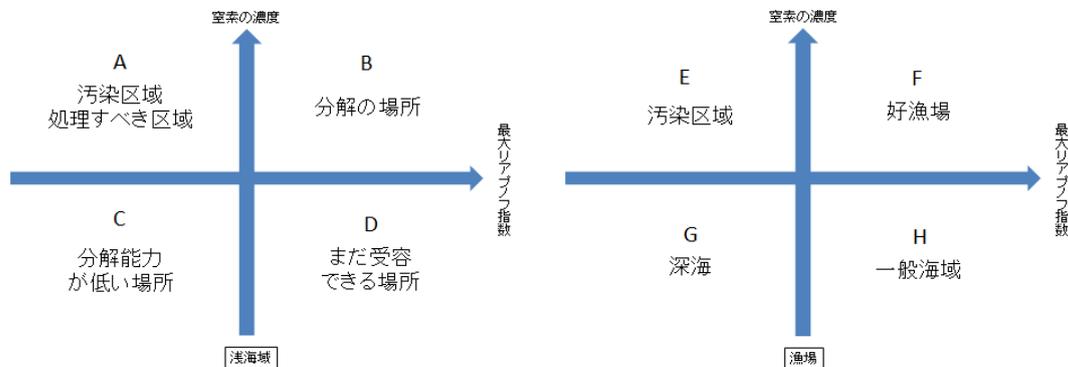


図4-8. 窒素の濃度と最大リアプノフ指数による浅海域と漁場の分類（筆者作成）

この結果からみると、浅海域ABCDについて、区域Aは最大リアプノフ指数が低い、窒素の濃度が高いので、汚染区域と予測し、処理すべきであると考えられる。区域Bは最大リアプノフ指数が高いが、窒素の濃度も高いので、微生物によって、窒素などと反応し、分解している場所であると考えられる。区域Cは最大リアプノフ指数が低い、窒素の濃度も低いので、分解能力が低い、特に人造海岸、あるいは海岸工事を建設している場所であろうかと想定し、このようなところでは廃水が直接海に流れ出すので、排出しないほうが良いと考えられる。区域Dは最大リアプノフ指数が高く、窒素の濃度が低いので、まだ受容可能な場所と考え、ここで廃水を排出したほうが良いと考えられる。

つぎに、漁場EFGHについて考察する。区域Eは最大リアプノフ指数が低い、窒素の濃度が高いので、汚染区域、あるいは汚染を発生した区域と予測される。区域Fは最大リアプノフ指数が低い、窒素の濃度が高いので、好漁場と考えられるが、生態保護が重要であり、窒素の更なる上昇を注意すべきであると考えられる。区域Gと区域Hは、窒素の濃度が低いので、一般の海域、特に最大リアプノフ指数も低い場合深海であろうかと考えられる。

当然ながら、この理論による考察は、検証すべきであることは言うまでもない。また、実測データがない<sup>62</sup>ので、最大リアプノフ指数が計算できるかどうか、つまり、生態系にはカオスの存在はこの考えの前提条件として、まず以下の方法で生態系にカオスの存在があるかの証明を試みる。

#### 【生態系にカオス的存在の証明】

個体の増殖について研究している数理生態学者の間で、モデル微分方程式の様々な差分法による近似解が、方程式の係数や刻み幅の選択により理論解と著しく違った振る舞いをする事が発見された。動態システムを取り扱う際に、理論上計算可能ではあるが、実際

<sup>62</sup> 海域の窒素の濃度のデータは年間の平均値しかない。

に結果を正確に予測することは難しい場合がある。T.Y.Li-J.A.Yorkeは、これらの現象の考察から、常微分方程式の数値解の不安定性などを特殊な概念として含む「カオス(chaos)」という、より一般的な概念に到達した。ここではLi-Yorkeが定義した意味でのカオスを取り扱うことにする。まず、カオスの定義を確認し、これまで例として挙げてきた  $F: x \rightarrow Rx(1-x)$  の  $R=4$  とした場合をカオスの具体例として取り上げる<sup>(18)</sup>。

**【Li-Yorke の定理】**

差分方程式  $x_{n+1} = f(x_n)$  において、 $f$  は実数軸上の区間  $I$  から  $I$  自身への連続写像とする。いま  $I$  に 4 点  $a, b, c, d$  が存在して、

$$d \leq a < b < c$$

$$f(a) = b$$

$$f(b) = c$$

$$f(c) = d$$

が成り立つ(これを拡張された3周期条件という)ならば、次の3つの命題が成り立つ。(1) すべての自然数  $k$  について  $k$  周期点がある。(2) 区間  $I$  に非加算集合  $S$  があり、 $p$  と  $q$  を  $S$  の2点とすると、

$$\limsup_{n \rightarrow \infty} |f^n(p) - f^n(q)| > 0$$

$$\liminf_{n \rightarrow \infty} |f^n(p) - f^n(q)| = 0$$

(3)  $p$  を  $S$  の任意の点、 $q$  を任意の  $k$  周期点とすると、

$$\limsup_{n \rightarrow \infty} |f^n(p) - f^n(q)| > 0$$

Li-Yorke は拡張された3条件が満たされる場合をカオスと呼ぶ。

では、カオスの具体例として、写像  $F: x \rightarrow 4x(1-x)$  を考える。 $a = \frac{2-\sqrt{2}}{4}$ ,  $b = \frac{1}{2}$ ,  $c = 1$ ,

$d = 0$  とおくと、写像  $F$  は拡張された3条件を満たす。よって、写像  $F$  はカオスであり、上の3つの命題を満たす。

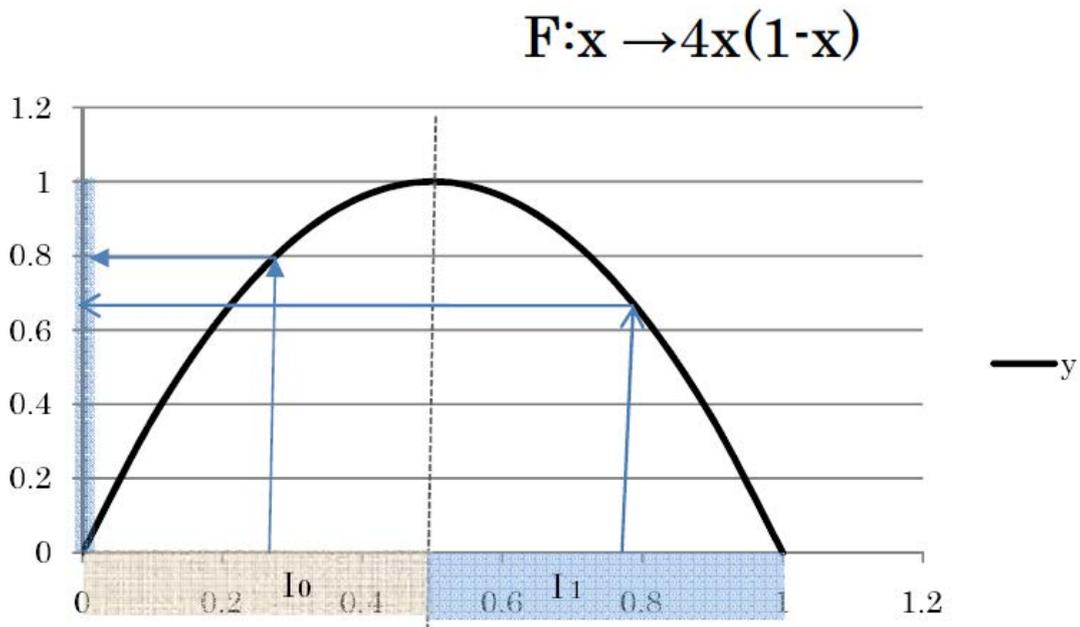


図4-9. 写像 $F: x \rightarrow 4x(1-x)$

図4-9のように、写像 $F$ は、区間 $[0,1]$ を以下の $I_0$ と $I_1$ に分割する。

$$F: I_0 = \left[0, \frac{1}{2}\right] \rightarrow [0,1] \text{ 全単射(bijective)}$$

$$F: I_1 = \left[\frac{1}{2}, 1\right] \rightarrow [0,1] \text{ 全単射(bijective)}$$

同様にして図4-10のように、 $I_0$ に射影される区間、 $I_1$ に射影される区間かで、 $I_0$ を2つの区間に分割する。 $I_1$ についても同様に $I_0$ に射影される区間、 $I_1$ に射影される区間かで2つの区間に分割する。

$I_0$ を分割したものを、それぞれを $I_{00}$ ;  $I_{01}$ 、 $I_1$ を分割したものを、それぞれを $I_{10}$ ;  $I_{11}$ と呼ぶことにする。並べてまとめると、以下の通りになる。

$$F: x \rightarrow 4x(1-x)$$

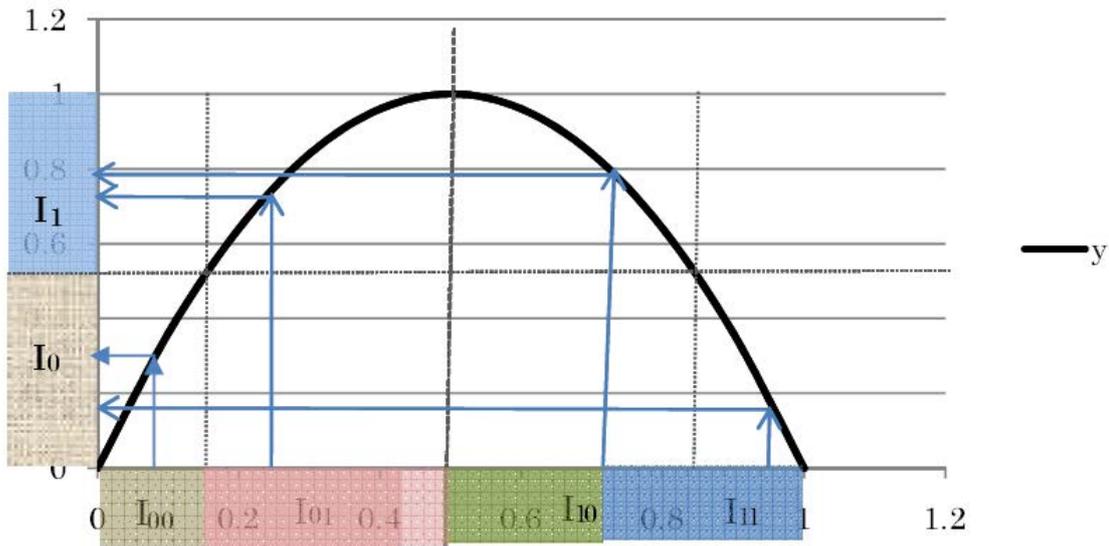


図4-10. 写像  $F: x \rightarrow 4x(1-x)$

$$F: I_{00} = [0, q] \rightarrow I_0 \quad \text{全単射(bijective)}$$

$$F: I_{01} = \left[ q, \frac{1}{2} \right] \rightarrow I_1 \quad \text{全単射(bijective)}$$

$$F: I_{11} = \left[ \frac{1}{2}, 1-q \right] \rightarrow I_1 \quad \text{全単射(bijective)}$$

$$F: I_{10} = [1-q, 1] \rightarrow I_0 \quad \text{全単射(bijective)}$$

ここで、 $q$  は、 $4q(1-q) = \frac{1}{2}$ を満たす  $q$  のうち小さいものである。計算すると  $q = \frac{1-\sqrt{2}}{2}$  区間

$I_{00}; I_{01}; I_{11}; I_{10}$  は、 $F^{(2)}$  で  $[0; 1]$  に全単射。

この手順を繰り返し行うことで、 $\text{rank}n$ ( $n$ 回分割) で  $2^n$  のコンパクトな区間に分割することができる  $(I_{0,\dots,0}, I_{0,\dots,1}, \dots, I_{1,\dots,1})$ 。

このような区間の表記の仕方は、「2進法展開(binary expansion)」になっている。 $n$  が十分大きくなると、最初至近距離間にあった2点間の距離は時間が経つとともに急激に増大することがある。解の挙動は初期条件の非常に微妙な誤差に敏感である。 $n$  がさらに大きくなると、この現象は顕著に表れる。理論的には、 $[0, 1]$  上の非常に差が小さい2つの初期値をとっても、分割を十分細かくすることで差がある2点を区別して表現することができる。しかし、実際は元のデータ  $x$  が誤差を含む可能性があることやコンピュータの計算過程で丸めこみが生じることにより、区別することは難しい。よって、理論的には計算が可能であるが、実際に正確に計算するとなると誤差が生じる。つまり、初期条件の微妙な差

について計算機を用いて正確に表現することは困難であり、その表現の誤差が予測結果に非常に大きな影響を与えるため、カオスの挙動を計算機上で再現することは困難である。

#### 4-2-4 生態モデル並びにシミュレーションによる将来予測

海洋生態にとって、外的な影響は汚染物質の流入だけではなく、生産力が高まる漁獲活動自体もまた、漁業資源にとって、より直接的な影響であるとかんがえている。よって、MSYの計算が重要である。

MSY (Maximum Sustainable Yield) は「その資源にとっての現状の生物的、非生物的環境条件のもとで持続的に達成できる最大の漁獲量」と解釈されるが、水産庁では、「適切と考えられる管理規則による資源管理を継続することで得られる漁獲量」ととらえるのが実際的とし、その管理規則となる「ABC 算定のための基本規則」を提案している<sup>(20)</sup>。生態基礎モデル

$$\Delta x = rx\left(1 - \frac{x}{K}\right)$$

に漁獲の状況を加えると

$$\Delta x = rx\left(1 - \frac{x}{K}\right) - Y$$

ここで、Yは漁獲量である。

また、 $\Delta x = 0$ のとき、

$$rx\left(1 - \frac{x}{K}\right) = Y$$

持続可能な最大生産量MSYを計算できる。

$$MSY = \frac{Kr}{4}$$

さらに、漁獲対象は多種の魚類の場合、

$$\Delta x_1 = rx_1\left(1 - \frac{x_1}{K_1}\right) - Y_1$$

$$\Delta x_2 = rx_2\left(1 - \frac{x_2}{K_2}\right) - Y_2$$

...

$$\Delta x_n = rx_n\left(1 - \frac{x_n}{K_n}\right) - Y_n$$

$$Y_n = f_n q_n x_n$$

ここで、 $f$ は漁獲努力量である。 $q$ は漁獲係数である。

この連立方程式を解くと(解く過程略)

$$MSY = \frac{(\sum a_n)^2}{4(\sum b_n)}$$

ここで、 $a_n = q_n k_n$ 、 $b_n = \frac{q_n^2 k_n}{r_n}$

一方、安定、不安定平衡点のことを考えれば、魚群の存在を維持するための最低限の出生率が計算できる<sup>63</sup>。

ここで、世代が重ならない個体群の場合を考えてみる<sup>(18)</sup>。

$x_n$ をある世代の個体群密度、 $x_{n+1}$ を次の世代の個体群密度とする。

このとき、 $\frac{x_{n+1}-x_n}{x_n}$ は1個体あたりの増加率とみなすことができる。前出のLogistic growth

と同様に、この増加率が $x_n$ に関して線形に減少すると仮定すると、以下の方程式を得る。

$$x_{n+1} = Rx_n \left(1 - \frac{x_n}{K}\right)$$

ここで、 $R$ は出生率、正定数である

この方程式は、以下の2点により個体数の変動のメカニズムを記述するモデルとしての意味が小さい。まず、 $x_n > K$  のとき、 $x_{n+1} < 0$  となるので、この方程式を適用することができる範囲は $x_n < K$  に限られてしまう。そして、 $R > 4$  で固定した場合、 $x_n = \frac{K}{2}$  とすると $x_{n+1} > K$  となるので、 $0 < R \leq 4$  で固定しなければならない。実際に計算すると、 $R > 4$  で固定すると、 $x_n = \frac{K}{2}$  のとき $x_{n+1} = \frac{RK}{4} > K$ となる。しかし、数学的には大いに意味がある。より現実的なモデルを取り扱う際にでてくる様々な動態の挙動(dynamics behavior)を理解することに役立つからである。

今後の議論を単純にするために、 $y_n = \frac{x_n}{K}$ とおき、

$$y_{n+1} = Ry_n(1 - y_n)$$

を取り扱う。

この方程式を利用し、2つの重要な概念である「分岐(bifurcation)」、無秩序な挙動(chaotic behavior)を考えられる。

### 【安定、不安定平衡点】

分岐や無秩序の挙動を考える前に、安定または不安定な平衡点について考える写像、

$$F: x \rightarrow Rx(1 - x) \quad (0 \leq x \leq 1)$$

を考える。 $x_n = x_{n+1}$  を満たす点 $x_n = p$ を平衡点(fixed point)という。上の写像の場合、 $x = 0$ は平衡点となる。また、初期値 $x$ が平衡点 $p$ から揺らいだ場合、平衡点から離れないときは平衡点 $p$ が「安定」であるいい、さらに $p$ に近づき収束するときは平衡点 $p$ が「漸近安定」という。初期値 $x$ が平衡点 $p$ から揺らいだ場合、平衡点の近くにいない時は平衡点が

<sup>63</sup> これは未産卵のフウセイを大量に収穫し、フウセイの産量は $MSY$ に達成しなくても、フウセイが大幅に減少し、絶滅となった実情が関係深いと考えている。

「不安定」であるといい、平衡点から遠ざかる時は「漸近不安定」という。点列 $\{x_n\}$ を

$$x_{n+1} = F(x_n)$$

で定める。 $0 \leq R \leq 1$  のとき、 $0 \leq x_n \leq 1$ 、 $\{x_n\}$ は単調減少し、 $0$  に収束する。実際、全ての $x_n \in [0,1]$  に対し、 $x_{n+1} \leq x_n$ 、つまり、 $y = Rx(1-x)$  と $y = x$  のグラフを書いた時、 $0 \leq x_n \leq 1$ の範囲で常に $y = x$  が $y = Rx(1-x)$ より上側にあることを示すことができる。

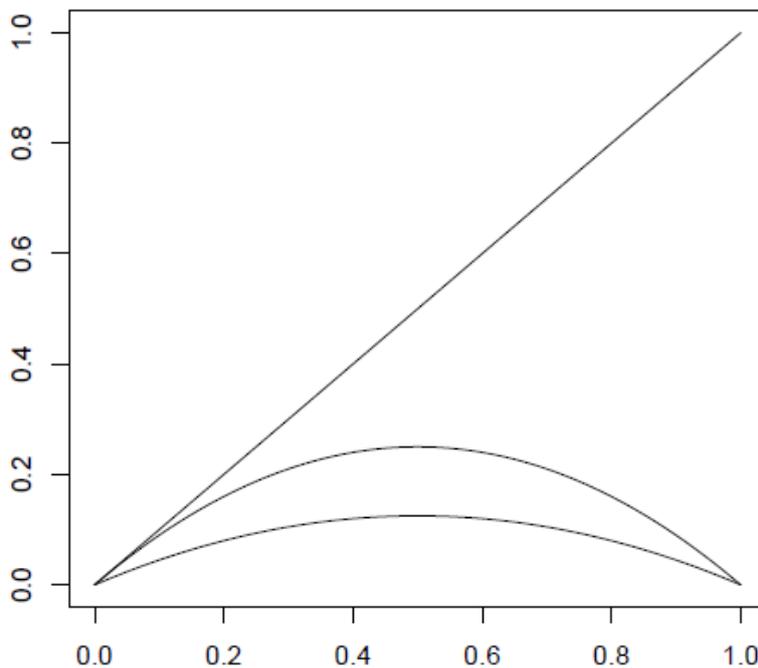


図4-11.  $y=x$  と $y=Rx(1-x)$ 、(上) $R=1$ (下) $R=0.5$

図4-11より、 $0 \leq R \leq 1$ であれば全ての $x_n \in [0,1]$ に対し、 $Rx_n(1-x_n) < x_n$ であることがわかる。 $x_n=0$ のとき、 $x_{n+1}=0$  によって、 $0 < R \leq 1$ で、 $\{x_n\}$ は単調減少で $0$  に収束する。

$R > 1$  のときを考える。 $F(p) = p$  を解くと、 $Rp(1-p) = p$   $p \neq 0$  を解くと $p = \frac{R-1}{R}$ 。すなわち、平衡点は $p = \frac{R-1}{R}$ である。平衡点 $p = \frac{R-1}{R}$ の安定性を考える。

平均値の定理を用いて、 $\left| \frac{dF(p)}{dx} \right|$ の値により平衡点の安定性を場合分けする。平均値の定理より、

$$0 \leq \forall x \leq 1 \quad x \leq \exists c \leq p \quad \frac{F(x) - F(p)}{x - p} = \frac{F(x) - p}{x - p} = \frac{dF}{dx}(c)$$

が成り立つ。

よって、写像 $F$ が

$$\left| \frac{dF(p)}{dx} \right| < 1$$

を満たすとき、 $p$ に十分近い任意の $c$ に対して、 $\left|\frac{dF(p)}{dx}\right| < 1$ が成り立つ。 $\{x_n\}$ について

$$\forall x_n \text{ s.t. } |x_n - p| \ll 1 \quad |x_{n+1} - p| > |x_n - p|$$

が成り立つ。よって平衡点 $p$ は漸近安定である。

同様にして、写像 $F$ が

$$\left|\frac{dF(p)}{dx}\right| > 1$$

を満たすとき、 $\{x_n\}$ について

$$\forall x_n \text{ s.t. } |x_n - p| \ll 1 \quad |x_{n+1} - p| < |x_n - p|$$

が成り立つ。よって、平衡点 $p$ は不安定である。

$F(x) = Rx(1-x)$  で考えてみると、 $\frac{dF(x)}{dx} = -2Rx + R$   $\frac{dF(p)}{dx} = 2 - R$ より

$$\left|\frac{dF(p)}{dx}\right| < 1 \quad 1 < R < 3$$

のとき、平衡点 $p$ は漸近安定であり、

$$\left|\frac{dF(p)}{dx}\right| > 1 \quad 3 < R \leq 4$$

のとき、平衡点 $p$ は不安定である。

### 【分岐】

ある動態システム(dynamical system) $T: X \rightarrow X$ において

$$\exists k > 1 \text{ s.t. } T^k x = x \quad (T^j x \neq x \quad j = 1, \dots, k-1)$$

のとき、 $x$ を「周期点(periodic point)」といい、 $k$ をその「周期(period)」という。

動的システム的具体例として、先ほどの写像 $F$ について、この動的システムの平衡点 $p$ の安定性は、 $R$ の値によって分岐する。状態が分岐する境界におけるパラメータ(今回の場合は $R$ )の値を分岐点(bifurcation point)という。 $F$ の場合、どのような分岐が起こるかを考える。

$$F(x) = Rx(1-x)$$

より、

$$F(F(x)) = F^{(2)}(x) = -R^3x^4 + 2R^3x^3 - (R^3 + R^2)x^2 + R^2x$$

となり、

$$\frac{d}{dx}F^{(2)}(x) = -4R^3x^3 + 6R^3x^2 - 2(R^3 + R^2)x + R^2$$

である。平衡点 $p = \frac{R-1}{R}$ における $F(F(x))$ の傾きは

$$\frac{dF(F)}{dx}(p) = (2 - R)^2$$

となる。

よって、 $1 < R < 3$  のとき  $\left| \frac{dF(p)}{dx} \right| \leq 1$  より平衡点  $p$  は漸近安定である。そして、 $\left| \frac{dF(F(p))}{dx} \right| < 1$  より、平衡点  $p$  は  $y = x$  と  $y = F(F(x))$  の唯一の交点となる。つまり、 $x_{n+2} = x_n$  を満たす点はただ一つ存在し、その値は平衡点  $p$  と一致する。

また、 $3 < R \leq 4$  のときより平衡点  $p$  は不安定。そして、 $\left| \frac{dF(F(p))}{dx} \right| > 1$  より、平衡点  $p$  は  $y = x$  と  $y = F(F(x))$  の交点は2つ存在する。 $F(F(x_n)) = x_{n+2} = x_n$  を満たす点は2つ存在し、その値は平衡点  $p$  と一致しない(証明略)。

$R$  が3より少しでも小さくなると、 $p$  は漸近安定であり、周期的な振動は現れない。しかし、 $R$  が3より少しでも大きくなると、 $p$  は不安定になり、周期点が現れる。 $R=3$  は分岐点となる。

しかし、現実には  $r$  と  $K$  は定数ではない、 $r$  の場合、環境や他種との関係性を考慮する必要があると考えられる。また、 $K$  の場合、前節に述べたように、環境受容量と深い関係がある。特に、海洋の構造や動態にも大幅な変化が起こると考えられ、海洋生物群集にどのような変化をもたらすか科学的に予測し、対策を検討しておく必要がある。よって、 $K$  と  $r$  について、大量の情報を手に入れ、まず一つずつの種間関係と確認し、さらに、前節の結果が計算できる場合、その結果を応用し種間関係、また環境要素を考えしうえて、連立方程式からの数理モデルの構築になる。このようなモデルに基づいて、シミュレーションすると、より正しい結果が予測・計算可能となる。このように変動する環境の下での生態系の応答予測と管理手法の検討は、社会的に重要な命題となっており、モニタリング網の整備と将来予測に重点を置いた大気と海洋の動態モデルの開発が進められると予想される。

### 第3節 生態に関する総括的な構想

漁業資源の減少は、人間の活動と深い関係があると考えられ、また、人間社会の発展に伴って、生態への影響が徐々に強くなってきている。この人間から生態への影響が自然界の自動的な浄化能力を超える場合、人間自らが意図的にこの状況を止め、また人間の力によって、回収・分解・修復を行うことが重要になると考えられる。しかし、これは自然科学的技術や方法論だけでなく、社会システムや政治の仕組み等に関して長期的な視野から体系的に分析する必要がある。よって、本節は漁業資源の減少は生態系の問題として捉え、各領域の協力が必要であること、また環境問題を分類しつつ、経済・法律・政治との関係性について考察し、さらに政府の役割、国民の価値観等意識面の問題も議論することとする。

#### 4-3-1 漁業資源を修復する意義と構成価値

第1章と第2章において、漁業資源の減少により様々の問題が生じることを述べたが、このような状況のままでは、漁業資源がなくなり、漁民が生計を立てられなくなり、究極

は人々が魚類の代わりに、他のもとを食べざるを得ない状況が生じてくるかもしれない。しかしながら、このような状況になっても、カロリーベースで考えれば、さして深刻な問題ではないと考えている人がいるかもしれない。

よって、ここで、漁業資源の保護・修復の意義を改めて再確認する必要があると考えている。まず実質的な意義として、たとえ魚類を中心とした海水製品が多様で特有な風味を持つことを考慮せずに単純な食料として考えた場合、魚類だけで概算毎年 1.25 億トンの産量を提供できる<sup>64</sup>。また、地方の状況を考えると、例えば、舟山の場合、20 万の漁業人口があり、またこの 20 万の人は伝統的な漁民・漁民家族として、従来から漁獲によって、生計を維持しているため、漁業資源がなくなり、漁獲できない場合、地方の安定が維持できなくなることが予測される。さらに、最も重要なこととして、漁業資源の減少は生態系や環境問題として、決して無視できない問題であることを押さえておきたい。つまり、人類にとって、漁業資源がなくなると、その損失は単純に一年 1.25 億トンの魚類の価値だけでは済まされないということである。

人類は古来より文明を発展させてくる過程で、自然環境を資本として利用してきた。しかし、自然環境を利用することで、否応無しに自然環境に負担をかけることになる。自然は自己修復性を持っており、ある程度の負担までは短期間で回復可能である。しかし、自然が持つ自己修復性を超えて負担をかけたり、自己修復性が損なわれたりすると、回復が遅れ、結果的に人類をはじめとした生物に悪影響を及ぼすことになる。このような環境問題を認識されるようになって以来、その改善・解決するために、実質的な行動だけでなく、理論的研究も進んできた。

新古典派経済学をベースとした環境経済学においては、環境問題を外部不経済の一種ととらえ、その内部化をはかることを基本とし、その手段として経済的手法を活用している。たとえば、汚染物質に限界環境被害額と同額の税金をかけることで、環境被害の費用の内部化をはかる環境税、また全体最適排出量をあらかじめ決めて「汚染する権利」として市場で分配し売買する排出権取引などの経済的手段によって、環境問題の解決をはかる手法が研究されている<sup>(21)</sup>。一方、2004年に中国は「緑の GDP」という指標を提起しているが、2013年の人民代表大会において、緑の GDP に基づいて、グリーン GDP を導入しようという提案があった。つまり、環境要素の定量化が重要であると考えられたのである。

環境要素の計算方法、あるいは評価の標準については、主に既存の経済学的な指標が検討されているが、しかしながら、環境要素が経済学の指標で表示できるかどうかについても一つの課題であることを指摘しておきたい。経済学の中に、最も基礎的な指標は、「価値」である。経済学の類別によって、価値の定義がそれぞれであるが、主に人間の生産活動、あるいは消費活動の意味を表すものである。例えば、マルクス経済学の中では、生産に注目しており、価値とは社会一般の労働時間と考えればよい。一方ミクロ経済学においては、「消費」に注目し、価値とは人が財を消費することから得られる満足度である。しかし、

<sup>64</sup> エビなど甲殻類が提供できる産量さらに魚類の何倍であると考えられる。

環境要素は人間の労働や生産活動とは直接的ではなく、あるいは消費と環境要素についても同様である。つまり、経済学の価値により、環境を十分には説明することができないのである。なぜなら、環境は主にシステムのような存在として、その要素が経済学の価値判断により増加しても、減少してもシステムにとってよくないと考えている。ここで、システムの重要性を説明するために、筆者は「構成価値」という概念を提起した。

1) 構成価値の対象者は人間である。

2) 構成価値の主体は主にシステム、あるいはシステムの要素であり、そのまま存在し、そのままの平衡状態であれば、人間にとって、意味を持つ。

要素の変化によって、システムの平衡状態が変化し、あるいはシステム自体が維持できなくなり、人間に悪い影響を与える場合、システムの構成価値が減少し、あるいは失うと考えれば良い。さらに、人間が要素としてあるシステムに入る場合、このシステムの変化により人間の存在が直接に影響を受ける場合もあると考えている。このようなシステムは主に人間活動の前に存在し、つまり、このような平衡状態・構成があつてから人間が存在する。しかし、人間活動の前に存在すること、所有判定・交換できない性質によって、システムの構成、平衡状態は一般的に経済学の価値で評価できないので、問題がでる前に主に重視されていないと考えている。さらに、問題が発生しても、システムが複雑系の場合、カオス現象が存在し、問題の因果関係を解明すること、また責任を判断することが難しい場合もあり、特に、量的に計算不能が常例である。よって、現実問題として環境問題を処理する場合、たとえ経済学の方法・指標を使っても、手段としては使えるものの、課題解決の目標として活用する場合、苦境に追い込まれると懸念される。その仕組みを簡単に説明するため、以下の例を提起したい。

A、B、Cが海の近くに住んでいるとする。Aは海により多い魚が生産できるため、窒素を栄養物質として投入した。その後で、Bは窒素を含んでいる生活廃水を排出した。その結果、海の窒素の濃度が高すぎて、魚類が死んだ。さらに、もしCが死んだ魚を食べて病気になる場合、責任者はだれであろうか、また誰から誰へどのくらい賠償すべきであろうか。

責任の所在を明確すること、あるいは賠償することは経済・法の範囲では重要なことと考えられるが、このような状況に対して、当面の課題は、予防、また発生後の対応であると考えられる。

#### 4-3-2 環境問題の分類と対応

ここでは、環境問題に対する認識を、以下の3つの種類に分類して検討してみる。

- ①認識していない問題
- ②認識しているが、対応できない問題
- ③対応できるが、対応していない問題

まず①については、主に原因・結果が未発見、未解明のまま、被害が実際に発生している問題である。例えば、日本の「水俣病」、「イタイイタイ病」などの公害は、被害者が発病し、また原因を解明するまで、長い期間を経ており、当時にとって、①の環境問題に当たると考えられる。つまり、現状において分からないまま、被害が発生しており、さらに安全・安心であると信じて疑わない製品・技術・行動・状態の中に、実存している被害が発生している可能性もあると考えられるのである。また②については、主に問題自体に対して、ある程度の認識があるものの、制度の原因により発生が回避できない、あるいは技術の原因により発生した後で処理できない問題である。例えば、原子力発電所の事故は、概ね②に当たると考えられる。③については、主に対応できるものの、コスト、管理の原因で対応していない問題である。例えば、中国における廃水の排出はほとんど③に含まれる。現実には①から②③になり、また②③が同時に存在する場合も多い。この3種類の環境問題に対して、それぞれの対応法として、筆者は「科学先行」、「一致行動を制約」と「制度を重視」を提起したい。

## 1) 科学先行

認識していない問題に対して、主に重要なのは認識することである。特に、新たな技術を使う前に、この技術に対して、包括的な解明、さらにはその実証が重要である。技術というものはある目的を果たす方法・手段であり、それゆえに人間にとって、有効なものである。しかし、ある目的の実現に対する有効性を検討すると同時に、他に影響があるかどうかを検証すべきであると考えられる。例えば、DDTの発明とその利用についていえば、殺虫効果が発見されて以来、非常に安価に大量生産が出来る上に少量で効果があり、人畜無害と評されたために、爆発的に広まったが、現在ではDDTの分解物のDDE、DDAは極めて安定で、分解しにくく環境中に留まりながら長期にわたり影響を与える可能性があり、また食物連鎖を通じて生体濃縮されることも明らかになってきた。

一方、対象者の状態、また変化の原理を解明することのみならず、連鎖反応にも注意する必要がある。特に広い範囲で行う政策にとっては、重要であると考えている。例えば、中国における「生態移民」という政策によって、1990年代から、砂漠化を抑えるために、内モンゴル自治区での遊牧民の定住化を進めてきた。また、モンゴルでも植林などが行われている。しかし、過度な植林によって土壌の水分が著しく失われ、定住化した遊牧民の生産・生活用水によって、河川の流量の減少・断流や地下水位の低下を招き、それが塩類集積に拍車をかけている。すなわち環境問題を解決するために制定された政策によって、新たな環境問題を生じてしまったのである。よって、「科学先行」について考えると、この科学とは内容と同時に方法でもある。システムの側からみると、対象要素が変化する時、対象要素の性質・変化の原理の解明、また関係する要素、システムの全体的な変動を考える必要がある、さらに、時に人間自身がシステムの要素であるとして考察しなければなら

ない。本研究で取り扱う漁業の場合、たとえば魚群探知機、電気パルスを利用するときに、このように考察していけば、現在のような状況に至るまではならなかったと考えられる。また現状に鑑みれば、政府が自負する「放流」に関して、その効果と影響を実証すべきであることを指摘したい。

## 2) 一致行動を制約

認識しているが、対応できない問題に対して、さまざまな対応法が存在するが、中国において、特に重要であるのに重視されていないものは、「一致行動の制約」である。中国の場合、人口が多く、また、有能なリーダーの考えを信じる習慣があるので<sup>(22)</sup>、「一致行動」の効果があり、また影響はさらに強くなると考えられる。「一致行動」について、歴史の経緯から概観すると、多大な効果を発揮するとの考えのもと、特に人間が弱い場合、人々は一致団結し、野生動物の他、部落との対抗から自然災害に至るまでの対応の中で、種々の困難を乗り越えたが、現在、人間が徐々に力を増している状況では、「一致行動」の結果が「効果」から「影響」に移行してしまったと考えられる。

例えば、スズメの有害性が認識されて以来、1958年2月から、スズメの駆除運動が起こり、人民日報によって、4月19日から21日まで、北京市だけでも300万人が動員され、3日間で40万羽のスズメが駆除された。明確な根拠のある統計ではないが、1958年に2.1億のスズメを駆除したとされる<sup>(23)</sup>。しかしスズメの駆除は、かえってハエ、カ、イナゴ、ウンカなどの害虫の大量発生を招き、農業生産は大打撃を被った<sup>65</sup>。スズメは、人間にとって、害虫か益虫かを議論せずにもたらされた結果である。たとえばある人が自分土地のスズメを駆除したい場合は個人の自由であり、その影響が有限であると予想できるが、一致行動の場合となると、その影響は認識を超える可能性もあることを分かってきた。

現在、市場経済化とともに、「認識しているが、対応できない問題」の発生の原因については、その行動は主に基礎権利を持っており、法的に制約することができない場合が多い。例えば、中国新聞網の記事によれば、2015年1月に、京杭大運河に大量のニシを放流したという。その結果、大量のニシが死亡し、悪臭を招き、大運河の汚染につながってしまった<sup>(24)</sup>。生き物を放流することは、中国において善意な行動と認められるが、それが「一致行動」となると、その結果が悪いように傾くこともある。よって、強い権力をもつ中国政府は、公共管理の役割を発揮し、具体的な状況を全面的に把握した上で、以前の「一致行動」のリーダーから「一致行動」を制約の役に転換する必要がある場合があると考えている。漁業の場合、毎年9月15日に、夏季休漁が終わり、漁民が一気に相対的に集中する海域で漁獲を始め、その結果、休漁の効果がなくなると考えられている。よって、時間上と空間上の緩衝地帯を設定したほうが有効であると指摘したい。

---

<sup>65</sup> その時、スズメは「四害」に入り、排除対象となった。これは「一致行動」だけではなく、科学の認識の問題もある。さらに、他の害虫でも、たとえ直接に人間に悪い影響があることを判明されても、存在しない場合、人間にとって、必ず有利とはいえるか検討すべきであると考えている。

### 3) 制度を重視

対応できる問題であり、主にこの問題に対して十分に認識し、また対応するために、関係のルールも制定されたとする。しかし、このようなルールは自然の摂理とは異なり、自発的に人間の行動を制約することができない。よって、制度に対する認識、あるいは制度を重視する意識は制度の効果、つまり、制度を守るかどうか、との関係性が深い。しかし、中国における制度の場合、「制度による管理」、「制度の下での行動」という意識が薄いか、あるいは、価値化の中に、制度の地位はあまり高いとは言えない。中国の歴史に鑑みると、「人治」の時期が特に長く、現在でも、組織の機能より組織のリーダーへの要求が高い。つまり、完全な制度より英明な統治者に期待する意識がある。さらに、制度に対して、「制度は死的、人は活的」<sup>66</sup>と「上有政策，下有対策」<sup>67</sup>をいう言葉があり、このような言葉から制度に対する態度も見えてくる。

したがって、漁業の場合、漁民は勿論、政府の機構でも、例えば、海洋と漁業局は元々漁民の行動を管理する職能を持つので、現実的にリーダーの指示によって動くのは一般である。もちろん管理の場合は、人による管理もそれなりの利点があり、特に、人間の認識の差異が大きい時、英明なリーダーの指導を受けることが、グループにとって有利であり、また、突発的な事件に対しても、より対応できると考えられている。しかし、人間社会の発展方向から判断すると、管理の方式は支配から管理、管理からサービスへと変化してきている。よって、より客観性を持つ制度を制定とそれを完全化すること、また、制度を重視する認識、制度を守る習慣を身につけることが重要であると考えている。

#### 4-3-3 各分野の協力から修復・分解業への構想

環境問題を全般的に考慮すると、全国、あるいは、国際的な各分野あるいは各領域の協力は不可欠であると考えられる（図 4-12）。

---

<sup>66</sup> 直接に翻訳すると「制度は死んでいるが、人間が生きている」。

<sup>67</sup> 直接に翻訳すると「上の政策・制度に対して、人々はそれぞれの対策がある」。

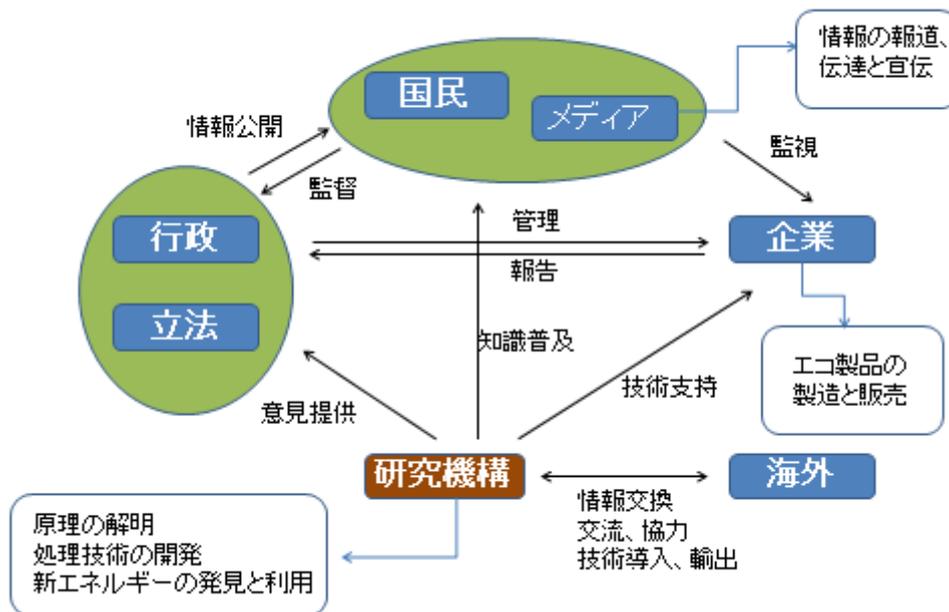


図 4-12. 各分野の協力

環境問題は、産業活動も主要原因であることに間違いはないが、個人などの民生活動がもう 1 つの主要な原因でもある。産業活動については、その組織的な特徴を生かして一律の対策をとり、罰則などを定めるのも容易である。しかし個人については、多種多様な考え方や生活様式があるため一律な対策をとることが難しく、罰則を定めるのも容易ではないため、一人一人の考え方や行動に委ねられている部分が多い。そのため、民間では環境保護活動の影響力が大きくなる。市民の環境意識の高まりを受けて、環境モニタリングなどの監視制度も生まれた。

一方、国家機構の役割について、立法、制度化に関しては、この分野全般を対象とする環境法という分野があり、環境基準や環境税などの手法がある。環境コンサルタントや環境カウンセラーなどは、環境対策全般について扱う専門家であるが、制度化などには国によってばらつきがある。また産業活動を管理する一方で、前節に述べたように公共管理として、個人、組織の一致行動を管理する必要もあると考えている。

企業や団体などに関しては、環境会計の運用や環境マネジメントシステムの導入を行うことが、総合的な対策につながる。環境問題への対策を好機と捉える企業・団体も多く、「環境先進国」を中心に環境ビジネスや環境市場といったものが生まれつつある。

さらに、研究者の場合、原理の解明、技術の開発、また新エネルギーの発見と利用することだけではなく、政府に制度面の知見を提供、企業に技術を提供、また市民に情報・知識を提供という使命を担っている。

しかし、市民、企業、政府と研究者は情報、認識、また関心部分における不一致によっ

て、様々の問題が生じている。また、生産活動と消費活動が更なる向上をする場合、現在の各組織が協力しても、対応しにくい可能性もあると考えられる。よって、一つの打開策は、修復・分解業を建設することである（図4-13）。

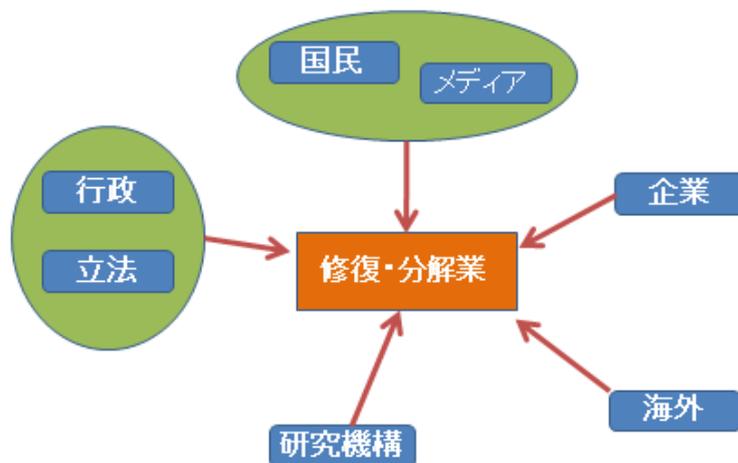


図4-13. 修復・分解業（筆者作成）

そうすることで、各分野の情報を集約し、具体的な課題に対して必要な知識と能力を組み合わせ、より有効に対応できるようになる。また、この修復・分解業は1つの組織ではなく、一業界として、産業と同じレベルの地位を持ち、生産力、また消費の水準を向上する時に共に発展できるものである（図4-14）。

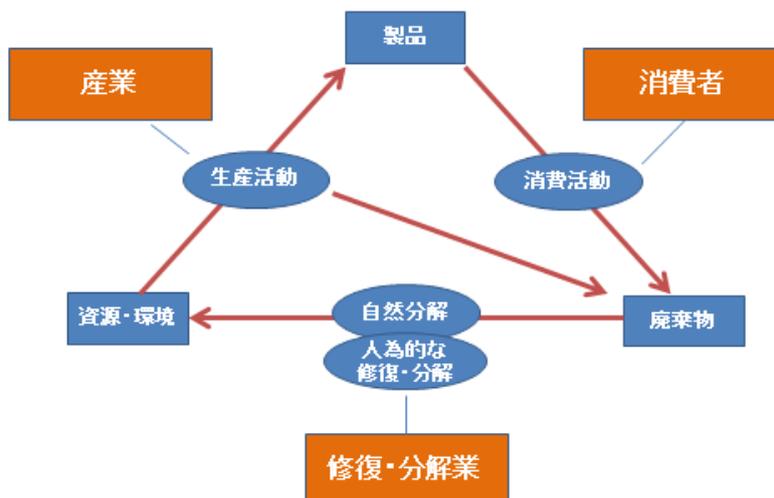


図 4-14. 産業、消費者と修復分解業の関係 (筆者作成)

今後も益々発展し続ける人間社会にとって、このような認識をもつことがより重要であると筆者は考えている。自然界の浄化システムに参照するならば、人間社会の分解者と位置づければ良いのである。

#### 参考文献

- (1) 刘竹艳, 沿海地区渔民社会养老保险制度构建研究——以舟山市为例, 硕士论文, 2009
- (2) 袁贞贞, 构建渔民基本生活社会保障体系研究, 浙江海洋学院, 硕士论文, 2012
- (3) 舟山市政府网 HP <http://www.zhoushan.gov.cn/web/>
- (4) 德鲁克, 社会的管理, 上海财经大学出版社, 2003 (8), P211
- (5) 陈振明, 公共管理学——一种不同于传统行政学的研究途径, 中国人民大学出版社, 2003, P87
- (6) 杨立敏, 从日本渔业协同组合论我国渔民合作组织的构建——以海洋渔业资源管理为例, 中国海洋大学, 博士论文, 2007
- (7) 黄瑞, 日本海洋渔业资源管理现状, 现代渔业信息, 2001 (1), P25-27
- (8) 杨坚, 世纪之交的中国渔业协会, 中国水产, 2004 (12)
- (9) 三重県漁業協同組合 HP <http://www.miegaiwan.or.jp/>
- (10) 濱田武士, 日本漁業の真実, ちくま新書, 2014, pp.210-220.
- (11) 谷津明彦, ABC 算定ルールと TAC 制度 (特集 国連海洋法と漁獲可能量(TAC)制度) 水情報 23(11), 8-12, 2003-11, ISSN:09171770
- (12) 金子守男, 我が国の漁獲可能量制度について 季刊海洋時報 (82), 11-19, 1996-12, ISSN:03852687
- (13) 豊島茂, 漁獲可能量(TAC)制度と韓国・中国との漁業問題について 海上労働 (49), 18-30, 1997-03, ISSN:09135375
- (14) 卢昌彩, 台州市渔船控制和管理现状及对策, 浙江海洋与渔业 2014-6, P19-23
- (15) 加藤雅丈, TAC(漁獲可能量)制度の課題と改善方向について--「TAC 等の検討に関する有識者懇談会」の検討結果を踏まえて 水産振興 43(4), 1-43, 2009-04, ISSN:13436074
- (16) 海洋の生物多様性及び生態系サービス, 環境省
- (17) 地球温暖化と生物多様性, 環境省  
<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h19/html/hj07010201.html>
- (18) 吉岡貴史, VEGF と angiostatin の血管新生制御作用に基づいた腫瘍休眠状態の数理モデリング, 修士論文, 大阪大学大学院基礎工学研究科, Mar 2012
- (19) Sayre, Nathan F. "The Genesis, History, and Limits of Carrying Capacity". *Annals of the Association of American Geographers* (Routledge) 98 (1): pp. 120–134. (March 2008).

- (20) 資源評価・資源管理の用語（水産庁）<http://abchan.fra.go.jp/index1.html>  
陈思行, 日本的 TAC 制度, 海洋渔业, 1998-04, P181-183
- (21) 環境経済・政策学会 環境経済・政策学の基礎知識 - Environmental Economics and Policy Studies: Basic Facts and Concepts 有斐閣ブックス、2006 年
- (22) 杨昂, 对一个"坐而论道"者的质疑: 也驳法治的本土资源说, 法学评论, 2000(2):82-89
- (23) 郑光路, 一九五八年围剿麻雀的“人民战争”党史文苑 2003 年第 5 期
- R・K・ターナー／D・ピアス／I・ベイトアン 『環境経済学入門』 東洋経済新報
- (24) 放生螺丝污染京杭大运河、中国新聞網  
<http://finance.chinanews.com/ny/2015/01-12/6960071.shtml>

## 終章

終章では、本論文全体を通して得られた知見・発見と結論について総括を行い、また、今後の課題と展望について述べていく。

### 第1節 研究の総括と結論

21世紀に入ってから中国は発展の重心は大陸から海洋に転移しており、舟山群島新区は中国4番目の国家レベルの新区となった。他方で近年乱獲と海洋汚染の影響を受け、漁業資源が著しく減少し、漁場は危機的な状況に陥っており、一部の漁船が隣国の経済水域に入りこむといった領海紛争にまで波及している。しかし中国における漁業に関する先行研究は少ない上、管理者側からの問題指摘のみに留まっており、漁民の視点に立ったものは皆無に等しい。本研究では、中国最大の海水製品の生産・加工・販売拠点であり、日本との関連も深い中国舟山群島新区海域を対象地域とし、人間の安全保障の視座から、それら具体的な課題を明らかにするとともに、文理融合的討究により漁業資源の保護・修復を目指してきた。

第1章では、対象地である舟山の概要と漁業資源の変容を概観しつつ、基本情報や現在の海域の水質汚染状況について整理した。主に「統計年鑑」と「環境公報」から、本研究に関連する情報・データを抽出し、再評価した。

第2章では、舟山における漁民の生産・生活方式の変化、またこの変化が漁業資源や漁民の暮らしに及ぼす影響について多面的に検討した。まず参与調査および聞き取り調査を通じ、漁民の生業を把握しながら、漁民の生活方式・生産方式において、集団漁業時代と現在との状況を比較・考察した。また、筆者が基礎研究においてこれまで研鑽を積んでいた、システムの安定性を分析することのできるカオス解析と、人間の心理特徴を分析することのできる脈波実験を紹介した上で、漁民の生活に参与する形で実際に脈波実験を行った。心理特徴分析では、漁民にとって依存性の高くなりつつある飲酒の与える影響について確認するとともに、生活様式が漁民と同様に変化してしまった漁民の家族の心理状態を把握した。さらにこれら心理分析の結果と生産方式・生活方式との関係性についても考察を加えた。

これら第1章と第2章の結果より、以下の4点の状況変化が抽出された。

- 1) 漁業資源の変遷については、漁獲対象が伝統的経済魚類から雑魚類となった。漁獲した海水製品の割合については、主要なものが魚類から甲殻類になっている。市民の食材として、地方産の製品が減っている一方で、外来の製品が増えている。
- 2) 漁業全体については、漁業に就くと転職が困難になる。現在、漁業人口の中には労働者の割合が低く、女性は働いていない。一方で集団漁業時代には、船を含むすべての生産資料は生産隊のものであり、漁民は生産隊のために漁獲し、また女性は漁獲した魚類を加工していた。当時の労働者の収入は安定的であり、漁獲量・加工量とは直接

的な関係はなかった。漁獲は辛いですが光栄な仕事であると認識されていた。現在は、漁民は何人かのお金を合わせて漁船を購入し、自分のために漁獲しているが、漁獲は辛く将来性のない仕事であり、子供に漁獲はさせたくないと感じていることが分かった。

- 3) 漁獲方式の変遷については、漁船が徐々に大型化し、先端技術を用いた設備も導入されてきたものの、漁獲活動自体は楽になっていない。集団漁業時代において、漁獲対象は時期によって決めており、漁獲方式も漁獲対象によって決めていた。また、漁獲方式によって、作業時間を決めていた。漁獲場所は近海であり、作業の種類も多かった。一方現在においては、漁獲対象はすべての魚類になった。漁獲方式も決められており、時期や対象によって変わらない。作業時間は天候によって決められる。漁獲場所は遠洋になっているが、作業の種類は単一化している。
- 4) 生活状態については、基本的には生活の水準は悪くないが、市民との格差は大きい。また基本的生活に必要な支出以外での消費の意識は低い。集団漁業時代は、漁民は大家族で一緒に生活しており、昼間は皆仕事をしていましたが、晩は一緒に過ごし暮らしていた。現在は、それぞれ自分の部屋を持ち、また男子は船・女子は部屋・子供は他の島にて暮らす場合が多い。つまり、別れて暮らしているとも言える。

以上の4点から、漁民の漁獲方式・漁民家族の生活方式、さらに漁業というシステムは単一化の方向に傾いているという結論に至った。この単一化してゆく傾向について、次の2つの論点を提起した。

- 1) あるシステムにおいて、その要素の「空間的単一化」により、システム自体が簡素化してゆくため、システムのバランスに変動が生じやすい。また、システムの外側からの影響を受けやすくなり、外側の影響によって潰れてしまう可能性も否定できなくなる。
- 2) あるシステムにおいて、その要素の「時間的単一化」により、要素自体が変化してゆく。特に要素が生体の場合、刺激不足により感覚の充足が不十分な場合、自ら刺激を発生させ、激しく爆発する可能性も生じる。

システムの安定性を分析するため、カオス解析によって、2つの数理解析方法を提起した。すなわち「①1変数の観測データに対して、FNN法で次元数を推定し、また埋め込み法によってアトラクターを描き、アトラクターの形からカオス情報の存在を判断できる。」ことと、「②時系列データのダイナミクスが未知である場合に、近似的にヤコビ行列の推定を行い、リアプノフ指数を計算する。最大リアプノフ指数の値によって、システムの安定性を確認できる。」ことである。

一方、脈波は重要な生体信号として、様々な情報を含んでいると考えられるため、脈波のデータからアトラクターを描くと、カオス情報の存在を確認することができた。よって

最大リアプノフ指数を計算し、この指標によって、人間の外来刺激に対する対応能力を判断できる。また、心拍の情報の周波数解析によって、交感神経と副交感神経のどちらが優位なのかを示す指標自律神経バランスが算出できる。したがって、脈波のカオス解析によって、より客観的な情報を得ることができ、人間の心理の特徴を分析できることを実証した。

本研究では、この基礎研究の発見の応用展開として、舟山の漁民・漁民家族への脈波の測定実験を行った。上記の方法によって、次のような現象が確認された。

- ① 被験者のうちの1人のLLEは、低い状態を続けたのち一気に高まっている。
- ② 375mlのワインの場合は、飲酒後にLLEが減少・増加する傾向は見受けられない。一方、300mlの白酒の場合は、飲酒後にLLEが低くなることが明らかとなった。
- ③被験者のうちの1人のLLEは低い、ANBは逆に高かった。またもう一人は、LLLとANBの両方が低かった。

①について、この挙動から、時として暴力に至るような心理的に不安定な状況にあると推察される。また②については、飲酒によって人間は興奮状態になるが、外部の刺激に対しては、対応能力はあまり変化しないと考えられる。しかし、過度の飲酒によっては、興奮状態に入るだけではなく、対応能力が低くなると考えられる。さらに③については、種々の方法による結果を合わせると、一人は鬱状態であることはほぼ確定できるが、もう一人が鬱状態ではないものの、測定の時に非常に疲れた状態か、あるいは内向きな心境であることが推察された。このような心理状態のままでは、事故や事件に繋がる可能性も否定できず、また、このような心理状態になる原因に関しては、生産方式・生活状況の単一化によって、生活空間における刺激の不足が起因するのではないかと推察された。

第3章では、現行制度・生態状況に対する漁民の認識を把握しつつ、現行制度の限界を具体化していった。まず政府の公開データおよび浙江省海洋と漁業局課題組の調査研究資料など内部資料を精査した上で、舟山の漁業資源管理制度を整理し、その実行状況を確認した。それらを踏まえて、漁民に対するアンケート調査を実施し、引き続き、漁民や漁業関係者、また漁村の村長・書記へのインタビューなどへの質的調査を加えることにより、漁民の漁業資源・生態や漁業資源管理制度に対する認識・意見を具体的に把握することが可能となり、現行における問題点の詳細が浮かび上がってきた。

結果として、まず舟山では「休漁制度」、「漁獲許可証制度」、「漁獲強度管理制度」、及び「漁業資源増殖制度」を制定し、実行しているが、現実に制度違反が普遍的な状況になっており、漁業資源を修復していないという現実を鑑みると、現行制度の効果は低いと結論づけられた。

また、アンケート調査によって、以下の結果が得られた。

- 1) 漁民の立場が弱い。
- 2) 現行制度については、漁民の認識度は低く、また種々の批判的な意見を持っている。
- 3) 漁業資源・生態状況に対する意識・意見が相対的に漁民の間で一致している。

さらにアンケート結果を再分析することによって、以下の事柄が導かれた。

- 1) 制度に対する認識は学歴、職業との関係性がある。
- 2) 漁民からの制度への要求はメディアによって上手く伝達されていない。
- 3) 漁民の格差が広がっている。

一方、聞き取り調査からは、以下のような結果が得られた。

- 1) 漁民は漁業資源管理制度に対しては、種々の具体的な条例を遵守していなかった。また、一部の制度に対しては、漁民は分からない・効果がないと感じている。
- 2) 漁業資源の保護に対する認識に差異が生じ、特に実際に仕事をしている役人は様々な意見を持っていた。
- 3) 現在舟山の漁民にとって、社会保険は購入していない、あるいはできないものである。漁民の生活保障はほとんど皆無に等しい。

以上の結果から漁民の立場から考察すると、現行制度に対して内容が分からないことや誤解があること、また異議を持っていることなど、様々な問題点が存在することが明らかとなった。また、個人が制度を守ると損失が出てしまうという現実に着目し、ゲーム理論を用いて、皆が制度を守ると全体的には利益が大きくなるにも関わらず、仮に漁民が制度の内容を理解し、認知できたとしても、漁民は制度を守らないことを選ぶことを説明した。

一方、政府の立場から考察すると、漁民を厳しく管理すると、政府のリスクとコストが増える一方で、業績には繋がらないという事実が明らかになった。つまり、物理的な条件、また伝統的な習慣に鑑みると、現在政府が漁民の行動を管理するのはとても厳しい一方で、政府には「管理したくない」という主観的な要素も存在していると言える。

このように様々な原因により漁民は制度を良く理解できていないし、守らない方向に傾くものの、政府は管理しにくく、積極的に管理することも拒むというのが現状である。したがって、現行制度の実行性には限界があり、今の形の漁業資源保護システムではその力が発揮できないと考えられた。

第4章では、上述の結果を踏まえた上で、漁業資源・生態の修復を目論む多面的な検討を試みた。まず、前章と対応させながら、現行制度の再考を試み、これに代わる制度の実行の可能性について考察した。また日本の漁協を参考にしながら、漁民主体のシステムを構想した。さらにTAC制度並びにITQ制度を参考にしながら、漁獲限度制度が機能できる可能性を検討した。

さらに、より科学性の高い指針作りのために、先端科学知の活用による新しい数理モデルの構築とその可能性を検討した。包括的にみれば、漁業資源の減少を生態系の問題として拡張した場合、自然科学的技術や方法論だけでなく、社会システムや政治の仕組み、さらには市民の意識など総合的な議論が必要であると考えられる。

結論として、「漁業資源の保護・修復を試みるならば、漁業資源の増加を目指すだけでなく、漁業資源と関係ある要素、また総体のシステムを修復、あるいは維持する」という考えが導かれ、またシステムを維持するための方法として、以下の3つの方向性を提起した。

- 1) システムを移動する力に対抗
- 2) 外的な影響の遮断
- 3) システムの再構築

まず1)の「システムを移動する力に対抗」については、「漁獲技術の発展」に起因し、さらに技術の発展に見合う認識を持ち合わせていないことと、そして「魚類の生存環境の変化」が舟山の伝統的な経済魚類の減少の直接な原因であることが分かった。この原因に鑑みれば、道理面からより厳しく漁民を管理するのでは通用しないと考えられる。一方、現行制度にも限界があり、効率が低いことも立証された。よって、伝統的に行われてきた処罰の漁業制度の実行方式を再考し、それに代わる保障・奨励制度を提案した。また、保障・奨励制度に対して、重要性・有効性と実行の可能性を十分に満たすことも説明した。次は漁業協同管理という方式について、漁民が具体的な規定を作り、自らの行動も管理・監督してゆく方式の方が、実行性は高いと考えられるが、現在の中国において、このような制度のシステムを構築することは難しい。しかしながら、中国の漁民は漁業資源保護の意識がまだ低く、また自ら制度を作る知識・能力を持ち合わせていないことから、現在の中国の漁民にとっては、認識を向上させることがまず重要であり、現実的対応としては、意見交流と情報交換の場を作り出すことが当面の課題であるという考えを提案した。最後は、漁獲限度制度の実行について、物理的な条件と社会面に条件を具備していないという結論を導きだした。

つぎに2)の「外的な影響の遮断」については、魚類の生態システムにおいて、最も大きな外的な影響は海洋汚染であると考えられる。それに対応するために、生態システムの数理モデルを構築し、また生態システムにはカオスの挙動が存在することも証明された。このモデルに基づいて、以下の2つの方向を確定した。

- (i) カオス解析を適用し、生態システムの収容力を評価する方法を検討する。
- (ii) 生態システム内のそれぞれの因果関係が描写できる連立微分方程式数理モデルを構築し、シミュレーションによる将来予測を試みる。

最後に3)の「システムの再構築」については、漁業資源の減少の根本的な原因を分析した上で、まず生態系の問題あるいは環境問題に対して、3種類に分類した。

- ①認識していない問題
- ②認識しているが、対応できない問題
- ③対応できるが、対応していない問題

そして、それぞれの問題に対して、「技術より科学先行」、「一致行動を制約」という論考を提案し、「環境の構成価値」という概念を提起した。さらに、生産・消費と並ぶ分解・修

復業界を設立することを発想した。

## 第2節 今後の課題

今後の課題は、まず一つ目として、現在の課題の修正・補足と再考察が必要になる。本既に述べてきたように、本研究では、以下の7つの課題を提起して、分析・考察を試みてきた。

- ①漁民の生活方式・生産方式に関する集団漁業時代と現在の状況の比較分析
- ②生活の変化が漁民・漁民家族の心理面に与える影響とその検証
- ③漁業資源管理制度の実行状況並びに現行制度・生態状況に対する漁民の認識
- ④現行の漁業資源管理制度の限界の具体化とその検証
- ⑤漁業資源管理制度に対する再考
- ⑥先端科学知の活用による新しい数理モデルの構築とその可能性
- ⑦生態に関する総括的な構想

どの課題もある程度の結論は得られたものの、まだ完全に達成できたとは断言できないであろう。①については、博物館で確認された漁獲方式は参与調査と聞き取り調査の際に確認された漁獲方式より多かった。よって、これは1958年に集団漁業が始まるよりも前に存在し、その後淘汰された漁獲方式であることが推察される。舟山における漁業資源の減少が1970年からのことと考えられるが、集団漁業前の段階の漁獲方式を確認し、この歴史的な変遷を把握することが重要であると考えている。②については、脈波のデータの分析によって、様々な現象を発見できたが、実験の回数、また被験者の人数が少ないため、統計的に有意な結果を導き出すには難しい。よって、この問題の重要度を明らかにするため、今後も度々実験を行い、またこの実験結果と漁民の生産方式・生活状態との因果関係を明確することが重要であると考えている。また③、④、⑤については、本研究によって得られた現行制度の効果が低い原因、また、制度を改善するために提出した「制度の実行方式を変更する」という提案について、漁民と直接に交流し意見を聞くためにも、もう一度アンケート調査および聞き取り調査を行いたい。さらに⑥⑦については、この課題を完成するために、より詳細なデータを入手と関連知識・理論と方法の勉強が必要であると考えている。

今後の課題の二つ目として、システム論におけるより多面的な知識の蓄積、またそれらの応用についてである。本研究においては、要素とシステムの関係性を議論した。例えば、要素の単一化によって、システムが不安定に向かうこと、また、要素に影響を与える場合、目指す所は目標要素のみならず、要素と関係のある要素、またシステム全体の動的な動きを考えるべきであるからである。しかしながら、これは筆者の体感や経験、また一般的な知識と考え方に基づいた結論である。より専門的な知識と理論が応用できる場合には、現象と原理の内的な関係性について、より系統的に解釈できると考えている。

三つ目は、本研究に得られた知見・発見と結論がより広い範囲において適応できるか、

相対化が可能であるかどうかを検証することである。本研究の調査地は舟山であり、使用した資料も舟山のデータ、アンケート調査・聞き取り調査の対象者も舟山漁民であり、そこから地域研究に立脚した論考を組み立てた。しかし、漁業資源の減少はもはや国境を越える課題であり、漁業資源の管理・修復、また漁業と共に出現した問題はグローバルな性質を持つと考えられる。本研究において明らかになったことについて、例えば、漁民・漁民家族の心理状態の問題に対して、これは舟山特有の問題か、他地域共通の問題か、今後検証してゆくことは重要であると考えている。

以上については今後の課題であるが、一部分の課題に対しては、筆者一人で解決してゆくのは、当然ながら極めて困難であることが予測される。しかし、他の研究分野や他業種など、様々な連携を統合することによって、課題解決に導けるものと思われる。すなわち「生態・漁業資源の保護・修復」のような複雑かつ現実の課題に対して、多様な方法・手法を応用し取り組むことが重要である。また、領域・専門分野間、また現実と理論の間の壁を打ち破り、多分野・多領域の協力・協働が何よりも重要になると考えられる。したがって、筆者の本研究における試みは、この課題に直接貢献するものというよりはそれらの橋渡しをすること、つまり、より多くの人びとこの課題に協力し取り組んでゆくことへの基盤・機動力となり、本研究によりそのような未来展望が描けることを期待したいと思う。

## 図表リスト

### 序章

- 図 1. 漁業資源における現行の修復システムの模式図
- 図 2. 本研究における三つの段階
- 図 3. 精神疾患患者と健常者の分布
- 図 4. 精神疾患患者（右）と健常者（左）の加速度波のアトラクターの比較
- 図 5. 研究方法と具体的な課題

### 第 1 章

- 図 1-1. 舟山の位置
- 図 1-2. 舟山の四大経済魚類
- 図 1-3. 舟山周辺の海流
- 図 1-4. 長江と钱塘江の流入
- 図 1-5. クロロフィルの濃度
- 表 1-1. 舟山の漁船数、漁船の総トン数、出力と海水製品産量（網漁業）の変遷
- 図 1-6. 舟山の漁船数の推移
- 図 1-7. 舟山の漁船の総トン数の推移
- 図 1-8. 舟山の漁船出力の推移
- 図 1-9. 舟山の漁獲海水製品産量推移
- 図 1-10. 中国近海海水水質分布
- 図 1-11. 四大海区の水質状況
- 図 1-12. 沿岸各省の海域の水質状況
- 図 1-13. 沿岸各市の海域の水質状況
- 図 1-14. 沿岸各市の海域の無機窒素の濃度
- 図 1-15. 舟山海域の赤潮の写真

### 第 2 章

- 図 2-1. ある漁民とその奥さん
- 図 2-2. 漁民の食卓
- 図 2-3. 先に用意した晩御飯
- 図 2-4. 嵯山の通り
- 図 2-5. 漁民の部屋
- 図 2-6. 嵯山島の位置
- 図 2-7. 魚網を修繕している婦人
- 図 2-8. 海水製品を運んでいる漁民

- 図 2-9. 集団漁業時代の漁獲の盛況
- 図 2-10. 「揺櫓」
- 図 2-11. 「双拖」の参考図
- 図 2-12. 「双拖」の「網船」
- 図 2-13. 帆張網の参考図
- 図 2-14. 電気バルス
- 図 2-15. 現在嵯山の大型漁船
- 表 2-1 集団漁業時代と現在との比較
- 図 2-16. カオスな力学系のアトラクター
- 図 2-17. 脈波に存在する様々な情報
- 図 2-18. 脈波のアトラクター
- 図 2-19. 脈波の測定システム
- 図 2-20. 脈波のカオス解析
- 図 2-21. A さんの LLE の挙動
- 図 2-22. 健常者の LLE の挙動
- 図 2-23. アトラクターの比較
- 図 2-24. LLE の変化
- 表 2-2. ペア T 検定の結果
- 図 2-25. LF の変化
- 図 2-26. ANB の変化
- 表 2-3. ペア T 検定の結果
- 図 2-27. うつ病患者と健常者の LLE と ANB の分布図
- 図 2-28. 脈波、速度と加速度の波
- 図 2-29. A さんの加速度波のアトラクター
- 図 2-30. うつ病患者（左）と健常者（右）のアトラクター
- 図 2-31. うつ病患者（緑）と健常者（赤）の極値数の統計結果
- 図 2-32. C さんの LF と HF の挙動
- 図 2-33. 健常者の LF と HF の挙動

### 第 3 章

- 図 3-1. 漁業管理方法
- 表 3-1. 舟山の禁漁期と禁漁区
- 図 3-2. 機動漁船引き網と定置網の禁漁区
- 図 3-3. 調査対象者の年齢分布
- 図 3-4. 調査対象者の学歴
- 図 3-5. 漁業法に対する認識度

- 図 3-6. 「国連海洋法条約」に対する認識度
- 図 3-7. 漁業政策に対する認識度
- 図 3-8. 休漁制度に対する認識度
- 図 3-9. 漁業資源増殖制度に対する認識度
- 図 3-10. 海水製品の産量に対する認識
- 表 3-2 クロス集計の出力
- 表 3-3. カイ 2 乗検定の出力
- 表 3-4. 関係性の出力
- 表 3-5 学歴と職業の関係性
- 図 3-11. 休漁期に対する漁民の意見に関する報道
- 表 3-6. クロス集計の出力
- 図 3-12. 漁船の平均産量
- 表 3-7 個人の利益表
- 図 3-13. 役割が発揮できていない現行の漁業資源保護システム

#### 第 4 章

- 図 4-1. 漁群探知機
- 図 4-2. 保障・奨励制度に基づいて漁業資源管理システム
- 図 4-3. 漁業協同管理のシステム
- 図 4-4. 三重県の漁業協同組合構成
- 図 4-5. 自然界のエネルギーの流動と物質の循環
- 図 4-6.  $K=3; r=2; x(0)=0.5$  のとき  $x$  の挙動
- 図 4-7. 分流の参考図
- 図 4-8. 窒素の濃度と最大リアプノフ指数による浅海域と漁場の分類
- 図 4-9. 写像  $F: x \rightarrow 4x(1-x)$
- 図 4-10. 写像  $F: x \rightarrow 4x(1-x)$
- 図 4-11.  $y=x$  と  $y=Rx(1-x)$ 、(上) $R=1$ (下) $R=0.5$
- 図 4-12. 各分野の協力
- 図 4-13. 修復・分解業
- 図 4-14. 産業、消費者と修復分解業の関係

## 謝辞

本論文は筆者が大阪大学大学院人間科学研究科グローバル人間学専攻博士後期課程に在籍中、漁業資源の保護・修復という課題の研究成果をまとめたものである。本論文をまとめるにあたり、多くの方々のご指導とご協力をいただいた。まずご協力いただいたみなさまに心よりお礼申し上げたい。特に、同専攻准教授三好恵真子先生には指導教員として本研究の実施の機会を与えていただき、その遂行にあたって終始、熱心なご指導とご鞭撻をいただいた。心より深謝申し上げます。三好先生の丁寧なご指導なくしては、研究の成果をここにまとめることはできなかった。重ねて感謝申し上げます。また、同専攻准教授小林清治先生にも、終始有益なご指導・ご助言をいただいたこと厚く御礼申し上げます。関西学院大学の名誉教授雄山真弓には、カオス解析、脈波の実験、またその結果の分析に有益なご指導、ご助言をいただいた。心より深謝申し上げます。また、同専攻教授河森正人教授にも、有益なご指導・ご助言をいただいた。法学研究科の田中仁教授にも貴重な機会をいただき、有益なご指導・ご助言をいただいた。心より深謝申し上げます。さらに、三好研究室西川さんには、日本語の修正にご協力していただいたほか、日ごろから有益なご討論をいただいた。ここにて深謝の意を表す。同研究室姉崎さんからはご助言をいただき、松村さんと橘高さんからは貴重な研究資料をいただき、同研究室各位には研究遂行にあたり日頃より有益なご討論をいただいた。ここにて感謝の意を申し上げます。また、父親の協力がなければ、海洋と漁業局の聞き取り調査を遂行することはできなかったし、呉徳軍校長のご協力がなければ、アンケート調査を遂行することはできなかった。2人のご協力とご支援がなければ、本論文を執筆することはできなかったであろう。心より感謝申し上げます。また、調査や実験の際に快くご協力いただいた舟山漁業関係者のみなさまにも、深く御礼申し上げます。

本論文の執筆を通じて得られた経験や知見・人とのつながりは、中国社会が抱える環境問題の改善のため役立てて行く所存である。末筆ではあるが、長きに渡って本研究にご協力・ご支援いただいたみなさまに、重ねて心より御礼申し上げます。

資料 1

人の心理状態を可視化する試み

—脈波におけるカオス解析から判別する精神疾患患者の特徴と実践における新たな展望—

うつとは、急激な憂鬱や不安、虚無感による精神的混乱を指し、自殺と深い関係があると考えられている。うつ病は、本人の自覚がないまま病気が進行する 경우가多く、早期発見および早期治療が欠かせない。これは自殺を抑制するためにも極めて有効だと考えられる。うつ病の早期発見には、日常の行動や状態をモニタリングする必要がある。よって、脈波から得られる最大リアプノフ指数や交感神経・副交感神経の情報は、人間の心の状態を知るための客観的データとして活用でき、またデータを有効に活用することで、うつ病の早期発見につながると考えられる。

本研究では、2009年8月から9月に、専門のカウンセラーおよび精神科医の支援を受けて、精神疾患患者の脈波を測定した。全部で195回であり、その一部の患病名を示したのが表1である。また患者と比較するために関西学院大学に所属する健康な学生113名（男性42名、女性71名）を対象に同じく指尖脈波を測定した(Yuyu Hu, Wenbiao Wang, Takashi Suzuki, Mayumi Oyama-Higa, 2011)。

表1. 測定した精神疾患患者の病名

番号	病名
1	大うつ病性障害・原発性睡眠障害
2	気分循環性障害
3	摂食障害・器質性精神障害性障害(甲状腺機能低下症)
4	大うつ病性障害(単一型)
5	短期精神障害性障害(顕著なストレス因子があるもの)
6	器質性精神障害性障害(甲状腺機能低下症)
7	双極II型障害
8	気分循環性障害・強迫性PD
9	適応障害
10	PMS・器質性精神障害性障害
11	統合失調症(妄想型)
12	器質性精神障害性障害(橋本病)
13	分裂病質障害・気分変調性障害
14	強迫性障害
15	広場恐怖
16	気分変調性障害
17	アスペルガー症候群
18	分裂感情障害(うつ病型)
19	全般性不安障害
20	摂食障害・月経前緊張症
21	気分循環性障害
22	全般性不安障害
23	分裂感情障害(うつ病型)
24	摂食障害
25	社会恐怖
26	気分変調性障害・PTSD・化学物質過敏症
27	分裂感情障害(うつ病型)
28	器質性精神障害性障害(橋本病)
29	気分変調性障害・強迫性障害
30	大うつ病性障害(単一型)・急性ストレス障害
31	摂食障害・気分変調性障害・PMS
32	気分変調性障害・PTSD
33	大うつ病性障害(単一)
34	心的外傷後ストレス
35	器質性精神障害性障害(バセド-氏病)
36	大うつ病性障害・特定不能の不安障害
37	短期精神障害性障害(顕著なストレス因子があるもの)
38	器質性精神障害性障害
39	大うつ病性障害反復性・燃え尽き症候群

測定した各自のデータは、縦軸に最大リアプノフ指数、横軸に自律神経バランスをとって 2

次元空間上にプロットした。その結果を示したのが図2である。

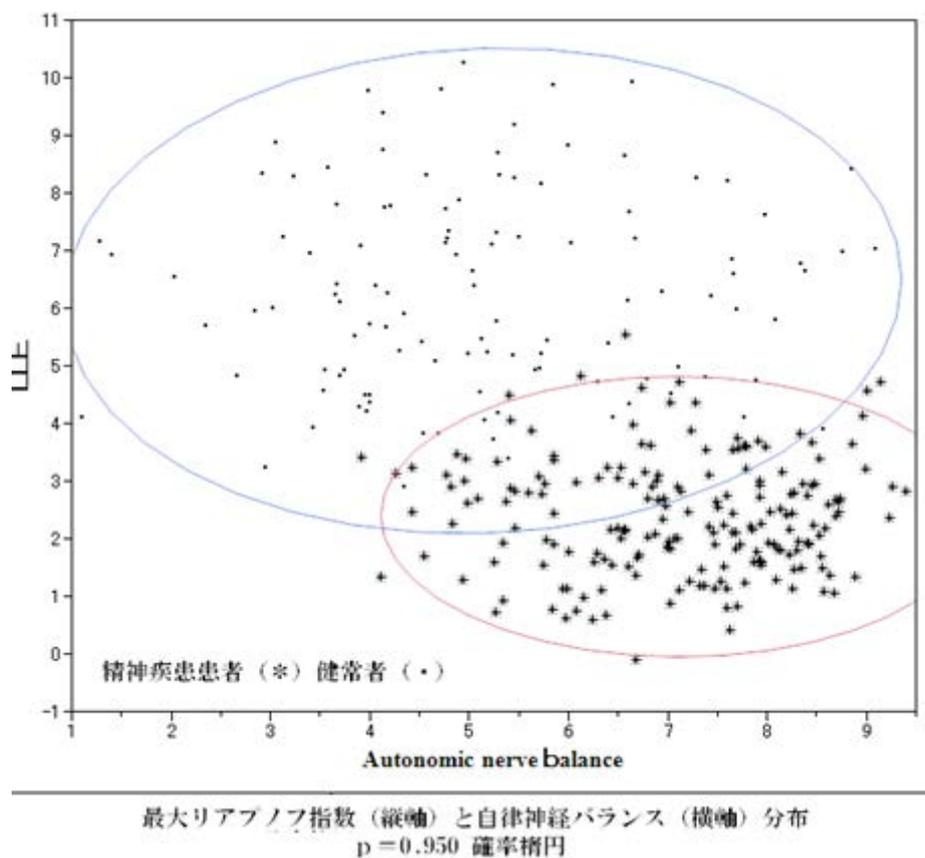


図2. 精神疾患患者と健常者の分布

(グラフの「※印」が精神疾患患者で、「・印」が健常者の各データである。楕円は精神疾患患者と健常者のそれぞれのグループが95%収容されるように描いたものである。)

また、それぞれの指標を、図3、図4のように示すと、精神疾患患者が最大リアプノフ指数は低く、かつ自律神経バランスは高い傾向を示すことがわかる(左側は精神疾患患者、右側は健常者)。グラフの青い水平線は、全体の平均を示している。各系列の上下の横線は、最大値と最小値である。算盤の珠の中央を走る横線はその系列の平均値を示している。

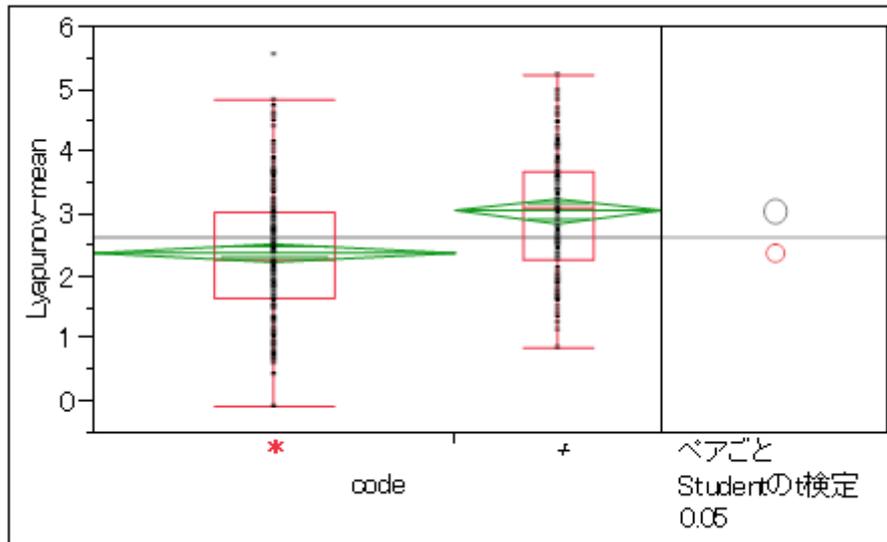


図 3. 精神疾患患者と健常者の最大リアプノフ指数

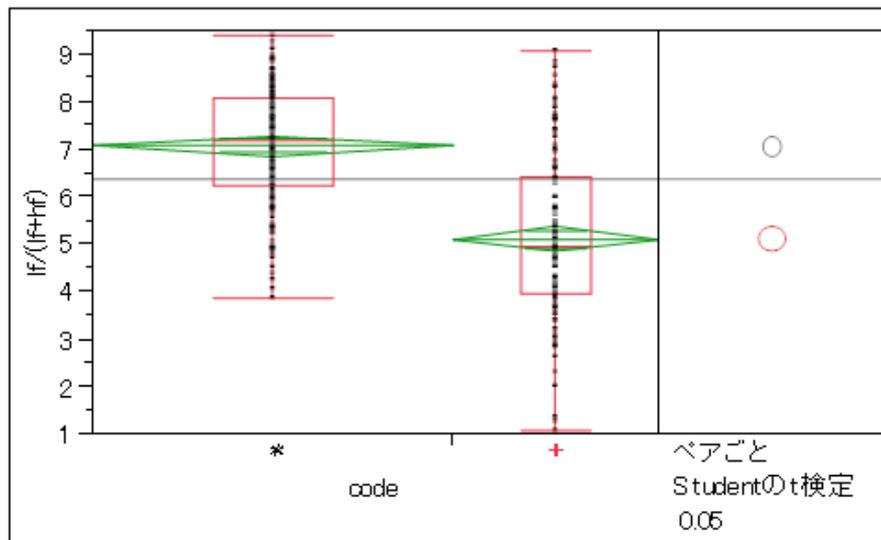


図 4. 精神疾患患者と健常者の自律神経バランス

分散分析の結果を表 2 に示したが、前図の描写よりも、精確な数字が把握できる。

表 2. 分散分析の結果

### Group Statistics

VAR00003		Mean	Std. Deviation	Valid N (listwise)	
				Unweighted	Weighted
.00	VAR00001	2.4113	.99450	195	195.000
	VAR00002	7.0848	1.22139	195	195.000
1.00	VAR00001	3.0595	.98269	113	113.000
	VAR00002	5.1228	1.72203	113	113.000
Total	VAR00001	2.6491	1.03693	308	308.000
	VAR00002	6.3650	1.70926	308	308.000

全体の最大リアプノフ指数の平均値は、2.6491、分散は 1.03693 であり、その中で精神疾患患者の平均値は 2.4113、分散は 0.99450 であるのに対し、健常者の平均値は 3.0595、分散は 0.98269 であった。また、全体の自律神経バランスの平均値は 6.3650、分散は 1.70926 であり、その中に精神疾患患者の平均値は 7.0848、分散は 1.22139 であり、健常者の平均値は 5.1228、分散は 1.72203 であった。

表 3. 分散分析の結果

### Tests of Equality of Group Means

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
VAR00001	.909	30.660	1	306	.000
VAR00002	.693	135.584	1	306	.000

また表 3 の結果 ( $p < 0.0005$ ) から、最大リアプノフ指数と自律神経バランスは、指標として、いずれも精神疾患患者と健常者の間には有意な差があることが証明された。

次は判別分析の結果である。判別分析を利用すると、対象者が精神疾患患者かそうでないかが判断できる。

表 4. 判別分析の結果

	Function
LLE	0.696
ANB	-0.306
Constant	-0.734

判別関数の非標準化係数の値を表 4 に示したが、これにより判別関数ができる。

$$f = -0.734 + LLE \times 0.696 - ANB \times 0.306 \quad (1)$$

表 5. 判別分析の結果

V	Function
0	-1.221
1	2.108

表 5 に示すのは二つのグループの重心であり、健常者 (V=1) は 2.108 で、精神疾患患者 (V=-1.221) である。ここで、臨界分割点が計算できる。

$$y = (-1.221 \times 195 + 2.108 \times 113) / 308 = 0.171213 \quad (2)$$

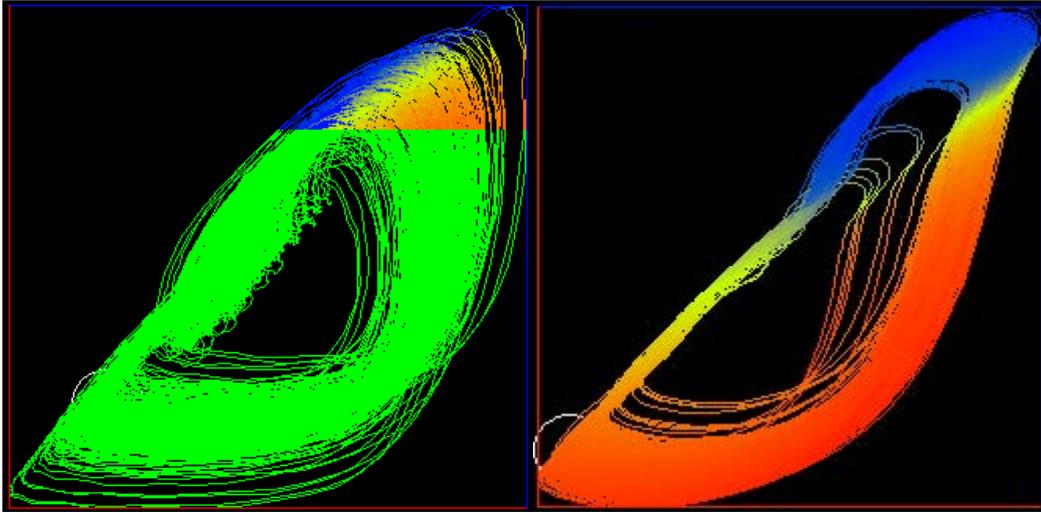
測定された脈波から得た最大リアプノフ指数と自律神経バランスは、判別関数に代入すると、計算した関数値が臨界分割点と比べ、関数値のほうが大きい場合は健常者であると判断でき、逆の場合は精神疾患患者であると判断できる。

表 6. 判別分析の結果

		V	Predicted group membership		Total
			0	1	
			Original	Count	
1	10	103			113
	Percentage	0	97.4	2.6	100.0
		1	8.8	91.2	100.0
Cross-validated	Count	0	189	6	195
		1	10	103	113
	Percentage	0	96.9	3.1	100.0
		1	8.8	91.2	100.0

この判別分析の正確率を、1 つとって置き法で検証した結果は表 6 に示した。つまり、判断結果が健常者の時、正確率は 97.4% であり、判断結果が精神疾患患者の時、正確率は 91.2% である。

脈波のアトラクター、最大リアプノフ指数、自律神経バランスについて、精神疾患患者と健常者の比較をそれぞれ図 5 から図 9 までに示した。



健常者のアトラクター

精神患者のアトラクター

図 5. 精神患者と健常者の脈波のアトラクターの比較

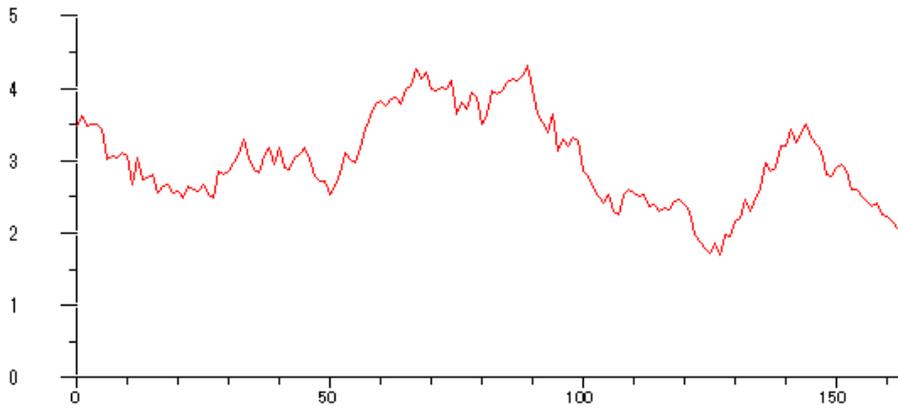


図 6. 健常者の最大リアプノフ指数の挙動

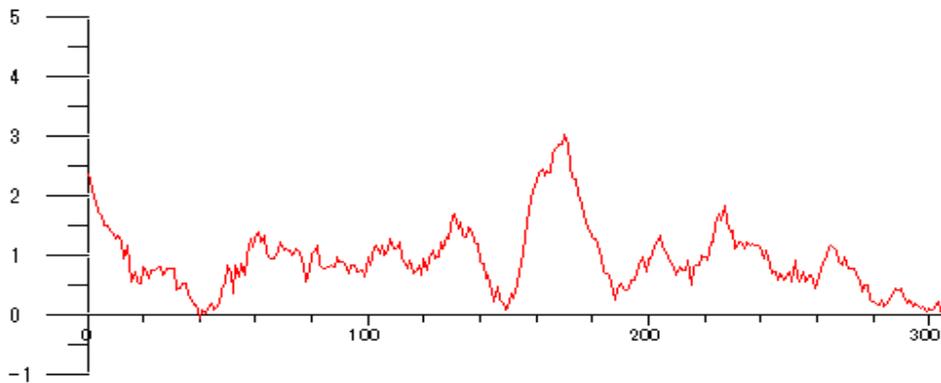


図 7. 精神患者の最大リアプノフ指数の挙動

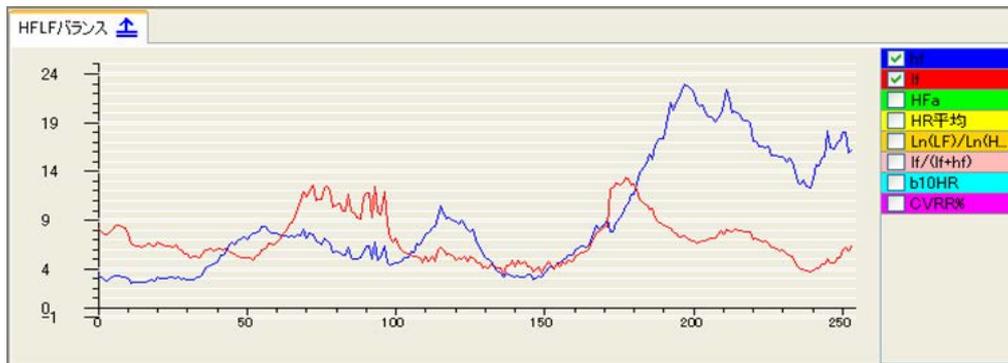


図 8. 健常者の自律神経バランスの挙動

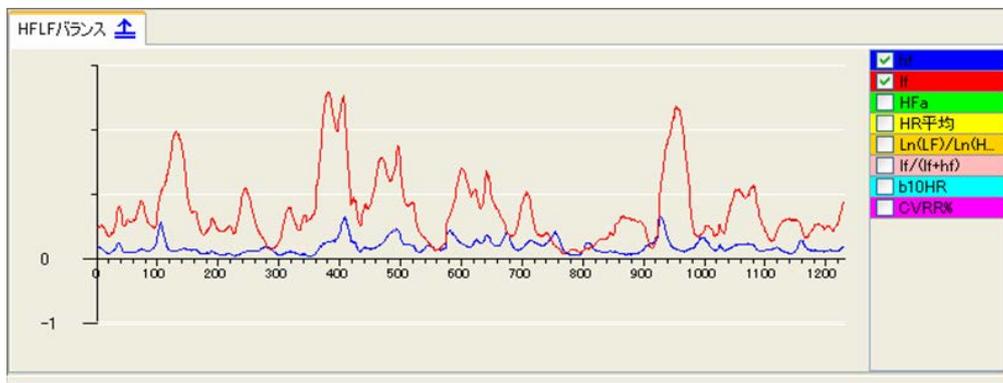


図 9. 精神疾患患者の自律神経バランスの挙動

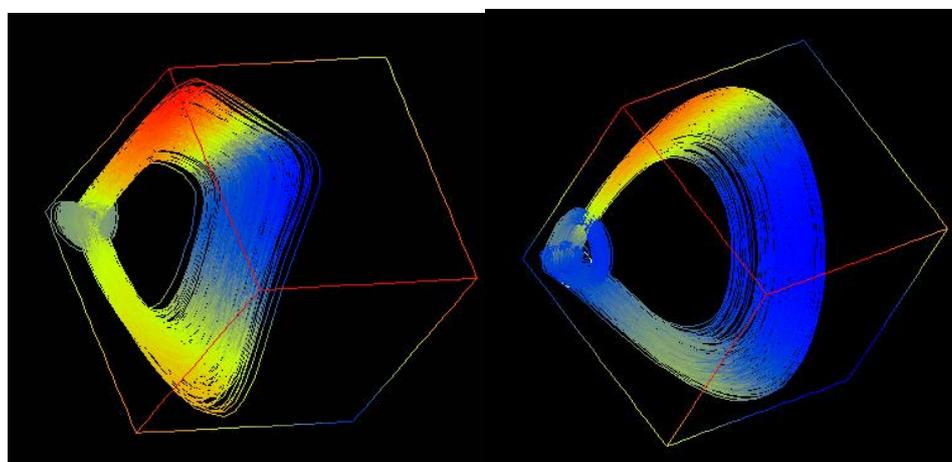
健常者の場合、精神疾患患者と比較して、アトラクターの変動の幅が広く（図 5）、最大リアプノフ指数が相対的に高い位置でゆらいている（図 6）。また自律神経バランスも左右に偏ることなく、ゆらいでおり、特に時系列グラフでは、交感神経と副交感神経が交互に高くなったり低くなったりしているのが確認でき（図 8）、自律神経バランスは、ほぼ 5 近辺であると言える。よって健常者の場合、こうしたゆらぎが無意識のうちに実行されていると推察される。

一方、精神疾患患者の場合は、いずれの患者も最大リアプノフ指数が継続して左に傾いており（図 5）、最大リアプノフ指数の低い状態が長時間続いているということを意味している。こうした状態が長期に続くことは、人とのコミュニケーションを避け、内に閉じこもりやすい状態にあると推察される。しかし、自律神経バランスについては（図 9）、時系列でみると交感神経が常に優位であり、自律神経バランスは、5 よりも高いと考えられる。上述の最大リアプノフ指数が低いという結果は、予測される通りであるが、この交感神経が継続して優位であるという傾向は、一般的な認識と異なり、やる気がない、消極な心理状態ではなく、逆に緊張していたりストレスを感じていたり、あるいはイライラしたりしている状態であるといえる。つまり精神疾患患者は、内に閉じこもりながらも、内面では

非常に緊張している状態にあることが推察される。また、その他の研究報告によれば、鬱病患者に投薬は大変有効であるが、投薬が契機となって、最大リアプノフ指数が高止まりしてしまうと、突如活動的になってしまう点である。こうなると突発的に人を傷つけたりあるいは自分自身を傷つけたりする可能性も排除できない。緒言で触れたような傷人事件について、これらの行動も指尖脈波から得られる最大リアプノフ指数から考察すると、その原因の一端が明らかにできる可能性が示唆された。

次に、上述の被験者の中から、うつ病患者 23 名、健常者 20 名をランダム抽出し、脈波を一回微分、さらに二回微分して、速度および加速度のデータを算出した。

これら速度および加速度のデータからアトラクターを描き出すと、脈波のアトラクターの比較よりも速度のアトラクターの方が、健常者と精神疾患患者の形状の違いとしても現れる (図 10)。

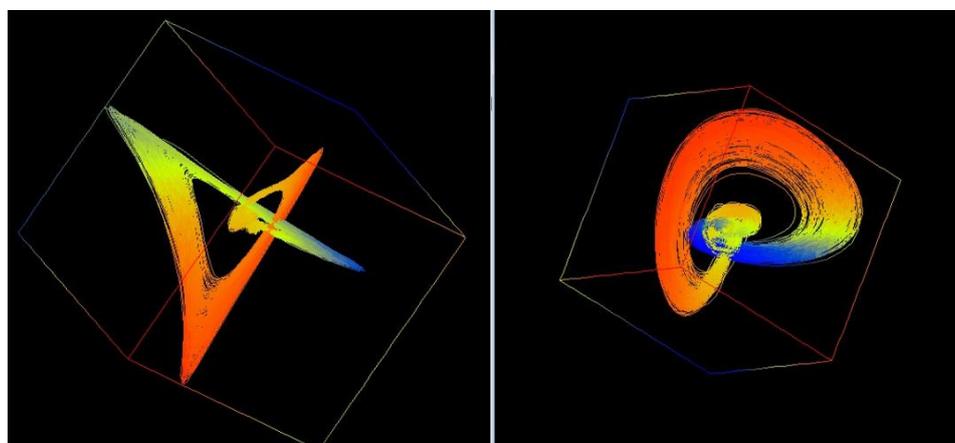


健常者のアトラクター

精神疾患患者のアトラクター

図 10. 精神疾患患者と健常者の速度の波のアトラクターの比較

さらに加速度のアトラクターの場合は、形状の差異がかなり明確に示された (図 11)。



健常者のアトラクター

精神疾患患者のアトラクター

図 11. 精神疾患者と健常者の加速度の波のアトラクターの比較

すなわち、脈波のアトラクターの場合（図 5）、健常者のアトラクターの変動の幅の方が広いものの、両者を同時に比較しなければ、その差が明確にならないが、特に加速度のアトラクターの場合は（図 11）、形状が全く異なっており、健常者の方は、三角形のような形になり、精神疾患患者の方は、丸みを帯びた形を示していた。したがって、加速度のアトラクターを描き出すだけで、精神疾患を患っているか否かを判別できる可能性が示唆された。

最後に、以下の方法により極値数を計算する。

計算過程とは、

1. 加速度波の幅の最大値を計算し、 $\max$  と設定
2.  $\max/2n$  の幅の値によって、加速度波のデータを濾過する（ $\max/2n$  より小さい値を 0 にする）
3. 0 ではないデータに対して、極値数を統計する
4.  $\max/2n$  の  $n$  が違う時( $n=1,2,3,4\dots10$ )、極値数の統計結果の図を描く（図 12 と図 13）

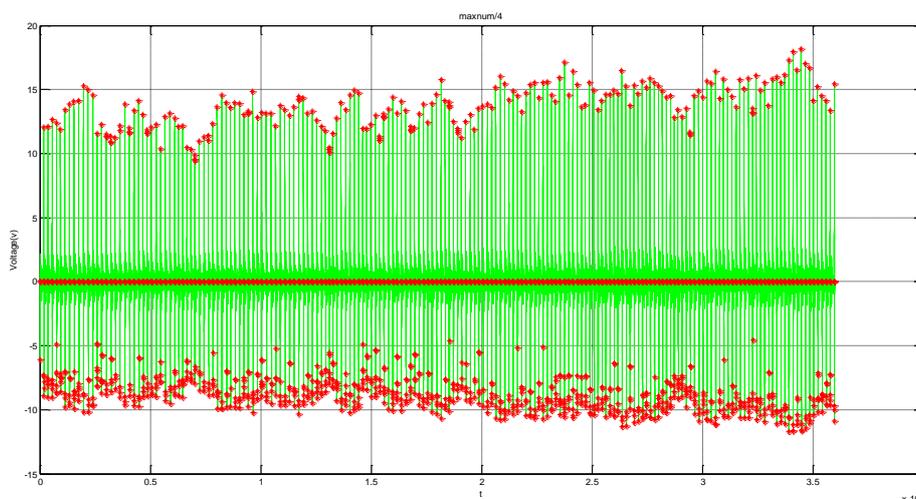


図 12. 最大値の 1/2 の時の極値数

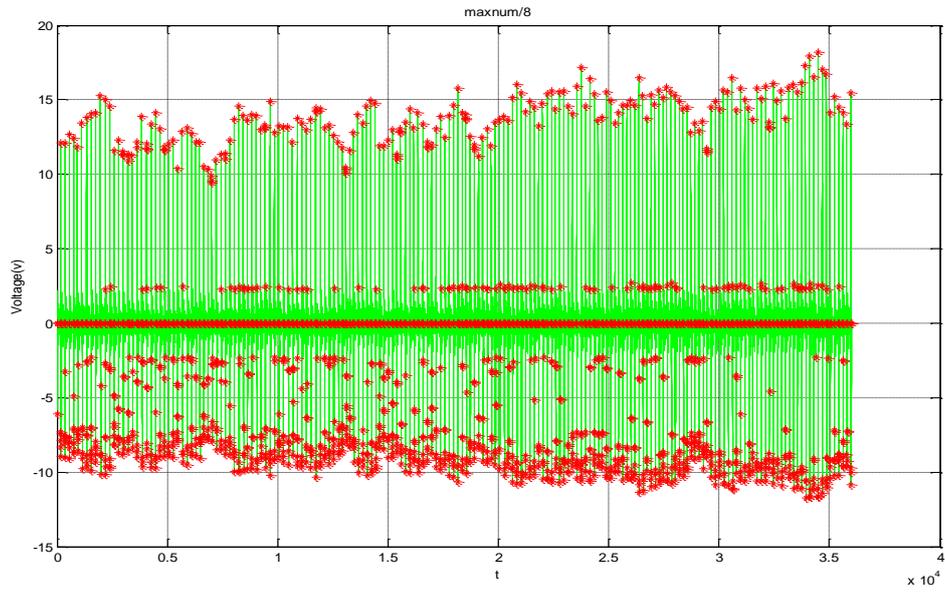


図 13. 最大値の 1/4 の時の極値数

5. max/20 の極値数の図により判断する (図 14)

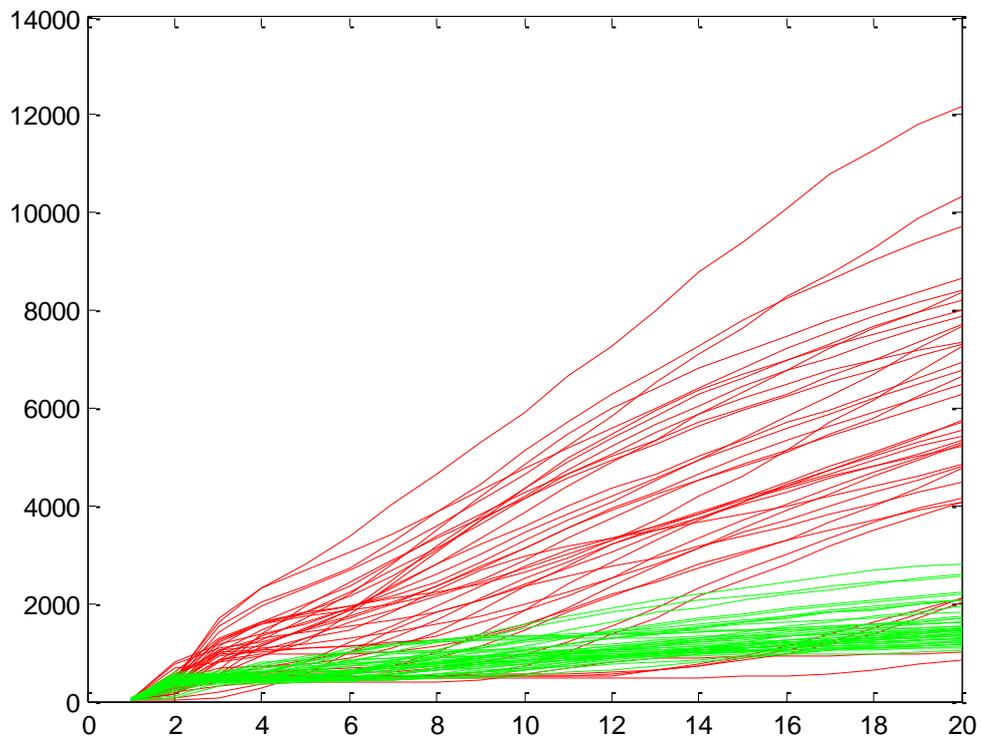


図 14. 最大値の 1, 1/2, ..., 1/20 の時、患者 (緑) と学生 (赤) の極値数の統計結果

両者の加速度のデータを比較すると、波の極値数が異なっている。赤は学生群（49人）であり、緑の患者群（39人）よりかなり多いことが判明された。特に max/20 の時、極値数を 4000 と比較し、4000 より多いは正常者、4000 以下は患者と判断できる。その正確率は  $1-5/(49+39)=0.9432=94.32\%$  である。

【本研究に関連する筆者の業績】

- 1) ※Yuyu Hu, Wenbiao Wang, Takashi Suzuki and Mayumi Oyama-Higa (2011), Characteristic Extraction of Mental Disease Patients by Nonlinear Analysis of Plethysmograms, Computational Models for Life Sciences(CMLS), Vol.11, pp.92-101.
- 2) ※Wenbiao Wang, Yuyu Hu, Takashi Suzuki and Mayumi Oyama-Higa (2012), Analysis of Electroencephalogram and Pulse Waves during Music Listening, e-Health Services and Technologies (EHST 2012), pp.31-35.
- 3) ※Yuyu Hu, Wenbiao Wang, Takashi Suzuki and Mayumi Oyama-Higa (2012), Identifying Characteristic Physiological Patterns of Mentally Ill Patients using Nonlinear Analysis of Plethysmograms, , e-Health Services and Technologies (EHST 2012), pp.69-73.
- 4) ※胡毓瑜 (2013), 波動的心理学—脈波測定技術以及該技術在中國實踐與應用的展望, 第七回「現代中國と東アジアの新環境：発展・共識・危機」国際学術シンポジウム」論文集（大阪大学中国文化フォーラム編） pp.249-270.
- 5) 胡毓瑜 (2013) ・三好恵真子, 脈波におけるカオス解析の技術開発と展望—中国における心理問題への対処法としての応用開発の可能性, 大阪大学人間科学紀要, 第 40 号, pp.27-45.
- 6) 胡毓瑜 (2014) ・三好恵真子, 脈波と脳波の非線形解析及び音楽刺激により両者の挙動, 大阪大学人間科学紀要, 第 41 号, pp.61-77.
- 7) ※三好恵真子・胡毓瑜 (2014), 脈波におけるカオス解析から判別する鬱病患者の特徴と実践への展望—中国における心理問題への応用展開の可能性—, 第八回国際セミナー「現代中国と東アジアの新環境」 pp.905-917.
- 8) 胡毓瑜 (2014), 波動的心理学—脈波測定技術以及該技術在中國實踐與應用的展望, 大阪大学中国文化フォーラム編『21 世紀の日中関係—青年研究者の思索と対話（日中台共同研究「現代中国と東アジアの新環境」②）』, OUFU ブックレット Vol.3, pp. 247-268.
- 9) ※三好恵真子, 胡毓瑜, 林娟, 雄山真弓 (2015), 人の心理状態を可視化する試み—脈波におけるカオス解析から判別する精神疾患患者の特徴と実践における新たな展望—, New Food Industry, Vol.57, No.3, pp.43-52.
- 10) ※胡毓瑜 (2015), 雄山真弓, 三好恵真子, 针对脉搏波诊断精神病患者心理特征的技术可靠性的分析以及向中国大力推介的可行性的展望, 大阪大学中国文化フォーラム・ディスカッションペーパー, No.2015-2, pp.1-14.

- 11) 三好恵真子・胡毓瑜 (2015), 脈波におけるカオス解析から判別する精神疾患患者の特徴及び中国における心理問題への応用展開の可能性, 思沁夫・田中仁編『東アジア“生命健康圏”構築に向けて—大気汚染と健康問題を考える日中国際会議の記録—』OUFCブックレット Vol.6, pp.101-114.
- 12) ※林娟・胡毓瑜・雄山真弓・三好恵真子, 通过脉波来解析精神病患者的心理特征, 应用心理学(*Chinese Journal of Applied Psychology*), 印刷中.
- 13) ※胡毓瑜・林娟・雄山真弓・三好恵真子, 脉波脑波的非线性分析以及音乐刺激下脉波与脑波的变化, 应用心理学(*Chinese Journal of Applied Psychology*), 印刷中

## 关于渔业资源与海洋生态环境的问卷调查 (修改稿)

声明: 本问卷以无记名形式对渔业资源与生态环境相关的政策制度和实际状况提问, 希望大家能积极配合, 真实回答。获得的信息将用于学术研究, 绝不用于商业或其他用途。

1. 您的出生年月

( ) 年 ( ) 月

2. 您的文化程度

A 大专、大学或以上 B 高中或职业高中 C 初中 D 小学 E 未接受文化教育

3. 您从事的专业工作【可多选】

A 海洋捕捞 B 海水养殖 C 水产加工 D 水产运输与销售  
E 与渔业相关的其他工作 F 与渔业无关

4. 您的职业

A 水产企业普通员工 B 水产企业管理人员 C 水产企业老板 D 渔船老大  
E 渔船伙计 F 个体渔民 G 个体经营户 H 个体养殖户 I 乡镇村干部 J 其他

### 政策法规相关问题

5. 您是否了解法律、政策、规定、制度的区别

A 非常清楚 B 大致了解 C 不太了解 D 完全不知道

6. 关于《中华人民共和国渔业法》

A 我很了解其中内容 B 我知道大致内容 C 我知道有这么个法律 D 没听说过

7. 关于《中华人民共和国渔业法》的内容【可多选】

A 我觉得非常全面 B 我觉得通俗易懂 C 我觉得部分内容已经过时  
D 对我而言比较难懂 E 我觉得部分内容不够详细, 不具备操作性  
F 我觉得有必要增加一些新的规定 G 了解不多, 不想对此发表意见

8. 对于《中华人民共和国渔业法》的态度【可多选】

A 我觉得有必要深入了解 B 我觉得多少应该知道一些  
C 有机会的话我还是想了解一下 D 比起法律来我更关心更具体的制度  
E 我对此没有兴趣

9. 关于其他相关法律, 例如《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国海岛保护法》、《中华人民共和国海域使用管理法》等

A 我很了解其中内容 B 我知道大致内容 C 我听说过这些法律 D 没听说过

10. 关于其他相关法律的内容【可多选】

A 我觉得非常全面 B 我觉得通俗易懂 C 我觉得部分内容已经过时  
D 对我而言比较难懂 E 我觉得部分内容不够详细, 不具备操作性  
F 我觉得有必要增加一些新的规定 G 了解不多, 不想对此发表意见

11. 关于其他相关法律的态度【可多选】  
 A 我觉得有必要深入了解 B 我觉得多少应该知道一些  
 C 有机会的话我还是想了解一下 D 比起法律来我更关心更具体的制度  
 E 我对此没有兴趣
12. 关于《联合国海洋法公约》  
 A 我很了解其中内容 B 我知道大致内容 C 我知道有这么个法律 D 没听说过
13. 关于《联合国海洋法公约》的内容【可多选】  
 A 我觉得非常全面 B 我觉得通俗易懂 C 我觉得部分内容已经过时  
 D 对我而言比较难懂 E 我觉得部分内容不够详细，不具备操作性  
 F 我觉得一些条款对发展中国家而言并不公平 G 了解不多，不想对此发表意见
14. 对于《联合国海洋法公约》的态度【可多选】  
 A 我觉得有必要深入了解 B 我觉得多少应该知道一些  
 C 有机会的话我还是想了解一下 D 我觉得本国的法律、制度更重要  
 E 我对此没有兴趣
15. 关于其他相关国际法，如《生物多样性公约》《联合国大会对海洋法关于养护和管理跨界鱼类种类和高度洄游鱼类种群规定的实施协定》等  
 A 我很了解其中内容 B 我知道大致内容 C 我听说过这些法律 D 没听说过
16. 关于其他相关国际法的内容【可多选】  
 A 我觉得非常全面 B 我觉得通俗易懂 C 我觉得部分内容已经过时  
 D 对我而言比较难懂 E 我觉得部分内容不够详细，不具备操作性  
 F 我觉得一些条款对发展中国家而言并不公平 G 了解不多，不想对此发表意见
17. 对于其他相关国际法的态度【可多选】  
 A 我觉得有必要深入了解 B 我觉得多少应该知道一些  
 C 有机会的话我还是想了解一下 D 我觉得本国的法律、制度更重要  
 E 我对此没有兴趣
18. 关于我国针对渔业资源的“以养为主”政策  
 A 我能深刻理解 B 我有大致了解 C 我知道这么一回事 D 没听说过
19. 关于其他相关政策，如“资源养护”政策、“渔业安全”政策等  
 A 我能深刻理解 B 我有大致了解 C 我知道这么一回事 D 没听说过
20. 渔业资源或海洋生态相关的各项具体规定等  
 A 各规定我都会注意 B 和我有关的规定我会注意 C 与我无关
21. 对于渔业资源或海洋生态相关的各项具体规定的内容  
 A 我觉得非常全面 B 我觉得通俗易懂 C 我觉得部分内容已经过时  
 D 对我而言比较难懂 E 我觉得部分内容不够详细，不具备操作性  
 F 了解不多，不想对此发表意见
22. 关于“休渔制度”

A 我很了解其中内容 B 我知道大致内容 C 我知道有这么回事 D 没听说过

23. 对于休渔制度的内容【可多选】

A 我觉得的非常合理 B 我觉得休渔期间应该延长 C 我觉得休渔期间应该缩短

D 我认为应该因地制宜，对鱼种、水域、时间做更具体的区别

E 不了解不想发表意见

24. 关于渔业资源增殖制度

A 我很了解其中内容 B 我知道大致内容 C 我知道有这么回事 D 没听说过

25. 对于渔业资源增殖制度的内容【可多选】

A 我觉得非常合理 B 我赞同这个制度，但投放的鱼苗数量或种类不足

C 我赞同这个制度，但投放的地点不正确或不足 D 我觉得该制度没什么意义

E 不了解不想发表意见

26. 对于其他相关制度，比如“捕捞限额制度”

A 我很了解其中内容 B 我知道大致内容 C 我知道有这么回事 D 没听说过

27. 对于其他相关制度的内容

A 都非常的合理 B 部分应当改进 C 大部分需要改进或针对实际情况进行改进

D 不了解不想发表意见

28. 关于制度与规定的遵守情况【可多选】

A 未曾违反过 B 偶尔违反 C 经常违反，但那是迫于生计

D 经常违反，但主要是因为制度不合理 E 其实有没有违反我自己也不清楚

F 与我无关，谈不上违反不违反

### 渔业与生态现状相关问题

29. 对于海洋鱼类资源的数量变化

A 感觉没变化 B 感觉有增加 C 感觉略有减少 D 感觉大大减少 E 没感觉

30. 对于海洋鱼类资源的种类变化

A 感觉没变化 B 感觉有增加 C 感觉略有减少 D 感觉大大减少 E 没感觉

31. 对于海洋鱼类资源的质量（指大小）变化

A 质量有上升 B 质量没怎么变 C 质量下降了 D 没感觉

32. 对于非鱼类的其他海洋资源，如虾蟹贝类乌贼等的数量变化

A 感觉没变化 B 感觉有增加 C 感觉略有减少 D 感觉大大减少 E 没感觉

33. 对于非鱼类的其他海洋资源的种类变化

A 感觉没变化 B 感觉有增加 C 感觉略有减少 D 感觉大大减少 E 没感觉

34. 对于非鱼类的其他海洋资源的质量（指大小）变化

A 质量有上升 B 质量没怎么变 C 质量下降了 D 没感觉

35. 对于海洋资源的产量

A 我觉得产量没有变化 B 我觉得产量在增加 C 我觉得产量在减少

36. 关于海洋资源过渡捕捞

A 一直很严重 B 曾经很严重, 现在已好转 C 这个问题有, 但不大  
D 向来没有这个问题

37. 关于海洋资源过渡捕捞的看法【可多选】

A 我们应该重视且解决它 B 无能为力, 因为鱼不会在海里等你  
C 重视反而会吃亏, 因为有部分人无视这个问题 D 不重要, 毕竟大海是共同的  
E 没关系, 没鱼了可以转行干别的 F 不想发表意见

38. 关于海洋污染

A 确实很严重, 深有体会 B 有些时候能感觉到 C 有些地方能感觉到  
D 我认为确实存在, 但没感受到过 E 我不认为有海洋污染  
F 不清楚什么是海洋污染

39. 关于海洋污染的看法

A 这是非常严重的问题, 必须要解决 B 这是重要的问题, 要用心对待  
C 这是重要的问题, 但我无能为力, 这是国家的事  
D 这不算什么, 流入大海就没什么问题 E 这不关我的事

**信息获得的相关问题**

40. 您以何种渠道获取信息【可多选】

A 网络 B 电视 C 报纸 D 公告栏 E 亲戚或朋友的交流 F 亲自确认

41. 您信任谁发布的信息【可多选】

A 政府 B 专家学者 C 只要是媒体正式发布的 D 自己信任的人 E 小道消息  
F 包括网络在内的任何人 G 我不介意是谁发布的, 只要自己判断为合理的  
H 我不介意是谁发布的, 只要是我期待的 H 自己亲眼所见所闻

42. 您对何种信息有兴趣【可多选】

A 海洋生态状况 B 海洋资源变化情况 C 最新政策 D 新出台的规定  
E 水产品销售行情

43. 您主动获取信息的次数

A 每天都关注 B 一周几次 C 一月几次 D 一年几次 E 从不主动关注

44. 您是否愿意提供您所知道的信息

A 我愿意 B 有人问的话我还是会回答 C 其实我不是很愿意 D 我非常不愿意

45. 您是否接受过类似的关于渔业资源与海洋生态环境的调查并提供相关信息

A 经常提供 B 偶尔提供 C 未曾提供过

**感谢您的配合!**

学術論文リスト

- 1) ※Yuyu Hu, Wenbiao Wang, Takashi Suzuki and Mayumi Oyama-Higa (2011), Characteristic Extraction of Mental Disease Patients by Nonlinear Analysis of Plethysmograms, Computational Models for Life Sciences(CMLS), Vol.11, pp.92-101.
- 2) ※Wenbiao Wang, Yuyu Hu, Takashi Suzuki and Mayumi Oyama-Higa (2012), Analysis of Electroencephalogram and Pulse Waves during Music Listening, e-Health Services and Technologies (EHST 2012), pp.31-35.
- 3) ※Yuyu Hu, Wenbiao Wang, Takashi Suzuki and Mayumi Oyama-Higa (2012), Identifying Characteristic Physiological Patterns of Mentally Ill Patients using Nonlinear Analysis of Plethysmograms, , e-Health Services and Technologies (EHST 2012), pp.69-73.
- 4) ※胡毓瑜 (2013), 波动的心理学—脈波測定技術以及該技術在中國實踐與應用的展望, 第七回「現代中國と東アジアの新環境: 発展・共識・危機」国際学術シンポジウム」論文集 (大阪大学中国文化フォーラム編) pp.249-270.
- 5) 胡毓瑜 (2013) ・三好恵眞子, 脈波におけるカオス解析の技術開発と展望—中国における心理問題への対処法としての応用開発の可能性, 大阪大学人間科学紀要, 第 40 号, pp.27-45.
- 6) 胡毓瑜 (2014) ・三好恵眞子, 脈波と脳波の非線形解析及び音楽刺激により両者の挙動, 大阪大学人間科学紀要, 第 41 号, pp.61-77.
- 7) ※胡毓瑜 (2014), 浙江舟山群岛新区渔业资源管理制度的整理和讨论以及对渔业资源修复的思考-通过调查了解渔民的认识和相关意见, 从渔民的立场上对如何实行制度展开讨论与展望-, 第八回国際セミナー「現代中國と東アジアの新環境」P801-820.
- 8) ※三好恵眞子・胡毓瑜 (2014), 脈波におけるカオス解析から判別する鬱病患者の特徴と実践への展望—中国における心理問題への応用展開の可能性—, 第八回国際セミナー「現代中國と東アジアの新環境」pp.905-917.
- 9) 胡毓瑜 (2014), 波动的心理学—脈波測定技術以及該技術在中國實踐與應用的展望, 大阪大学中国文化フォーラム編『21 世紀の日中関係—青年研究者の思索と対話 (日中台共同研究「現代中國と東アジアの新環境」②)』, OUFU ブックレット Vol.3, pp. 247-268.
- 10) ※三好恵眞子, 胡毓瑜, 林娟, 雄山真弓 (2015), 人の心理状態を可視化する試み—脈波におけるカオス解析から判別する精神疾患患者の特徴と実践における新たな展望—, New Food Industry, Vol.57, No.3, pp.43-52.
- 11) ※胡毓瑜 (2015), 雄山真弓, 三好恵眞子, 针对脉搏波诊断精神病患者心理特征的技术可靠性的分析以及向中国大力推介的可行性的展望, 大阪大学中国文化フォーラム・ディスカッションペーパー, No.2015-2, pp.1-14.
- 12) 三好恵眞子・胡毓瑜 (2015), 脈波におけるカオス解析から判別する精神疾患患者の特

徴及び中国における心理問題への応用展開の可能性, 思沁夫・田中仁編『東アジア“生命健康圏”構築に向けて—大気汚染と健康問題を考える日中国際会議の記録—』OUFCブックレット Vol.6, pp.101-114.

- 13) ※胡毓瑜 (2015) ・三好恵眞子, 关于渔业资源管理模式的讨论—以舟山市为例, 大阪大学中国文化フォーラム・ディスカッションペーパー, No.2015-11, pp.1-11.
- 14) ※林娟・胡毓瑜・雄山真弓・三好恵眞子, 通过脉波来解析精神病患者的心理特征, 应用心理学(*Chinese Journal of Applied Psychology*), 印刷中.
- 15) ※胡毓瑜・林娟・雄山真弓・三好恵眞子, 脉波脑波的非线性分析以及音乐刺激下脉波与脑波的变化, 应用心理学(*Chinese Journal of Applied Psychology*), 印刷中
- 16) ※胡毓瑜・三好恵眞子, 中国における漁業管理制度の限界並びに実行方式に関する再考—浙江省舟山新区海域を事例として—, 生活学論叢, 投稿中
- 17) 舟山渔业资源管理制度的局限性以及对渔业资源管理模式的再讨论, 第九回国際セミナー「現代中国と東アジアの新環境」, 印刷中