

沖縄島周辺海域におけるタコ類の漁獲状況及び資源管理策

太田 格*, 上原匡人

Preliminary fisheries research of octopus around the Okinawa Islands: Implication for fisheries management.

Itaru OHTA*, Masato UEHARA

沖縄島周辺のタコ類の漁獲実態を把握するために、漁獲統計情報の解析と市場における漁獲物調査を実施した。漁獲物調査の結果、沖縄島周辺海域では主に3種：ワモンダコ、シマダコ、サメハダテナガダコが漁獲されており、重量比では約98%がワモンダコであった。また、ワモンダコの漁獲体重組成と既往の成長・寿命・成熟等の生物特性を基に、資源管理策を検討した結果、現在の漁獲は、成長乱獲及び加入乱獲の兆候があり、漁獲圧を現状維持する場合、体重2kg未満の個体の漁獲禁止により、漁獲量を1.3倍、親魚量をより適切な水準に増加できることが示唆された。

タコ類（軟体動物門頭足綱八腕目）は沖縄沿岸海域の重要な水産資源であり、主な漁獲対象はワモンダコ *Octopus cyanea*（沖縄名：しまだこ）、シマダコ *O. ornatus*（沖縄名：しがやー）、サメハダテナガダコ *O. luteus* の3種といわれている。しかし、その生態及び漁獲の状況については十分な調査がなされていなかった。

ワモンダコについてはいくつかの漁業生物学的な知見が海外より報告されている。ハワイでの研究では、寿命は着底後月齢12ヶ月～15ヶ月、平均最大体重は、約10ヶ月で3.6kg、しかし、成長の個体差が大きく、最大体重は0.7kg～6.5kgの範囲でばらつきがあり、成熟すると成長が停滞し、産卵後死亡する（Heukelem, 1973 ; 1976）。また、マダガスカルでは、雌の成熟体重は約2.3kgと推定されている（Raberinary and Benbow, 2012）。一方、オーストラリア西岸での研究では、成長、成熟、寿命について報告されているが、前述の2海域とは成長速度や成熟サイズに関して大きな違いがあり、海域によっても生物特性がかなり異なることが示唆されている（Herwig et al., 2012）。

平成25年度の共同漁業権の更新において、多くの地域で、それまでの第一種共同漁業権の管理対象となっていなかった3種のタコ類（ワモンダコ、シマダコ、サメハダテナガダコ）を管理対象とすることが定められ、合わせて漁獲体重制限等の資源管理措置が設定されることになった。しかし、この資源管理措置は経験的な情報に基づいたものであり、科学的な情報に基づく適切な管理策を導入することが、資源の有効かつ持続的利用には重要である。本稿では、沖縄島内漁協市場での漁獲物調査と漁獲統計データの解析により明らか

となった、沖縄島周辺海域でのタコ類の漁獲状況とともに、既往の生物特性を用いたワモンダコの資源管理策について検討した結果を報告する。

材料及び方法

1) 漁獲統計

沖縄県水産海洋技術センターの漁獲統計データベースから、1989年～2013年の沖縄島周辺各海域のタコ類の漁獲量、生産額、延べ水揚げ日数を抽出し、それらの年計から、単位努力量あたりの漁獲量（CPUE1）、平均単価を計算した（詳細は太田ら、2015 参照）。また、タコ類の主な水揚げ市場である勝連及び与那城漁協については、平成25年度（2013年度：2013年4月～2014年3月）の月別漁獲量を集計した。

2) 漁獲物調査及び漁獲体重組成の推定

2013年5月から2014年5月に、沖縄島周辺の8漁協市場（知念、中城、沖縄市、勝連、与那城、石川、金武、名護）において、延べ190回のタコ類の漁獲物調査を実施した。各市場では、タコ類は、1尾から複数尾をまとめて、競りの単位として販売されており、本調査では、競り山の重量（市場での計量値）とそこに含まれる個体数を記録した（1尾～7尾）。漁獲体重組成は、記録した競り山の重量を個体数で除すことで、1個体あたりの平均重量を求め、0.5kg単位の体重階級に分け、月別に作成した。また、ワモンダコについては、体重組成データの70%（個体数1,276尾）を得た勝連及び与那城漁協市場の各月の漁獲量で引き伸ばし、各月の漁獲尾数、漁獲体重組成を推定した。

*Email: ootaitar@pref.okinawa.lg.jp

3) 月齢別漁獲尾数, 死亡係数の推定

ワモンダコの資源管理策について, 既知の生態情報と本研究の漁獲体重組成を基に検討した. 成長式は, ハワイでの飼育条件下で推定された下記の指数関数を用いた (Heukelem, 1976).

$$\text{体重 (kg)} = \{ (1.25 \text{Age} \times 10^6)^{3.92} \} / 1000$$

このとき, Age は着底後日齢である. ただし, ハワイでの報告 (Heukelem, 1976) では, 着底後月齢 (日齢/30=月齢: 以後月齢とする) の7ヶ月から9ヶ月で最大体重に達し, その後成長が止まることから, 本稿では月齢10ヶ月以降成長が停滞することを仮定した (表1). この成長式を基に, 漁獲体重組成から, 月齢ごとの混合比を推定し, 月齢別漁獲尾数を推定した. この混合比は, 混合正規分布を仮定し, MS-Excel のアドインである Solver を用いて, 最小二乗法により推定した (五利恵, 2002). このとき, 成長式の標準偏差を 0.25 とし, 体重組成のモードと成長式から, 月齢7ヶ月が最大となるような Solver の条件を設定した. ハワイでの報告及び本研究の漁獲体重組成の推移から, ワモンダコの寿命を13ヶ月とし, 田中・田内の方法 ($M=2.5/\text{寿命}$) により, 自然死亡係数 M を推定した. また, 月齢別漁獲尾数から, catch curve 法 (Beverton and Holt, 1957) により, 全減少係数 Z を推定した. 現在の漁獲死亡係数 F は, $F=Z-M$ で求めた.

4) 漁業の現状評価及び資源管理策の検討

得られた生物情報を用いて, 加入量あたりの漁獲量 (YPR) 及び加入量あたりの親魚量 (SPR) の解析を行った (桜本, 1998). 月齢別の成熟率は, 雌の最小成熟体重約 2.3kg (Raberinary and Benbow, 2012) を考慮して, 月齢8ヶ月 (推定体重 2.7kg) 以降を1とし, 月齢7ヶ月 (1.6 kg) を 0.5 とした. また, 現状の月齢別の漁獲選別率は, 推定月齢別漁獲尾数を基に, 漁業への完全加入月齢7ヶ月以降を1とし, それ以前の漁獲開始月齢5ヶ月までを1以下として適宜設定した (表1). 漁獲開始月齢を0~12ヶ月 (1ヶ月間隔), F を0~1 (0.05 間隔) で変化させた時の YPR 及び SPR を計算した. %SPR は, 漁獲なし ($F=0$) のときの SPR に対する, 各条件での SPR の百分率として算出した. また, 30%SPR を保守的な管理基準として (松宮, 1996), 現状評価及び管理策の検討を行った.

結果

1) 漁獲の動向

過去25年間 (1989年~2013年) の沖縄島周辺のタコ類の年間漁獲量はおよそ62トンから110トンの間であり (平均±SD: 77.9 ± 10.9 トン), 緩やかな減少傾向があるが, 10トン~20トン規模の年変動が認められた. CPUE については, 漁獲量の変動に伴う変動が認められたが, 全体としては横ばいであり, 近年比較的高い水準にあった (図1). 生産額は, 漁獲量の変動に伴いおよそ6,400万円から1億円で変動したが, 漁獲量の変動に伴い100円~200円以上の単価の変

表1. ワモンダコの生物特性及び資源評価の前提条件

漁獲開始月齢: 5ヶ月, 自然死亡係数 $M=0.192$ (ただし月齢12~13ヶ月では $M=2$ とする), 現状の漁獲死亡係数 $F_{\text{current}}=0.504$. 生残率は月齢4か月の個体数 $N=1$ とし, 漁獲がない場合 ($F=0$).

月齢	体重	成熟率	自然死亡係数	漁獲選別率	漁獲係数	全減少係数	生残率
age	BW (kg)	% mature	M	sl	$F \times sl$	$Z=M+F \times sl$	$s=N \times \exp^{-M}$
3	0.057	0	0.192	0	0	0.192	
4	0.177	0	0.192	0	0	0.192	1.000
5	0.424	0	0.192	0.5	0.252	0.444	0.825
6	0.866	0	0.192	0.75	0.378	0.570	0.681
7	1.585	0.5	0.192	1	0.504	0.696	0.562
8	2.675	1	0.192	1	0.504	0.696	0.464
9	4.245	1	0.192	1	0.504	0.696	0.383
10	4.245	1	0.192	1	0.504	0.696	0.316
11	4.245	1	0.192	1	0.504	0.696	0.261
12	4.245	1	2	1	0.504	2.504	0.035
13	4.245	1	2	1	0.504	2.504	0.005

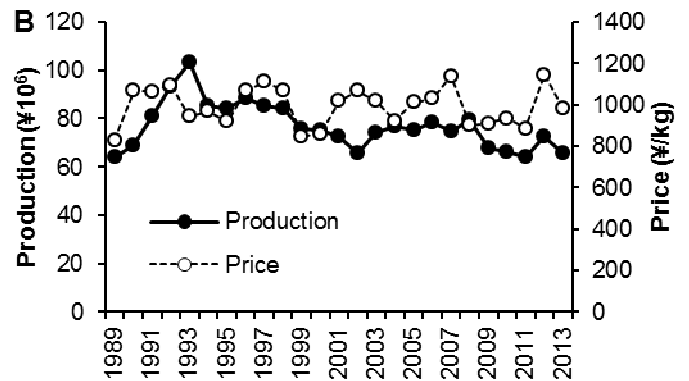
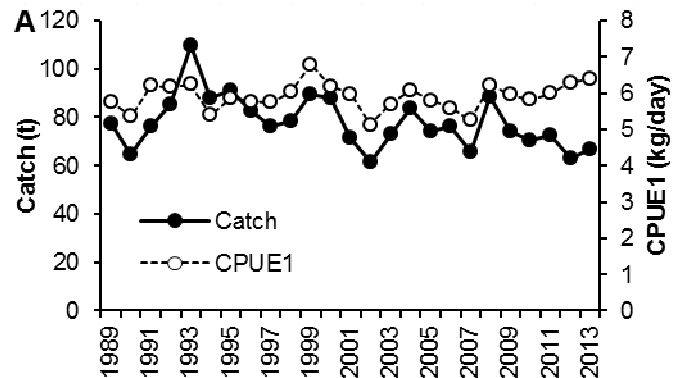


図1. 沖縄島周辺海域のタコ類の過去25年間の漁獲動向

A: 漁獲量 (Catch) 及び単位努力量あたりの漁獲量 (CPUE1: 一人一日あたり漁獲量)。

B: 生産額 (Production 百万円) 及び平均単価 (Price: 1kg 当たりの競り価格)

動があるため, 全体の変動は比較的小さかった (図1).

2) 種組成

漁獲物調査によって, 合計1,911尾のタコ類を調査した. 個体数の組成では, ワモンダコ1,837尾 (96.1%), シマダコ52尾 (2.7%), サメハダテナガダコ22尾 (1.2%) であった. 重量の組成では, それぞれ3,656kg (98.5%), 44kg (1.2%), 13kg (0.2%) となり, 漁獲物の約99%がワモンダコであった. また, タコ類の漁獲重量の漁法別割合は, 潜水漁97.7%, 刺網2.3%, 定置網0.4%であった.

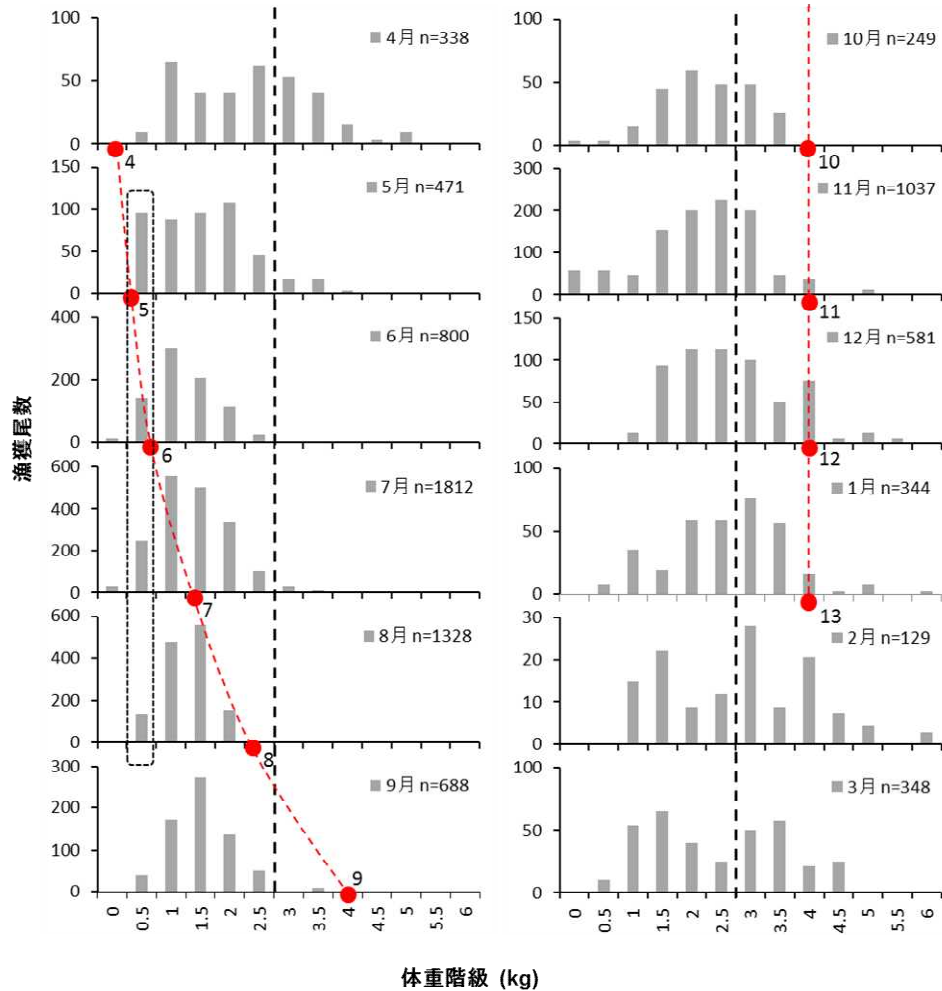


図2. ワモンダコの月別漁獲体重組成と推定漁獲尾数 (2013年度: 与那城+勝連漁協)
点曲線及びプロットはおよその成長の推移と月齢

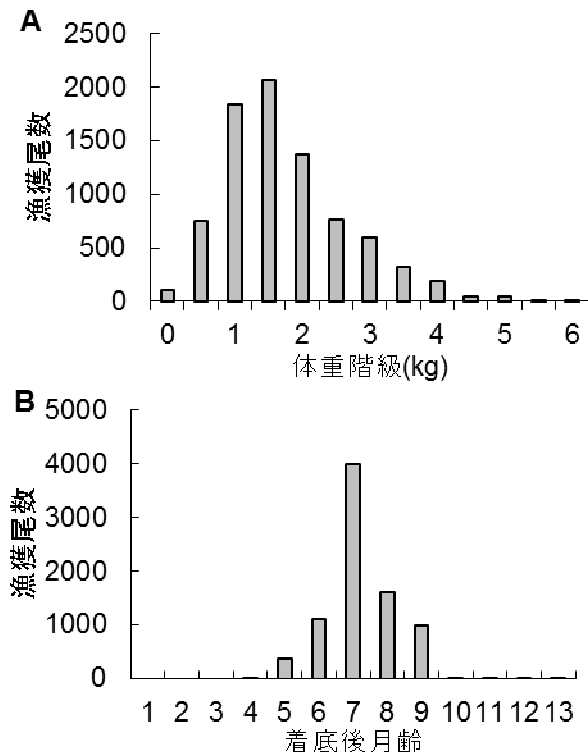


図3. ワモンダコの漁獲体重組成 (A) と推定月齢別漁獲尾数 (B)

3) 漁獲体重組成の推定, 成長, 加入

勝連及び与那城漁協市場に水揚げされたワモンダコについて, 各月の漁獲尾数, 漁獲体重組成を推定した (図2). 2漁協の2013年度のワモンダコの漁獲量は16.2トンであり, 漁獲尾数は8,130尾と推定された. 漁獲された各個体の体重範囲は0.2kg~6.1kgで, 個体数の59%が体重2kg未満であった. また, 0.5kg~1kg未満の階級 (以下, 0.5kg階級) を新規加入の指標とすると, 新規加入はほぼ周年にわたり認められるが, 5月から8月で頻度が特に高かった. 一方, 体重3kg階級以上の大型個体は, 5月から9月までの間, ほとんど漁獲されなかった. 想定した成長式 (表1) では, 新規加入 (0.5kg階級) は月齢約5ヶ月となるので, 加入盛期の終盤である8月に加入した個体は, 月齢13ヶ月となる4月には4kg以上に成長し, その後死亡することとなる. これは, 5月以降に大型個体がほとんど漁獲されないことに一致し, 寿命13ヶ月の想定は妥当だと考えられた.

4) 月齢組成への変換及び全減少係数の推定

勝連及び与那城海域のワモンダコの漁獲体重組成から, 各月齢群の混合比を求め, 月齢別漁獲尾数を推定した (図3). 漁獲対象となるのは月齢5ヶ月頃からで, 主に月齢6ヶ月~

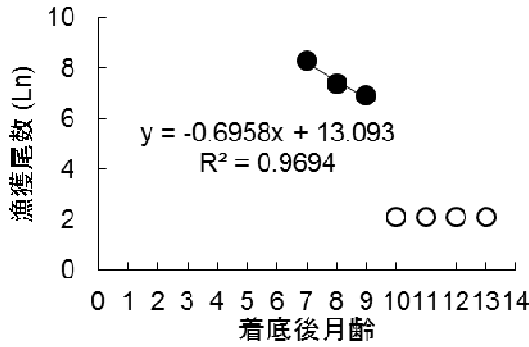


図4. Catch curve 法による全減少係数Zの推定

漁業完全加入後(月齢7歳~9歳)の月齢別漁獲尾数(自然対数)に回帰直線を当てはめ、その傾きをZとする。

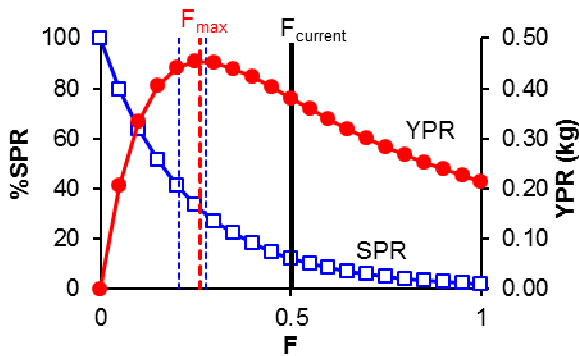


図5. 漁獲死亡係数Fと%SPR及びYPRの関係

漁獲開始月齢5か月の場合。現状の漁獲死亡係数: $F_{current}$ (太実垂線), YPRを最大化する $F: F_{max}$ (太点垂線), $F_{30\%SPR} \sim F_{40\%SPR}$ 範囲 (細点垂線)

9ヶ月の個体を漁獲していた。漁業への完全加入は月齢7ヶ月以降であり, catch curve 法により, 月齢7ヶ月から9ヶ月までのデータを用いると, 全減少係数Zは 0.696 mo^{-1} と推定された(図4)。また, 寿命13ヶ月 (1.083 歳)を仮定すると, 自然死亡係数 $M=2.308 \text{ yr}^{-1}$ ($M=0.192 \text{ mo}^{-1}$) と推定された。また, 漁獲死亡係数 $F=Z \cdot M$ により, $F=0.504 \text{ mo}^{-1}$ と推定された(表1)。

5) 加入あたりの漁獲量及び親魚量

表1のような生物特性及び前提条件に基づき, YPR及び%SPRを求めた(図5)。現状のF($F_{current}=0.504 \text{ mo}^{-1}$)では, %SPR=12,つまり, 漁獲なしの親魚量(%SPR=100)の12%まで親魚量を減少させることを示し, 加入乱獲の目安である $F_{30\%SPR} \sim F_{40\%SPR}$ よりも, 約3倍以上小さいことから, 加入乱獲の可能性が示唆された。また, 現状のFは, YPRを最大化するF($F_{max}=0.263$)の約1.9倍であり, 成長乱獲も示唆された。そこで資源管理策を検討するために, Fの調整(現状: $1.0F$, 半減 $0.5F$, 1.5倍: $1.5F$)と漁獲サイズ制限(≡漁獲開始月齢制限。月齢4ヶ月: 現行の漁業—制限なしと等しい, 5ヶ月: 体重0.5kg未満の個体の漁獲禁止, 6ヶ月: 体重1.0kg, 7ヶ月: 体重1.5kg, 8ヶ月: 体重2.5kg)を想定し, YPRと%SPRをシミュレートした(図6)。現状

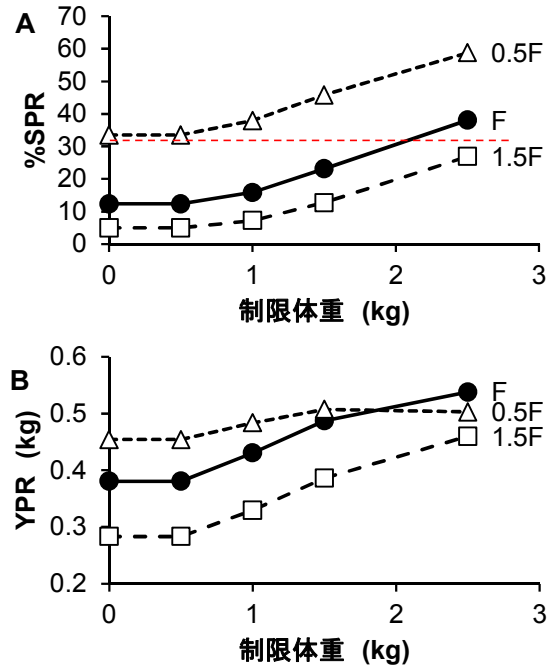


図6. ワモンダコの漁獲体重制限による管理策の効果

漁獲体重制限(規定値未満の漁獲禁止)に応じた%SPR(A)とYPR(B)の変化。%SPR(加入乱獲の指標)は30%以上, YPR(成長乱獲の指標)はより高いことが望ましい。3つのラインはそれぞれ異なる漁獲死亡係数Fを示す(現状 現状の0.5倍、1.5倍)。

の漁獲強度の下では, YPRは制限サイズが大きいくほど大きくなり, 制限サイズ2kg以上で30%SPRを超えた。漁獲強度を半減した場合, YPRは制限サイズが1.5kgの時最大となり, 漁獲サイズ制限なしでも30%SPRを超えた。漁獲強度を1.5倍にした場合, YPRは制限サイズが大きいくほど大きくなるが, 前述の2ケースよりも低くなり, またいずれの制限サイズでも%30SPRを達成できなかった。

考 察

本研究では沖縄島周辺のタコ類の漁獲実態調査の結果と文献の情報を基に, 主要な漁獲対象であるワモンダコの生態について考察する。まず繁殖期については, ハワイでは周年(Heukelem, 1976), オーストラリア西岸(Herwig et al., 2012)では春から夏にかけてとの報告がある。一方, 沖縄での繁殖期については知られていないが, 小型個体の加入盛期は5月から8月で, 比較的短期間であった。ワモンダコは30日間程度の浮遊期を経るとされており(Heukelem, 1976; Herwig et al., 2012), これを考慮して加入盛期から逆算すると, 沖縄島周辺での産卵盛期は12月~3月頃の可能性が考えられた。次に, 成長・寿命については, 月別月齢組成のモードの推移や大型個体の減少時期が, ハワイでの報告を基に想定した成長に概ね一致することから, 本研究での想定はある程度妥当であると考えられた。一方で, 成長については個体差が大きく, また海域による違いが報告されている(Heukelem, 1976; Herwig et al., 2012)。また, 成熟すると成長が停滞することが知られており(Heukelem, 1976),

平衡石 (stylet) を用いた日齢査定に比べて, サイズデータによる月齢の推定は大きな誤差を含む可能性がある (Herwig et al., 2012).

本研究ではワモンダコについて, 漁業の現状と資源管理策を検討した. 過去 25 年間の漁獲量と CPUE をみても, 経年的な減少傾向は認められず, 資源の状態は悪くないと考えられた. 一方で, SPR 及び YPR 解析の結果は, 現状の漁獲圧が成長乱獲と加入乱獲の指標を上回り, 資源の持続的利用のためには, 管理策の導入が必要であることを示している. YPR と %SPR のシミュレーションの結果, 2 kg 未満の漁獲体重制限により, %SPR を 30% 以上に, YPR を現状の 1.3 倍にすることが示された. また, 制限体重については 1kg 以上から効果がみられ, YPR, %SPR とともに現状よりは向上することが分かった. 現在, 沖縄県の各漁協の定める共同漁業権行使規則では, タコ類の管理策は, サイズ制限, 漁法制限, 抱卵タコの採捕禁止などが設けられているが, サイズ制限では多くの場合が 1kg 以下のサイズ制限となっている. 寿命が 1 年あまりのワモンダコ資源においては, 小型個体の保護が合理的な漁獲に繋がることは直感的にも理解しやすいし, 管理策としても導入しやすい. 沖縄島周辺のタコ類については, 年によって, 大きな漁獲量の変動があること, 雌の成熟サイズよりも小さな個体の漁獲物に占める割合が約 60% と高い現状があることから, 積極的な管理策の導入によって, より合理的・安定的な生産を目指すことが重要である.

文 献

- Beverton R. J. H., Holt S. J., 1957: On the dynamics of exploited fish populations. London: Chapman and Hall.
- 五利江重昭, 2002: MS-Excelを用いた混合正規分布のパラメータ推定. 水産増殖, 50: 243-249.
- Herwig J. N., Depczynski M., Roberts J. D., Semmens J. M., Gagliano M., Heyward A. J., 2012: Using age-based life history data to investigate the life cycles and vulnerability of *Octopus cyanea*. PLoS ONE 7 (8): e43679.
- Heukelem W. F. V., 1973: Growth and life-span of *Octopus cyanea* (Mollusca: Cephalopoda). J Zool, 169: 299-315.
- Heukelem W. F. V., 1976: Growth, bioenergetics and life-span of *Octopus cyanea* and *Octopus maya*. A dissertation submitted to the graduate division of the University of Hawaii in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy.
- 松宮義晴, 1996: 水産資源管理概論. 東京: 日本水産資源保護協会
- Raberinary D., Benbow S., 2012: The reproductive cycle of *Octopus cyanea* in southwest Madagascar and implications for fisheries management. Fish. Res., 125, 190-197.
- 桜本和美, 1998: 漁業管理のABC. 東京: 成山堂