

## 論文

### 播磨灘の底層水温と「たこ類」漁獲量の関係

原田和弘\*・反田 實

Relationship between bottom sea water temperature and the catch fluctuation of octopods in Harima-nada, eastern Seto Inland Sea, off Hyogo Prefecture

Kazuhiro HARADA\* and Minoru TANDA

In the present study, the relationship between bottom sea water temperature and the annual catch of octopods (order Octopoda) in Harima-nada, eastern Seto Inland Sea, off Hyogo prefecture was examined. The annual catch of octopods showed a positive correlation with the bottom seawater temperature during the low temperature season in Harima-nada. Especially the annual catch of octopods showed a high correlation with the mean bottom sea water temperature from December to May. These results indicate that the bottom sea water temperature during the low sea water temperature season was one of the factors of catch fluctuation of octopods in Harima-nada.

キーワード：たこ類，水温，漁獲量，播磨灘，漁場環境

播磨灘をはじめとして、瀬戸内海の水産業はノリの色落ちや漁船漁業漁獲量の低迷という、漁業の継続に影響を与えかねない大きな課題に直面している。水産資源ならびに漁獲量の変動は、気候、水質、底質、生息場の消失、餌料条件、被食、および漁獲圧等の影響を受けると考えられる。今後の瀬戸内海の漁場環境のあり方を検討するうえで、水産分野として漁獲量の変動要因を様々な角度から検証し、明らかにしておくことは極めて重要である。兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター（兵庫県水産技術センター）では、1970年代から播磨灘に定点を設けて、漁場の定期的な水質観測を約40年間継続してきた。その観測結果のうち、大きく変化した項目として、水温の上昇と溶存態無機窒素（DIN）濃度の低下が挙げられる（瀬戸内海区水産

研究所2015）。このことから、本県播磨灘における漁場の水質環境と漁獲量変動との因果関係を解析する場合、まず水温と栄養塩に重点を置いて調べるのが妥当と考えられる。瀬戸内海における漁業生産と水温は、アオリイカ *Sepioteuthis lessoniana* (Ueta *et al.* 1999)、マアナゴ *Conger myriaster* (池脇2008)、養殖ノリやカキ(石黒2012)、ハモ *Muraenesox cinereus* (岡崎ら2012)に関する報告があり、栄養塩類との関連性を示唆する報告もある(樽谷・中嶋2011; 反田・原田2011, 2012, 2013; 原田2013)。本研究では、本県瀬戸内海側の漁船漁業の主要漁獲物である「たこ類」漁獲量(当海域では、マダコ *Octopus vulgaris*, テナガダコ *Octopus minor*, イイダコ *Octopus ocellatus* が対象)(武田1990)と水温の変動について解析した結果、「たこ類」の漁獲量は低水温期(冬季～春

\*Tel: 078-941-8601. Fax: 078-941-8604. Email: kazuhiro\_harada@pref.hyogo.lg.jp

兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター (674-0093 兵庫県明石市二見町南二見 22-2)

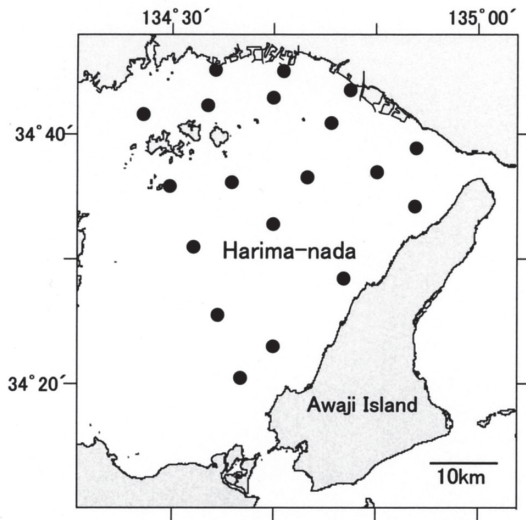


Fig. 1 Location of sampling stations in Harima-nada, off Hyogo Prefecture. Solid circles indicate sampling stations.

季) の水温変動にほぼ同調して増減していることが判明したので報告する。

#### 材料および方法

水温は兵庫県水産技術センターが毎月1回月上旬に観測している播磨灘19定点 (Fig. 1) 底層 (海底上1 m) の平均値を用いた。「たこ類」漁獲量は、兵庫農林水産統計年報または兵庫県水産業の動き (兵庫農林統計協会 1976~2014) の県瀬戸内海区合計値を用いた。県瀬戸内海区合計値は、播磨灘、大阪湾および紀伊水道における各兵庫県海域の合計である。本来、播磨灘の「たこ類」漁獲量を用いるべきであるが、農林水産統計の集計方法が2007年から変更され、それ以後は漁業協同組合別の漁獲量が公表されなくなり、播磨灘分を抽出することが出来なくなった。そこで、1974~2006年の「たこ類」漁獲量の県瀬戸内海区合計値と播磨灘の漁獲量 (ここでは兵庫県海域、播磨灘北部沿岸の東明石浦~福浦間の31漁協、家島諸島の家島、坊勢漁協、淡路島西岸の富島~阿那賀間の9漁協、計42漁協の合計値とした、Fig. 2) の関係を求めたところ、両者には有意な正の

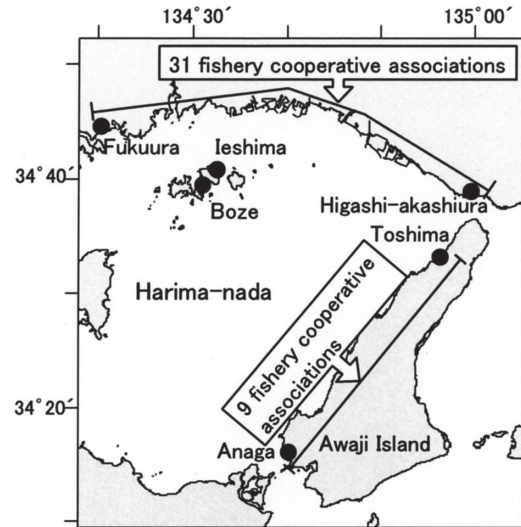


Fig. 2 Location of fishery cooperative associations along the coast of Harima-nada in Hyogo Prefecture. There were 31 fishery cooperative associations between the Higashi-akashiura and the Fukuura fishery cooperative associations and 9 fishery cooperative associations between the Toshima and the Anaga fishery cooperative associations.

相関 ( $n = 33, r = 0.98, p < 0.001$ ) があり、変動傾向はほぼ一致していた。そこで、本研究ではより長期に渡って統計資料が存在する兵庫県瀬戸内海区の「たこ類」漁獲量と播磨灘の底層水温を比較検討することにした。

播磨灘北東部の明淡地区では、「たこ類」漁獲量の9割以上をマダコが占める (兵庫県 1984)。本種の瀬戸内海における産卵期は、これまでの報告から概ね3~11月頃と考えられ (井上 1969; 田中 1967; 篠原 2000; 内田ら 2005; 坂口 2006; 上田 2010; 三代・田北 2012)、兵庫県では初夏から秋にかけて産卵し、盛期は8月中旬に始まり9月上中旬を最高として10月中旬に終わることが多く (井上 1969)、播磨灘北東部での産卵盛期は8月中旬から9月下旬とされる (兵庫県 1984)。また、マダコの生理的寿命は1~2年 (田中 1967; 兵庫県 1984; 坂口ら 2000; 上田 2010)、テナガダコのそれは約2年 (中岡ら 2014)、イイダコは判然としないが、一般に「たこ類」は約1または2年で成熟し、生殖行動の後に寿命となるものが

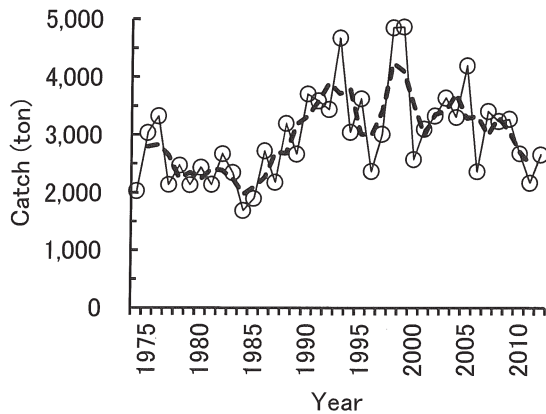


Fig. 3 Annual catch of octopods in the Seto Inland Sea, off Hyogo Prefecture (Open circles). Broken line indicates 3-year moving average.

多い(井上 1969)ことから、本研究では漁獲された年および前年の各月の平均底層水温と年間の「たこ類」漁獲量を比較検討した。また、「たこ類」漁獲量は低水温期の複数月に渡る水温の影響を受けることが想定されるため、秋季～春季(10～5月)の複数月の平均底層水温と、「たこ類」漁獲量の関係を解析した。解析期間は1974～2012年とした。統計的処理には Pearson の相関係数を用いた。

### 結 果

1974～2012年の兵庫県瀬戸内海側の「たこ類」漁獲量は、1980年代中頃までは概ね2,000～3,000トンであったが、その後増加して1990～2000年代前半は変動が大きいものの概ね3,500トン前後で推移し、2005年以降漁獲量は若干減少傾向にあった(Fig. 3)。解析期間中では、1983～1984年冬季に発生した異常

低水温の年に漁獲量が最も少ない結果であった(1984年漁獲量)。

1～7月の各月の平均底層水温とその年の「たこ類」漁獲量には、有意な正の相関があり、3月の相関係数が最も高かった( $n=39, r=0.60$ , Table 1)。また、前年の各月の平均底層水温と翌年の「たこ類」漁獲量は、前年の2～6月、8～9月、12月の平均底層水温と翌年の「たこ類」漁獲量に弱い正の相関( $n=38, r=0.32\sim0.41, p=0.011\sim0.048$ , Table 2)が認められたが、その要因は判然としなかった。さらに、秋季～春季の複数月の平均底層水温と、「たこ類」漁獲量の解析では、前年の12月～5月の平均底層水温と、その年の「たこ類」漁獲量の相関係数が最も高いことが判明した( $n=39, r=0.65$ , Fig. 4)。

### 考 察

前述のとおり、当海域の「たこ類」漁獲量の多くはマダコが占めると考えられることから、以後は本種を中心に議論を進める。「たこ類」のうち、マダコは比較的低温に弱い種類と考えられる(井上 1969)。1935、1962、および1983年度の冬季に瀬戸内海域で発生した異常低温の際にも、本種は大きな打撃を受けたとされ(伊丹 1964; 井上 1969; 兵庫県立水産試験場 1987)、資源の回復を図るため兵庫県海域ではマダコを移入した経緯がある(伊丹 1964; 兵庫県立水産試験場 1987)。本研究において、播磨灘の水温変動と「たこ類」の漁獲量を解析した結果、低温期の水温が漁獲量変動要因の一つと考えられ

Table 1 Correlation coefficients between mean bottom sea water temperature every month and the annual catch of octopods in Harima-nada from 1974 to 2012.

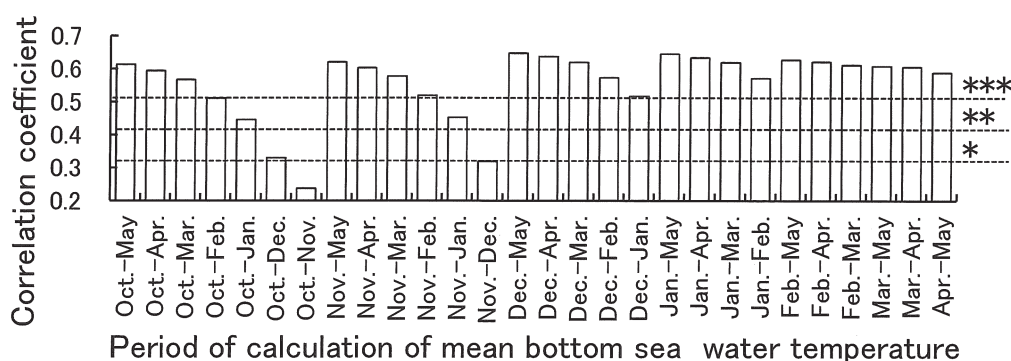
Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June
Correlation coefficient	0.52**	0.56**	0.60**	0.59**	0.54**	0.37*
Month	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Correlation coefficient	0.36*	0.22	0.01	0.24	0.09	0.25

\*\* significant at 0.1% level, \* significant at 5% level. Sample size in every month was 39.

**Table 2** Correlation coefficients between mean bottom sea water temperature every month and the annual catch of octopods in the next year in Harima-nada from 1974 to 2012.

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June
Correlation coefficient	0.07	0.32*	0.35*	0.41*	0.37*	0.35*
Month	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Correlation coefficient	0.21	0.37*	0.34*	0.27	0.18	0.35*

\*significant at 5% level. Sample size in every month was 38.



**Fig. 4** Correlation coefficients between mean bottom sea water temperature and the annual catch of octopods in Harima-nada from 1974 to 2012. \*\*\* significant at 0.1% level, \*\*significant at 1% level, \*significant at 5% level.

た。播磨灘において年間の水温が最も低くなる3月上旬の水温とその年の「たこ類」漁獲量の相関係数が最も高かったのも、その関係性を支持する。これらのことから、生理的寿命が2年以内と推測されるマダコは、冬季の水温低下度合いが生残や成長に影響することによって、資源および漁獲量の変動に繋がっている可能性が示唆された。

水温とマダコ資源の関係について、内田ら(2005)は、温暖化はマダコ資源に有利に働いていると報告している。また、伊予灘では冬季の水温がマダコの忌避する7°C以下まで低下しないこと等から、マダコの生息に不適な時期はないとする報告もある(坂口ら2000)。さらに、「たこ類」漁獲量の変動要因として、リンの発生負荷量との関連性(樽谷・中嶋2011)や、前年CPUEの影響等(内田ら2005)が指摘されている。このようにマダコ漁獲量には、水温のほかにも複数の要因が関係している可能性があり、変動要因については様々な角度から詳細に検証を進める必要があると考えられる。

瀬戸内海では漁船漁業やノリ養殖等、漁業生産量の低迷が続いており(反田ら2014)、今後の水質環境をどのように管理すべきか、瀬戸内海環境保全特別措置法の改正も含めて議論されている。水産業においては、今後も多方面から水産資源量ならびに漁獲量の変動要因を明らかにすることで、瀬戸内海の漁場環境を良好に維持しながら、水産資源の持続的な利用を目指す施策を進めるための一助となる情報を提供し続ける必要がある。

#### 謝 辞

本研究を進めるにあたっては、1970年代からの観測により収集している貴重なデータを活用させて頂いた。浅海定線観測に携わられた兵庫県水産技術センター(旧兵庫県立水産試験場)職員の皆様、ならびに兵庫県漁業・環境調査船乗組員の皆様に厚く感謝の意を表します。

文 献

- 独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所 (2015) 瀬戸内海ブロック浅海定線調査観測40年成果 (海況の長期変動) .
- 原田和弘 (2013) 養殖ノリ生産期における播磨灘の溶存態無機窒素 (DIN) 濃度と養殖ノリ生産額の関係. 兵庫農水技総研報 (水産編) , **43**, 7-10.
- 兵庫県 (1984) 昭和 55, 56, 57 年度大規模増殖場造成事業調査結果報告書 (明淡地区: マダコ) .
- 兵庫県農林統計協会 (1979-2012) 兵庫農林水産統計年報 (第 24~60 次) . 神戸.
- 兵庫県農林統計協会 (2013, 2014) 兵庫県水産業の動き (平成 25, 26 年版) . 神戸.
- 兵庫県立水産試験場 (1987) 1983~1984 (昭和 58 年度) 年冬季に生じた兵庫県瀬戸内海水域における異常低水温現象に関する調査報告.
- 池脇義弘 (2008) 徳島県沿岸における低水温期水温とマアナゴ漁獲量の関係について. 徳島水研報, **6**, 85-90.
- 井上喜平治 (1969) タコの増殖. 「水産増養殖叢書」, **20**, 日本水産資源保護協会.
- 石黒貴裕 (2012) 岡山県沿岸海域における季節別, 年代別の水温上昇傾向の特徴. 岡山水研報告, **27**, 1-4.
- 伊丹宏三 (1964) マダコの標識とその放流結果について. 水産増殖, **12**, 119-125.
- 三代和樹・田北寛奈 (2012) 姫島周辺海域におけるマダコの産卵期と産卵場の推定. 大分県農林水研研報 (水産) , **2**, 21-24.
- 中岡 歩・宮内正幸・杉野浩二郎 (2014) 福岡湾におけるテナガダコの成熟と成長. 福岡水海技セ研報, **24**, 41-47.
- 岡崎孝博・鎌田信一郎・和田隆史・上田幸男 (2012) 徳島県産ハモの漁獲変動に及ぼす水温の影響. 黒潮の資源海洋研究, **13**, 57-61.
- 坂口秀雄 (2006) 伊予灘東部海域におけるマダコの資源生物学的研究. 愛媛水試研報, **12**, 25-94.
- 坂口秀雄・浜野龍夫・中園明信 (2000) 水揚げ組成からみたマダコの個体群構造. 水産海洋研究, **64**, 224-234.
- 篠原基之 (2000) 備讃瀬戸中央部におけるマダコの産卵期. 岡山水試報, **15**, 4-9.
- 田中二良 (1967) タコ. 「養魚学各論 (水産学全集 23)」 (川本信之編) , 恒星社厚生閣, 東京, 685-692.
- 武田雷介 (1990) 播磨灘におけるマダコ浮遊期稚仔の分布. 水産増殖, **38**, 183-190.
- 反田 實・原田和弘 (2011) 貧栄養化への対策事例と将来への課題. 水環境学会誌, **34(A) No. 2**, 54-58.
- 反田 實・原田和弘 (2012) 瀬戸内海東部 (播磨灘) の栄養塩環境と漁業. 海洋と生物, **199**, 132-141.
- 反田 實・原田和弘 (2013) 瀬戸内海東部海域の栄養塩環境の現状および改善に向けた取り組みと課題. 海洋と生物, **205**, 116-124.
- 反田 實・赤繁 悟・有山啓之・山野井英夫・木村 博・團 昭紀・坂本 久・佐伯康明・石田祐幸・壽 久文・山田卓郎 (2014) 瀬戸内海の栄養塩環境と漁業. 水産技術, **7**, 37-46.
- 樽谷賢治・中嶋昌紀 (2011) 閉鎖性内湾域における貧栄養化と水産資源. 水環境学会誌, **34(A) No. 2**, 47-50.
- 内田喜隆・吉村栄一・木村 博 (2005) 山口県瀬戸内海域におけるマダコの生態と資源変動. 岡山水研研報, **3**, 45-54.
- 上田 択 (2010) 関門地区におけるマダコの成熟ならびに成長. 福岡水海技セ研報, **20**, 1-9.
- Ueta Y, Tokai T, Segawa S (1999) Relationship between year-class abundance of the oval squid *Sepioteuthis lessoniana* and environmental factors off Tokushima Prefecture, Japan. *Fish. Sci.* **65**, 424-431.

## 和文要旨

播磨灘の水温変動と「たこ類」漁獲量の関係について解析した。播磨灘の「たこ類」漁獲量は、低水温期の底層水温変動と有意な正の相関のあることが判明し、特に 12～5 月の平均底層水温と高い正の相関があった。これらの結果から、「たこ類」漁獲量変動要因の一つとして、低水温期の水温変動との関連性が示唆された。