

津軽海峡に分布するマダコの生態¹

野呂恭成²

Ecology of the Common Octopus, *Octopus sinensis*, Distributed in the Tsugaru Straits¹

Kyosei NORO^{2*}

Abstract

Sexual maturation and the reproductive cycle of the common octopus, *Octopus sinensis*, were investigated in the Tsugaru Straits by regular sampling during the period from December 1993 to November 1995. A total of 796 animals was sampled: 598 males, 198 females. Maturation stages were classified by the methods of Hatanaka (1979): males by the existence and length of spermatophores; females by coloration of the ovary. The distribution of octopuses was determined by basket fishing. Body size was investigated by regular sampling, and fishing seasons were investigated using the available catch statistics.

Mature males were taken throughout the year; their minimum size was 0.1 kg. Mated females, too, were taken throughout the year. The minimum size of both mated and mature females was 0.5kg. Mature female specimens were present from June to September, and spawned during August and September.

From the fished season, sexual maturation season and body size, two different populations were recognized: an autumn - winter fishing group, and a spring - summer fishing group. It is thought that the former group is migratory, and the latter inhabits the local coast. In the Tsugaru Straits, common octopuses were fished throughout the year in shallow waters, and the total annual catch was between 7 and 62 tonnes, showing wide annual variation.

キーワード：マダコ，性成熟，生殖周期，生態

Key word: Common octopus, Sexual maturation, Reproductive cycle, Ecology

1 本論文は、2012年北海道大学大学院水産科学研究院に提出した学位提出論文「津軽海峡におけるミズダコとマダコの生態と資源管理に関する研究」の第3章「津軽海峡に分布するマダコの生態」に加筆、修正を加えたものである。

2 地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所，〒039-3381 青森県東津軽郡平内町大字茂浦字月泊10

*Corresponding author: Kyosei NORO, Fisheries Research Institute, Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center, 10 Tsukidomari, Moura, Hiranai-machi, Aomori 039-3381, Japan

(Email:kyousei_noro-2@aomori-itc.or.jp).

マダコ *Octopus sinensis* は、日本周辺、東シナ海、地中海、大西洋など世界中に分布し、日本周辺での分布は、日本海側は青森県以南、太平洋側は宮城県以南とされ（奥谷ら 1987）、津軽海峡域は分布の北限と考えられている。

日本周辺に生息するマダコの生態や漁業、増殖については、瀬戸内海（井上 1969, 1977；Takeda 1990；篠原 2000；坂口 2006）、紀伊水道（堀木 2001）、東京湾（清水 1983, 1984；土屋ら 1986；土屋ら 1988；今井 1992）、福島県から千葉県にかけての常磐海域（田中 1958, 1960, 1985；宇野ら 1959；藤本・宇野 1959；秋元・佐藤 1980；秋元 1980）に分布する個体群についてそれぞれ報告されている。海外では、地中海などに分布する個体群について多くの報告があるが（Mangold 1983）、分布の北限に近い本州北部に生息するマダコについての情報は、塩垣ら（1975）、青森県水産増殖センター（1989）、佐藤（1998）などの断片的な情報しか見当たらない。

津軽海峡に生息するマダコは、ミズダコと同様の漁法によって専獲もしくは混獲され、時期によってはミズダコよりも高い単価で取引され、この地域の重要な漁獲対象となっている。一方、福島県沿岸ではアワビの害敵生物として報告されており（藤田ら 2003；藤田 2004）、津軽海峡や青森県太平洋側においても、増殖事業が行われているホタテガイやエゾアワビの捕食者であることが報告されている（塩垣ら 1975；仲村ら 1985；青森県水産増殖センター 1989；山内ら 2007, 2008, 2009）。そのため、これらの増殖を図る際の害敵生物としての対策が求められている。

本研究は、津軽海峡沿岸に分布するマダコの生物学的特性を明らかにすることを目的とした。成熟期、成熟サイズ、交接期、交接サイズ、産卵期は生殖器官観察により、移動や成長は、マダコは有効な個体標識方法がないことや、寿命が 1 年または 1 年 4 ヶ月と推定され（坂口 2006）、年齢形質が確認されていないことから、周年にわたる体重測定と水深別分布調査により、それぞれ調べた。さらに、津軽海峡で行われているマダコ漁業の漁具・漁法、海域別漁獲割合、漁獲量の長期変動、

海域別漁獲時期などの漁業情報を収集するとともに、津軽海峡沿岸では、北方種のみずダコと南方種のマダコが同所的に分布することから、両種の生態を比較、検討した。

なお、マダコの学名はこれまで *Octopus vulgaris* が充てられていたが、Ian G. Gleadow (2016) に従い、本報告では *Octopus sinensis* を用いることとした。

材料と方法

熟度観察に用いたマダコ標本は、1993 年 12 月～1995 年 11 月にかけて、青森県下北郡佐井村において（図 1）、水深数 m～60 m 付近の漁場での籠漁業、樽流し漁業、刺網漁業、突き漁業により採集し、796 個体の標本を得た。採集標本は流水式水槽に収容し、生きた状態で翌日までに計測した。全個体の体重、肝臓重量を測定し、性判別、生殖巣の色調の観察を行った。さらに、雄は、精巣重量と精莢囊等の重量（輸精管から精莢腺、副精莢腺、精莢囊、陰茎までの器官と内部に形成された精莢の総重量）を計測した。1993 年 12 月～1994 年 3 月に採集した 95 個体については、精莢本数の算定と精莢の長さ（精莢長）を測定した。精莢長は、個

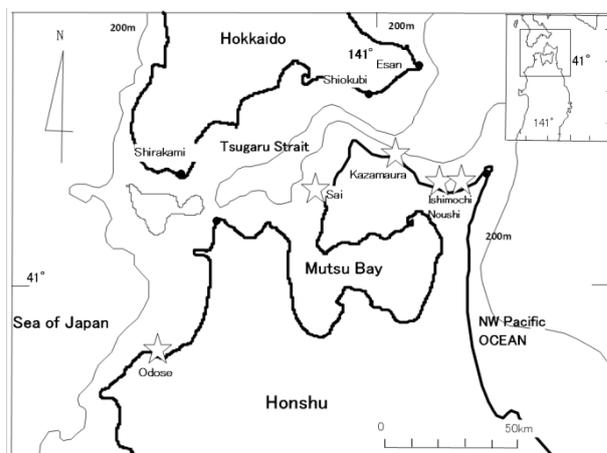


図1 マダコ標本、漁獲データを収集した地点位置図。

体別に陰茎、精莢囊から取り出した平均的な長さ 5 本の精莢の最大長を測り、その平均値を求めて平均精莢長とした。雌については、卵巣重量を測定した後、輸卵管および輸卵管球内の精莢もしくは

精子の存在により交配を確認した。重量は全て湿重量で測定した。

熟度の判別は、マダコの熟度の判別方法（畑中 1979）に従って、生殖巣と付属器官の肉眼観察および精莢形成の有無より判別した。

雌 未熟：卵巣は白色。

成熟：卵巣は黄色。

雄 未熟：陰茎、精莢囊中に精莢が見られない。

成熟：陰茎、精莢囊中に精莢を持つ。

熟度指数 (Gonad index), 精巣指数 (Testis index), 肝量指数 (Liver index) は次式を用いて算出した。

$$\text{熟度指数(GI) (雄)} = (\text{ROW}/\text{BW}) \times 100$$

$$\text{熟度指数(GI) (雌)} = (\text{OW}/\text{BW}) \times 100$$

$$\text{精巣指数(TI)} = \text{TW}/\text{ROW}$$

$$\text{肝量指数(LI)} = (\text{LW}/\text{BW}) \times 100$$

ここで、ROW (Reproductive organs weight) は雄の生殖器官重量 (精巣重量 + 精莢囊等の重量) (g), BW は体重 (g), OW は卵巣重量 (g), TW は精巣重量 (g), LW は肝臓重量 (g) をさす。

マダコの体重組成は、熟度観察と同様の標本を用いた。時期別水深別分布状況を調べるため、佐井村磯谷地区と風間浦村易国間地区 (図 1) の水深 8~40m の場所で、水深別に籠を設置し、入網したマダコを採集した。調査は、佐井村磯谷地区では 1995 年 5 月~1996 年 4 月、風間浦村易国間地区では 1996 年 5 月~1998 年 1 月に実施した。毎月 1 回、餌としてサケの頭部、サンマなどの魚類を入れて海底に設置し、3~9 日後に回収した。用いた籠は折りたたみ式の角籠 (68×45×20cm) で、15 個を 1ヶ統とし水深 10, 20, 30, 40m の各水深帯に合計 60 個を設置した。回収後、水深ごとに採集したマダコの個体数の計数、体重の測定、雌雄の判別を行った。風間浦村では他漁業との調整のため、全水深帯での調査はできなかったため、適宜水深を変更した。

マダコは、青森県海面漁業調査結果書 (属地統計) ではミズダコと区別されず、タコ類として一括して統計処理されることから、本種の全県的な漁獲統計は存在しない。一方、青森県沿岸の各漁業協同組合ではミズダコとマダコを区別して集荷、

販売を行っている。そこで、各漁業協同組合の出荷伝票から、2003 年 1 月~2009 年 12 月の 7 年間の月別漁獲量を集計した。また、下北郡佐井村の佐井村漁協では、1990 年に大量のマダコが漁獲されたことを契機に、1991 年からマダコとミズダコを漁獲統計上区別しており、長期間の漁獲データがある。そこで、佐井村地先で漁獲されたマダコについて、1991 年 1 月~2009 年 12 月までの 19 年間の月別漁獲量を集計した。各地域で行われているマダコ漁業については、業者からの聞き取りにより調べた。

結果

1 マダコの性成熟と生殖

1-1 雄の性成熟

1993 年 12 月~1995 年 11 月に採集したマダコの各月ごとの熟度段階別測定個体数、雌の既交配個体数、性比を表 1 に、雌雄別熟度段階別出現数を図 2 に示す。雄の測定個体数は 598 個体で、熟度段階別には未熟が 2 個体、成熟が 596 個体、雌の測定個体数は 198 個体で、未熟が 151 個体、成熟が 47 個体、既交配個体は未熟で 49 個体、成熟で 17 個体の合計 66 個体観察された。期間全体の雌雄比はほぼ 1:3 で極端に雄が多く出現していた。

雄の体重、精巣重量、精莢囊等の重量、熟度・精巣指数、平均精莢長と本数、および肝量指数の月平均値と範囲を表 2 に示す。未熟個体は 1995 年 10 月に 2 個体だけ出現し、成熟個体は 1993 年 12 月~1995 年 11 月までの全期間採集された。

体重と熟度指数との関係を、月別、熟度段階別に図 3 に示す。未熟個体は体重 98g と 114g で、熟度指数はそれぞれ 0.4 と 0.5 であった。成熟個体の体重は 104~3,660g、熟度指数は 0.2~3.6 の範囲であり、体重 100g で既に精莢形成が行われていた。熟度指数は体重が重くなるほど低下していた。

熟度段階別の熟度指数の推移を、図 4 に示す。1994 年 7 月に 2.0 であった熟度指数はその後急激に低下し、12 月に 1.3 で最低値となった。その後徐々に増加し、1995 年 5 月に 2.0 で最高値を示した後再び低下し、1995 年 11 月には 1.2 となった。

表1 マダコの熟度段階別の測定個体数, 交接状況, 性比

Month	Male			Female					Total	M/F		
	Immature	Mature	Total	Immature	※	Mature	※	Total				※
1993 Dec.		32	32	8	(5)			8	(5)	40	4.0	* **
1994 Jan.		40	40	10	(4)			10	(4)	50	4.0	* **
1994 Feb.		24	24	6	(3)			6	(3)	30	4.0	* **
1994 Mar.		21	21	5				5		26	4.2	* **
1994 Apr.				1				1		1	0.0	- -
1994 July		40	40	8	(3)	7	(2)	15	(5)	55	2.7	* **
1994 Aug.		25	25			29	(15)	29	(15)	54	0.9	
1995 Oct.		47	47			3		3		50	15.7	* **
1994 Sep.		10	10							10		* **
1994 Nov.		29	29	10	(2)			10	(2)	39	2.9	* **
1994 Dec.		37	37	13	(6)			13	(6)	50	2.8	* **
1995 Jan.		33	33	15	(5)			15	(5)	48	2.2	* **
1995 Feb.		38	38	12	(4)			12	(4)	50	3.2	* **
1995 Mar.		26	26	11	(1)			11	(1)	37	2.4	* **
1995 Apr.		1	1	1				1		2	1.0	- -
1995 May		5	5	8	(2)			8	(2)	13	0.6	- -
1995 Jun.		24	24	6	(5)	2		8	(5)	32	3.0	* **
1995 Jul.		34	34	4	(1)	3		7	(1)	41	4.9	* **
1995 Aug.		42	42			3		3		45	14.0	* **
1995 Sep.		30	30							30		* **
1995 Oct.	2	31	33	18	(3)			18	(3)	51	1.8	*
1995 Nov.		27	27	15	(5)			15	(5)	42	1.8	*
Total	2	596	598	151	(49)	47	(17)	198	(66)	796	3.0	* **

※ couplated

二項検定結果: 性比(M/F)が有意に1でない. *:P>0.05, **:P>0.01

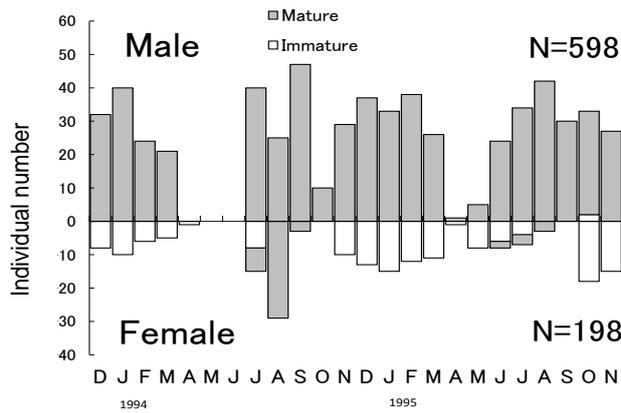


図2 マダコの熟度段階別, 雌雄別出現数.

津軽海峡に分布するマダコの生態

表 2 佐井におけるマダコ雄の月別の成熟段階別，体重，精巣重量，生殖器官等重量，熟度指数，精巣指数，平均精英長，精英本数，肝量指数（1993年12月～1995年11月）

Maturity stage	Month	Body wt. ($\times 10^3$ g)		No. of specimens ^{※1}	Reproductive organs				Spermatophore		Liver
					Testis wt. (g)	Other org. wt. (g)	Gonad index ^{※2}	Testis index ^{※3}	Length (cm)	Number	Liver index ^{※4}
Immature	1995 Oct.	0.1 (0.1 - 0.1)		2	0.4 (0.4 - 0.4)	0.2 (0.1 - 0.2)	0.5 (0.4 - 0.6)	0.4 (0.4 - 0.4)			3.0 (2.8 - 3.2)
Mature	1993 Dec.	1.0 (0.6 - 1.7)		32	9.4 (5.9 - 14.2)	7.9 (4.2 - 12.3)	1.8 (1.2 - 2.5)	1.0 (0.6 - 1.2)	136 (65 - 220)		3.8 (2.6 - 5.5)
	1994 Jan.	1.0 (0.6 - 2.3)		40	9.5 (4.5 - 17.9)	7.5 (3.2 - 11.7)	1.7 (1.1 - 2.4)	1.0 (0.6 - 1.4)	5 (4 - 6)	152 (34 - 250)	3.6 (1.8 - 5.9)
	Feb.	1.3 (0.7 - 2.2)		24	11.6 (7.3 - 18.0)	10.5 (5.2 - 18.0)	1.8 (1.3 - 2.7)	0.9 (0.6 - 1.3)	5 (4 - 6)	215 (132 - 293)	3.7 (1.9 - 6.2)
	Mar.	1.2 (0.7 - 3.0)		21	11.0 (7.0 - 19.3)	10.2 (5.2 - 18.0)	1.8 (1.2 - 2.3)	1.0 (0.6 - 1.3)	5 (4 - 7)	209 (109 - 274)	3.2 (2.1 - 4.9)
	July	1.0 (0.2 - 2.5)		40	9.0 (3.1 - 18.0)	10.5 (2.2 - 20.1)	2.0 (1.3 - 3.3)	1.0 (0.6 - 1.8)			2.8 (1.3 - 7.3)
	Aug.	1.0 (0.6 - 2.9)		25	7.2 (3.6 - 14.7)	10.0 (4.3 - 19.6)	1.7 (1.2 - 2.3)	0.7 (0.4 - 1.1)			2.1 (0.9 - 3.4)
	Oct.	0.8 (0.5 - 2.1)		47	3.8 (1.6 - 9.0)	8.3 (5.6 - 19.1)	1.6 (1.0 - 2.5)	0.5 (0.2 - 1.0)			1.4 (0.8 - 2.7)
	Sep.	0.8 (0.6 - 1.2)		10	4.2 (0.8 - 7.6)	8.5 (5.1 - 13.1)	1.6 (1.1 - 2.0)	0.5 (0.1 - 0.9)			1.7 (1.0 - 3.1)
	Nov.	1.1 (0.6 - 2.3)		29	8.3 (4.6 - 14.8)	6.6 (2.9 - 16.9)	1.4 (0.9 - 2.9)	0.8 (0.5 - 1.4)			3.7 (1.7 - 5.7)
	Dec.	1.4 (0.8 - 3.7)		37	11.4 (5.3 - 24.3)	7.9 (3.5 - 22.1)	1.3 (1.0 - 2.2)	0.8 (0.6 - 1.8)			4.0 (2.5 - 6.6)
	1995 Jan.	1.5 (0.6 - 3.1)		33	10.7 (4.9 - 19.6)	9.0 (3.0 - 21.0)	1.4 (1.0 - 2.0)	0.8 (0.5 - 1.1)			3.9 (2.3 - 5.9)
	Feb.	1.5 (0.7 - 2.7)		38	12.2 (6.8 - 18.8)	10.5 (4.8 - 18.5)	1.5 (0.9 - 2.5)	0.8 (0.5 - 1.3)			3.7 (1.6 - 5.4)
	Mar.	1.1 (0.5 - 2.2)		26	10.4 (4.7 - 17.9)	8.2 (3.3 - 15.4)	1.8 (1.2 - 2.5)	1.0 (0.7 - 1.4)			2.8 (2.1 - 4.0)
	Apr.	1.2		1	12.7	8.4	1.8	1.1			2.3
	May	0.6 (0.1 - 1.4)		5	6.3 (1.9 - 13.2)	5.6 (1.0 - 13.1)	2.0 (1.8 - 2.3)	1.1 (0.9 - 1.3)			3.9 (2.3 - 5.8)
	June	1.3 (0.8 - 2.3)		24	11.1 (6.5 - 20.6)	11.2 (6.4 - 16.6)	1.7 (1.2 - 2.2)	0.9 (0.6 - 1.2)			3.2 (1.9 - 5.2)
July	1.1 (0.4 - 2.0)		34	9.8 (6.0 - 14.0)	9.2 (6.0 - 12.2)	1.9 (1.2 - 3.6)	1.0 (0.6 - 2.1)			3.9 (2.4 - 6.7)	
Aug.	1.1 (0.3 - 2.4)		42	6.5 (1.8 - 12.5)	8.8 (3.7 - 17.8)	1.5 (0.8 - 2.6)	0.6 (0.3 - 1.3)			2.8 (1.3 - 5.1)	
Sep.	1.3 (0.9 - 3.0)		30	5.7 (1.8 - 14.1)	11.2 (7.9 - 20.4)	1.3 (0.8 - 1.9)	0.4 (0.2 - 0.9)			1.6 (0.8 - 3.8)	
Oct.	0.7 (0.1 - 2.3)		31	4.4 (0.5 - 12.7)	5.0 (0.2 - 18.3)	1.3 (0.2 - 2.5)	0.7 (0.1 - 1.2)			3.6 (1.3 - 8.4)	
Nov.	1.3 (0.6 - 2.0)		27	9.5 (4.8 - 13.2)	5.8 (2.6 - 10.1)	1.2 (0.6 - 2.2)	0.7 (0.0 - 1.7)			5.9 (4.1 - 9.5)	

Figures in table except ^{※1}, indicating mean values and ranges.

^{※2} Gonad index: (Reproductive organs wt./ Body wt.) $\times 100$.

^{※3} Testis index: Testis wt. / Reproductive organs wt..

^{※4} Liver index: (Liver wt. /Body wt.) $\times 100$.

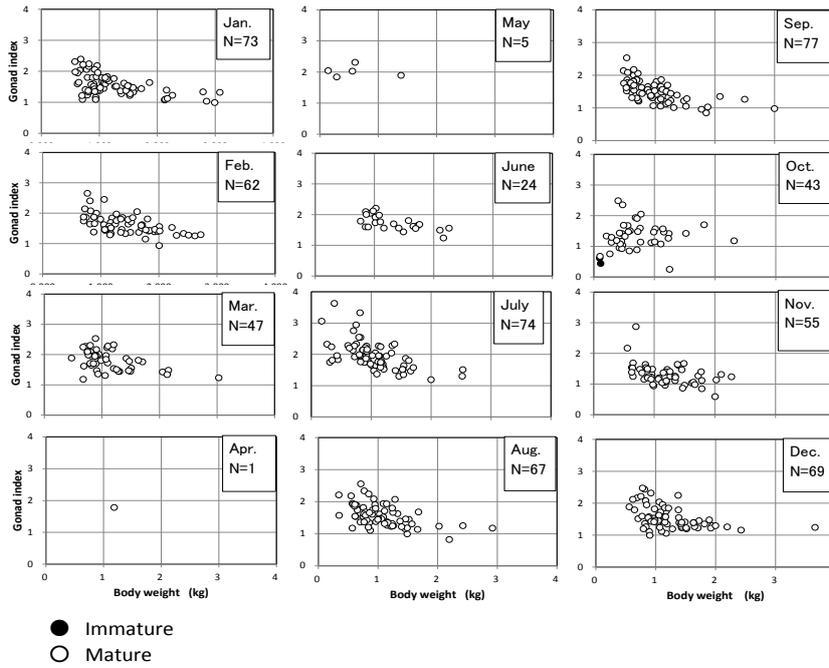


図3 マダコ雄の体重と熟度指数との関係。

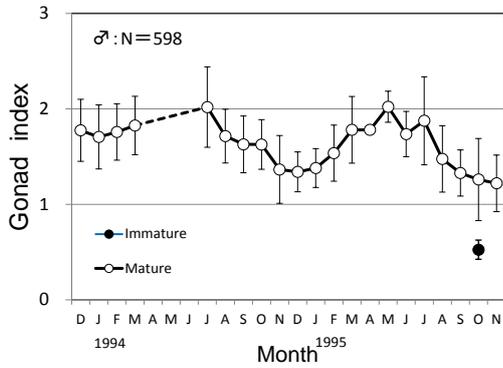


図4 マダコ雄の熟度段階別の熟度指数の月別変化。
熟度指数は平均値±標準偏差。

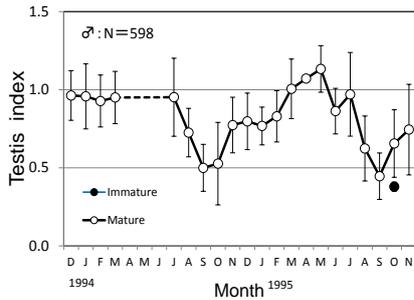


図5 マダコ雄の熟度段階別の精巣指数の月別変化。精巣指数は平均値±標準偏差。

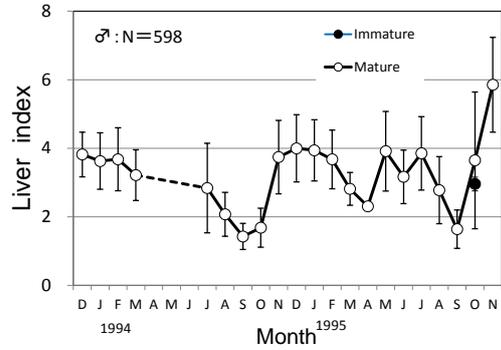


図6 マダコ雄の熟度段階別の肝量指数の月別変化。
肝量指数は平均値±標準偏差。

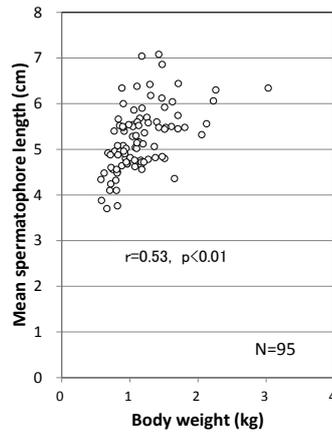


図7 マダコ雄の体重と平均精莖長との関係。

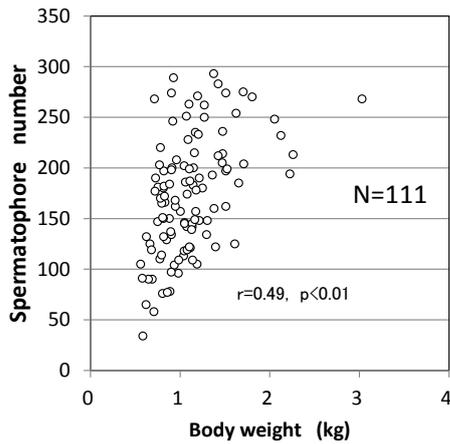


図8 マダコ雄の体重と精莖本数との関係。

生殖器官中の精巣割合を示す精巣指数は、1994年7月に1.0であったのが、その後急激に低下して9月には0.5と最低値となった(図5)。その後上昇し1995年5月に1.1で最高値を示した後、再び低下し、8月に0.4で最低となった。

肝量指数は1993年12月に3.8であったが、徐々に低下し、1994年9月に1.4で最低となり、再び上昇した。1994年12月には、4.0でピークとなった後低下し、1995年9月に1.6で最低値となった(図6)。

体重と平均精莖長の関係は、正の相関がみられ($r=0.53$, $P<0.01$)、体重が重い個体ほど長い精莖を有していた(図7)。平均精莖長は3.7~7.1cmの範囲にあった。体重と精莖本数との関係は、正の相関がみられ($r=0.49$, $P<0.01$)、体重が重い個体ほど多くの精莖を有していた(図8)。1個体が有する精莖本数は34~293本の範囲にあった。

1-2 雌の性成熟と生殖

雌の体重、卵巣重量、熟度指数、および肝量指数の月平均値と範囲を、表3に示す。未熟個体は1993年12月~1994年7月までと、1994年11月~1995年7月、1995年10月、11月に、成熟個体は1994年7~9月と1995年6~8月にそれぞれ採集された。1994年8~9月と1995年8月に採集した雌個体はすべて成熟個体であった。体重と熟度指数との関係を、月別、熟度段階別、交接の有無別に

図9に示す。6~9月にかけて体重が重い個体ほど熟度指数が高く、熟度段階が進む傾向がうかがえた。最も小型で成熟していた個体は、8月に採集した体重560gの個体であった。既交接個体は、4月を除いたすべての月で出現した。最も小型の既交接個体は、未熟個体では1月に採集した554gの個体、成熟個体では8月に採集した560gの個体であった。交接が確認された66個体中、輸卵管か輸卵管球で精子のみが確認された個体は51個体で、精莖の外鞘が完全な状態で観察された個体は15個体であった。一対ある輸卵管球(輸卵管を含む)の両方に精子、もしくは精莖が観察された個体は、66個体中55個体であり、片方のみに観察されたのは11個体であった。

雌の熟度段階別熟度指数の推移を示す(図10)。熟度指数は未熟個体では周年0.2~1.7であるが、成熟個体では7~9月にかけて急激に増加し、1994年9月には17.1となった。雌成熟個体では卵巣が肥大し、黄色くなるにしたがって、卵粒が1個ずつ肉眼で観察された。さらに、1994年8~9月には、佐井村漁業協同組合の陸上かけ流し水槽において、収容していた化繊ネットへの産卵が確認された(図11)

肝量指数の月別熟度段階別推移を、図12に示す。未熟個体と成熟個体との相違や、雄に観察された夏季の急激な低下は観察されなかった。

1994~1995年の佐井村沿岸の表面水温の推移を示す(図13)。雌成熟個体の出現時期と水温を比較すると、雌成熟個体が出現した1994年7~9月の半旬別表面水温は13.9~25.8°C、1995年6~8月は13.5~24.8°Cであり、水槽内で産卵が確認された1994年8~9月の表面水温は22.1~25.8°Cであった。以上の結果を整理し、津軽海峡におけるマダコの成熟段階別出現時期と交接期を図示した(図14)。雄は周年成熟個体が出現し、交接もほぼ周年行われるが、雌の成熟個体は6~9月にのみ出現していた。

表3 佐井におけるマダコ雌の月別の成熟段階別, 体重, 卵巢重量, 熟度指数, 肝量指数 (1993, 12~1995, 11)

Maturity stage	Month	Body wt. ($\times 10^3$ g)	No. of specimens ^{※1}	Ovary wt. (g)	Gonad index ^{※2}	Liver index ^{※3}
Immature	1993 Dec.	1.0 (0.7 - 1.4)	8	3 (2 - 6)	0.3 (0.2 - 0.5)	5.2 (2.9 - 8.0)
	1994 Jan.	1.0 (0.6 - 1.3)	10	3 (1 - 6)	0.4 (0.2 - 0.8)	4.0 (2.8 - 6.2)
	Feb.	1.5 (1.0 - 1.8)	6	7 (4 - 13)	0.5 (0.3 - 0.8)	4.5 (3.6 - 6.0)
	Mar.	1.3 (0.7 - 2.8)	5	12 (2 - 28)	0.8 (0.3 - 1.6)	3.8 (3.3 - 4.4)
	Apr.	1.5 (1.5 - 1.5)	1	12 (12 - 12)	0.8 (0.8 - 0.8)	1.6 (1.6 - 1.6)
	July	0.6 (0.2 - 1.1)	8	8 (1 - 19)	1.2 (0.5 - 2.6)	4.2 (2.0 - 7.3)
	Nov.	0.8 (0.6 - 1.1)	10	2 (1 - 2)	0.2 (0.1 - 0.3)	3.3 (2.6 - 3.8)
	Dec.	1.3 (0.7 - 2.8)	13	3 (1 - 12)	0.2 (0.1 - 0.4)	4.7 (2.6 - 7.8)
	1995 Jan.	1.3 (0.5 - 2.4)	15	6 (1 - 16)	0.4 (0.2 - 0.8)	4.2 (2.1 - 5.6)
	Feb.	1.5 (0.6 - 2.3)	12	6 (1 - 21)	0.4 (0.2 - 0.9)	4.1 (3.3 - 5.2)
	Mar.	0.9 (0.6 - 1.5)	11	3 (1 - 5)	0.3 (0.2 - 0.4)	2.8 (0.3 - 3.4)
	Apr.	0.7	1	2	0.3	2.5
	May	1.3 (0.8 - 1.9)	8	7 (3 - 17)	0.5 (0.3 - 1.0)	2.8 (1.9 - 4.0)
	June	1.3 (0.8 - 2.8)	6	9 (3 - 31)	0.6 (0.4 - 1.1)	5.4 (3.2 - 6.4)
	July	1.0 (0.7 - 1.3)	4	18 (8 - 34)	1.7 (1.1 - 3.0)	5.5 (4.0 - 6.7)
	Oct..	0.5 (0.1 - 0.9)	18	1 (0 - 3)	0.2 (0.1 - 0.7)	3.7 (2.2 - 6.7)
Nov.	1.3 (0.8 - 2.3)	15	4 (2 - 9)	0.3 (0.2 - 0.5)	6.8 (4.4 - 8.4)	
Mature	1994 July	1.4 (1.0 - 2.0)	7	46 (7 - 102)	3.3 (0.6 - 8.6)	4.76 (2.1 - 7.3)
	Aug.	1.2 (0.6 - 1.9)	29	108 (15 - 297)	8.8 (2.7 - 19.3)	4.43 (1.7 - 7.4)
	Sep.	1.2 (1.0 - 1.3)	3	199 (154 - 254)	17.1 (15.2 - 20.7)	3.1 (2.5 - 3.4)
	1995 June	2.9 (2.0 - 3.8)	2	171 (102 - 240)	5.8 (5.2 - 6.3)	4.94 (4.5 - 5.4)
	July	1.2 (0.6 - 2.4)	3	57 (16 - 126)	4.1 (2.8 - 5.2)	
	Aug.	1.2 (0.9 - 1.7)	3	91 (58 - 126)	8.6 (5.4 - 14.0)	5.53 (4.6 - 7.1)

Figures in table except ^{※1}, indicating mean values and ranges.

^{※2} Gonad index: (Ovary wt. / Body wt.) $\times 100$.

^{※3} Liver index: (Liver wt. /Body wt.) $\times 100$.

津軽海峡に分布するマダコの生態

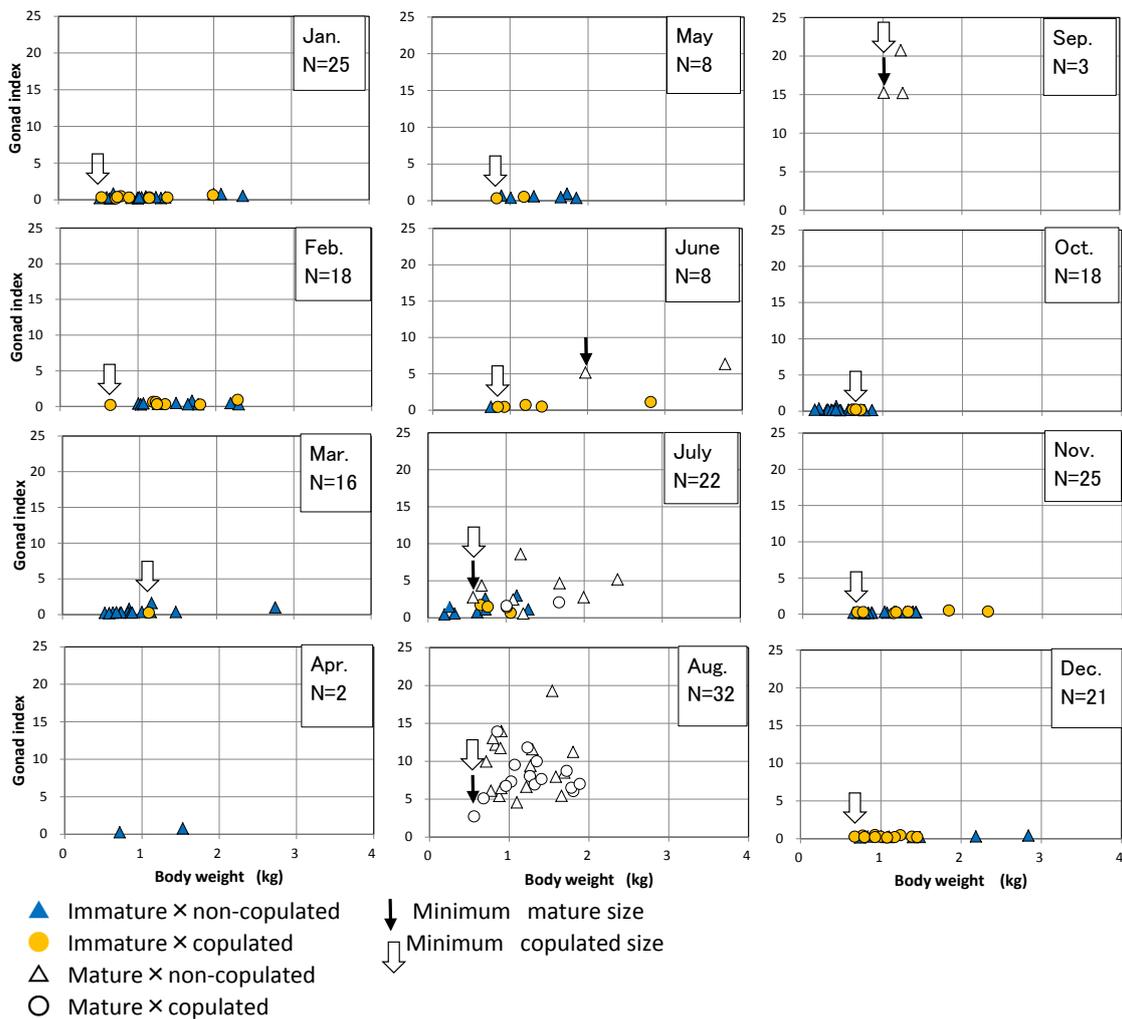


図9 マダコ雌の体重と熟度指数との関係

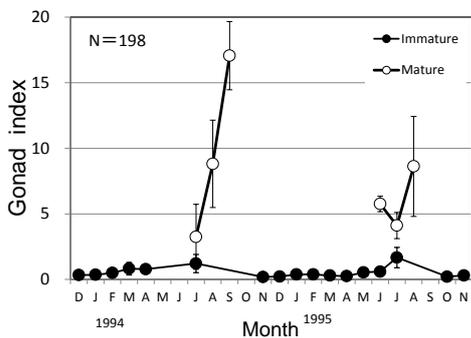


図10 マダコ雌の熟度段階別の熟度指数の月別変化. 平均値±標準偏差.

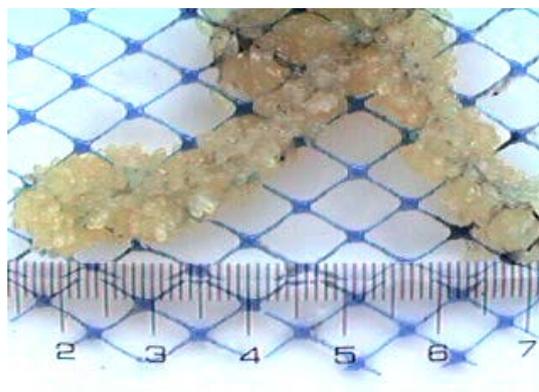


図11 化繊ネットに産卵されたマダコ卵. 1994年8月3日(佐井村).

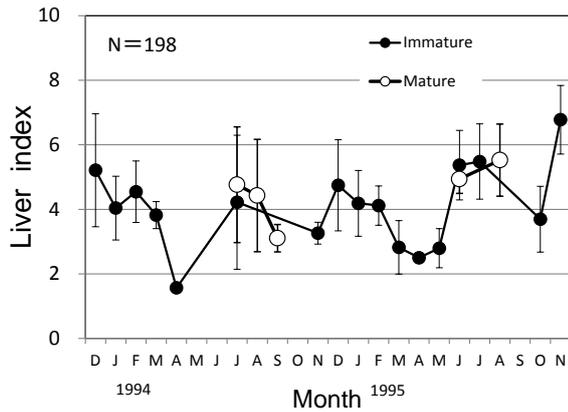


図 12 マダコ雌の熟度段階別の肝量指数の月別変化. 平均値±標準偏差.

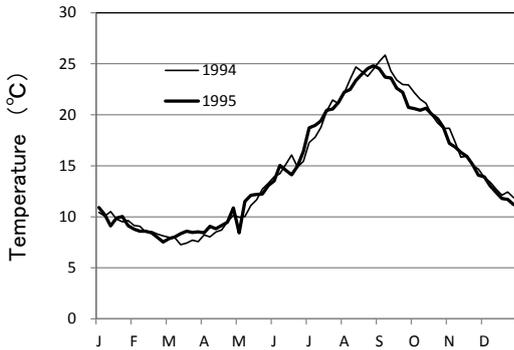


図 13 佐井村地先の表面水温の推移

2 マダコの体重組成と分布

2-1 体重組成

1993年12月～1995年11月の間に、佐井村で採集されたマダコの雌雄別体重組成を図15に示す。最も小型の個体は、雄では1995年10月採集の体重98g、雌では1995年10月採集の体重148g、最も大型の個体は、雄では1994年12月採集の体重3,660g、雌では1995年6月採集の体重3,780gの個体であった。最も多く漁獲された体重範囲は0.5～1.5kgで、体重2kg以上の個体が比較的多く漁獲されていた月は1994年11月～1995年2月であった。1994年9月には雌個体が著しく少なく、10月には全ての個体が雄であった。その後、11月には再び雌個体が漁獲されたが、その体重は1kg前後と小さい個体であった。同様に、1995年8月には雌個体の出現が減少し、9月には雄のみが出現し、10月には1kg未満の小型雌個体が出現した。

2-2 生息（水深）分布

1995年5月～1996年4月の間に、佐井村磯谷沿岸10～40mの各水深帯に15個ずつ設置した籠に入網したマダコの月別水深別採集個体数を求めた（表4）。合計341個体中62%の212個体は、8～10月の間に採集され、9月には合計141個体と調査期間中最も多く個体が採集された。水深別分布状況は、調査を行った全ての水深帯に分布していた。年間的水深別採集数は、水深が深いほど多くの個体が分布し、水深40mでの採集個体数は126個体で、全体の37%を占めていた。体重100g未満のマダコ小型個体は合計7個体で、いずれも8～10月に採集された。

同様に、1996年5月～1998年1月に風間浦村易国間沿岸水深10～40mに設置した籠に入網したマダコの月別水深別採集個体数を求めた（表5）。月により設置できなかった水深があることから単純比較はできないが、採集個体数が多かったのは、1996年、1997年ともに9月であった。一方、採集されなかった月は、1996年の5～6月、1997年の3～7月、11月であり、両年とも春季に採集されないことが共通していた。

3 マダコ漁業と漁獲時期

青森県全体と津軽海峡における、2003～2009年のタコ類全体とマダコの漁獲量と漁獲割合の推移を、表6に示す。この間の青森県全体のマダコ漁獲量は17～119トン、平均67トン、タコ類全体に占めるマダコの漁獲割合は0.6～5.1%、平均2.8%で大きく年変動していた。また、津軽海峡海域のマダコの年間漁獲量は7～62トン、平均は32トンで、タコ類全体に占める割合は0.4～4.6%、平均2.4%であった。2003～2009年の青森県におけるマダコの海域別の漁獲量と海域ごとの漁獲割合を、図15、表7に示す。この間、最も漁獲割合が多かったのは津軽海峡東部海域で、県全体の50%を占めていた。次いで、日本海と太平洋南部海域の漁獲割合がともに21%であり、津軽海峡西部海域と陸奥湾での漁獲割合はそれぞれ、2%と1%で非常に少なかった。青森県全体の年間漁獲量が80トンを超えた2004年、2005年、2007年には、

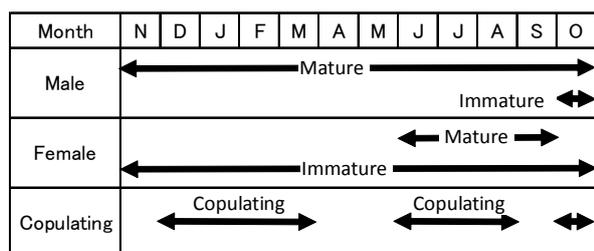


図 14 マダコの成熟段階別出現時期と交接時期.

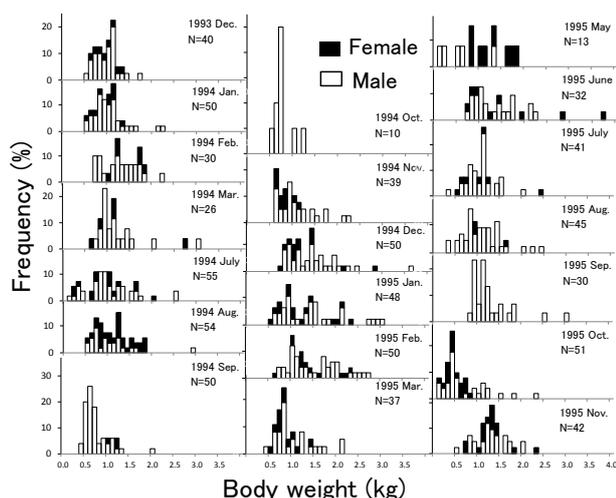


図 15 佐井村におけるマダコの月別体重組成の推移.

表 4 佐井村の試験籠によるマダコの月別水深別分布

Species	<i>Octopus si nensis</i>					
	Month/ Depth	10m	20m	30m	40m	Total
1995, May		0	1	0	2	3
June		1	5	4	7	17
July		0	1	3	10	14
Aug.		1	6	2	19	28
Sep.		15	28	38	60	141
Oct.		7	13	17	6	43
Nov.		3	6	5	4	18
Dec.		1	4	8	6	19
1996, Jan.		2	0	6	4	12
Feb.		7	5	0	0	12
Mar.		1	4	4	3	12
Apr.		6	6	5	5	22
Total		44	79	92	126	341

数字は、各水深毎に設置した15個の籠に入網した個体数.

表 5 風間浦村の試験籠によるマダコの月別水深別分布

Species	<i>Octopus si nensis</i>					
	Month/ Depth	10m	20m	30m	40m	Total
1996, May		-	0	0	-	0
June		-	0	0	-	0
July		0	1	1	-	2
Aug.		-	-	3	3	6
Sep.		-	-	7	9	16
Oct.		-	-	3	2	5
Nov.		-	-	7	0	7
Dec.		-	-	2	1	3
1997, Jan.		-	-	-	3	3
Feb.		-	3	-	-	3
Mar.		-	0	-	-	0
Apr.		0	0	-	-	0
May		-	0	0	-	0
June		-	-	0	-	0
July		-	-	0	-	0
Aug.		-	-	6	-	6
Sep.		-	-	10	7	17
Oct.		-	5	4	-	9
Nov.		-	0	0	-	0
Dec.		-	-	2	0	2
1998, Jan.		-	-	0	1	1
Total		0	9	45	26	80

※「-」は調査せず
数字は、各水深毎に設置した15個の籠に入網した個体数.

津軽海峡東部海域と太平洋南部海域での漁獲量が多かった.

長期間の漁獲データを収集した佐井村漁協における 1991~2009 年のマダコ年別漁獲量を、図 16 に示す. 年間漁獲量は、記録を 1991 年が 109 トンで最も多く、その後 3~30 トンの間で推移し、漁獲量は年により大きく変動していた. 2005 年までは長期的な増減傾向が観察されたが、2006 年以降は年により大きく変動していた.

佐井村における 1992~2009 年のマダコ月別漁獲量の推移を、図 17, 図 18 に示す. 漁獲量が多いのは 7~9 月の夏季であったが、11~1 月の冬季にも漁獲のピークが認められ、何れの年にも、10 月の漁獲量は非常に少なかった.

表 6 青森県と津軽海峡におけるタコ類に占めるマダコの漁獲割合

Year	Aomori prefecture			Tsugaru straits area		
	Amount of octopuses catch (ton)	<i>Octopus sinensis</i> (ton)	Frequency of <i>Octopus sinensis</i> (%)	Amount of octopuses catch (ton)	<i>Octopus sinensis</i> (ton)	Frequency of <i>Octopus sinensis</i> (%)
2003	2,781	17	0.6	1,563	7	0.4
2004	2,430	106	4.4	1,281	43	3.4
2005	2,360	119	5.1	1,334	62	4.6
2006	2,174	28	1.3	1,250	18	1.5
2007	2,600	83	3.2	1,487	53	3.6
2008	2,296	51	2.2	1,329	33	2.5
2009	1,857	22	1.2	1,054	10	1.0
Mean	2,440	67	2.8	1,328	32	2.4

表 7 2003年～2009年の海域別マダコ漁獲割合の推移

Area/Year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Mean
Sea of Japan	48	8	11	21	12	15	29	21
West area of Tsugaru strait	6	1	1	1	2	2	2	2
Mustu Bay	1	0	2	3	10	7	16	5
East area of Tsugaru strait	33	38	49	63	61	60	44	50
North area of Pacific ocean	1	2	2	1	1	2	2	1
South area of Pacific Ocean	11	51	35	12	15	13	7	21
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

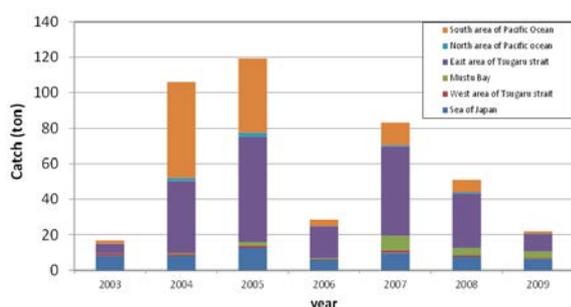


図 15 青森県におけるマダコの海域別年別漁獲量の推移.

佐井村以外の地域においても、年 2 回の漁獲時期のピークが認められるかを検討するため、日本海沿岸の深浦町大戸瀬、下北半島沿岸の佐井村、東通村石持、東通村野牛、太平洋の八戸市の 5 地区 (図 1) の 2003～2009 年のマダコの月別漁獲量を図 19 に示す。日本海側の深浦町大戸瀬では、6 月と 12～1 月の 2 度漁獲のピークが認められ、漁獲量が極端に多かった 1995 年 12 月を除くと、6 月と 12～1 月の漁獲量水準はほぼ同程度であった。佐井村では夏季の漁獲のピークは 8 月で、深浦町大戸

瀬に比較すると 2 ヶ月遅く、冬季のピークは 12～1 月で大戸瀬と同様であった。東通村石持では全ての年で冬季のみに漁獲のピークが認められた。石持に隣接する東通村野牛では 2005 年を除いて冬季のみに漁獲のピークが認められたが、6 月まで漁獲時期が継続し、他地区とは異なった状況を示していた。太平洋側の八戸では、2005 年を除いて 12～1 月にピークが認められた。2004 年 11 月には 18 トン、12 月には 33 トンと非常に多い漁獲量で、2005 年は周年漁獲量が多く、夏季にも漁獲のピークが認められた。5 地区に共通して、10 月の漁獲量は極端に少なかった。

佐井村と深浦町大戸瀬では、7～9 月と 11～1 月の 2 時期に漁獲のピークが認められた。これらの 2 時期の相互関係について、長期間の漁獲データがある佐井村において検討を行った。7～9 月までの合計漁獲量と、その後の 11～1 月までの合計漁獲量との関係を調べた結果、相関係数 $r=0.200$ で有意ではなかった ($P>0.05$, 図 20)。一方、11～1 月までの合計漁獲量と、その後の 7～9 月までの合計漁獲量との関係は、 $r=0.58$ で有意な正の相関が認められた ($P<0.05$; 図 21)。

津軽海峡に分布するマダコの状態

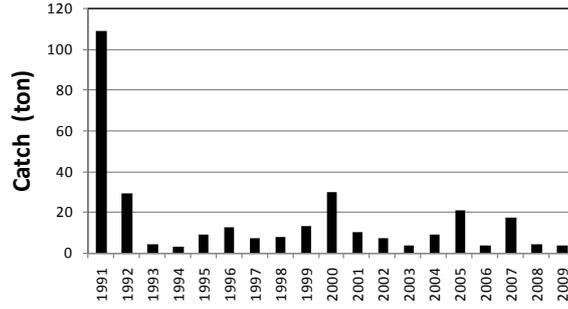


図 1 6 佐井村におけるマダコの年別漁獲量の推移.

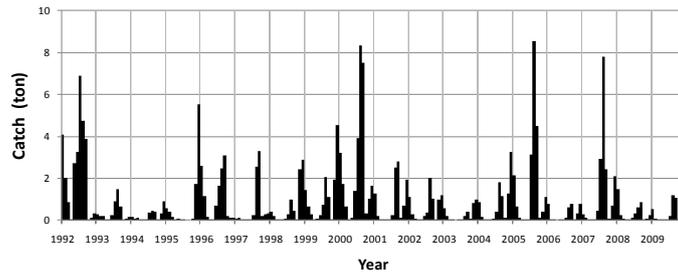


図 1 7 佐井村におけるマダコの月別漁獲量の推移.

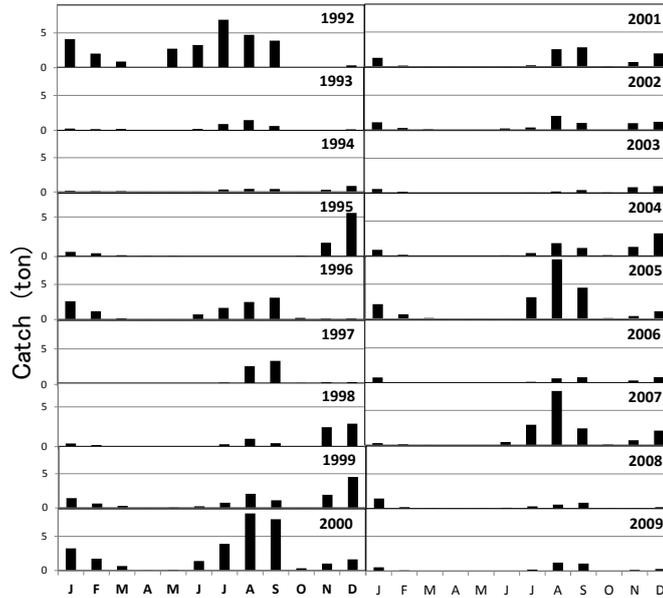


図 1 8 佐井村におけるマダコの年別、月別漁獲量

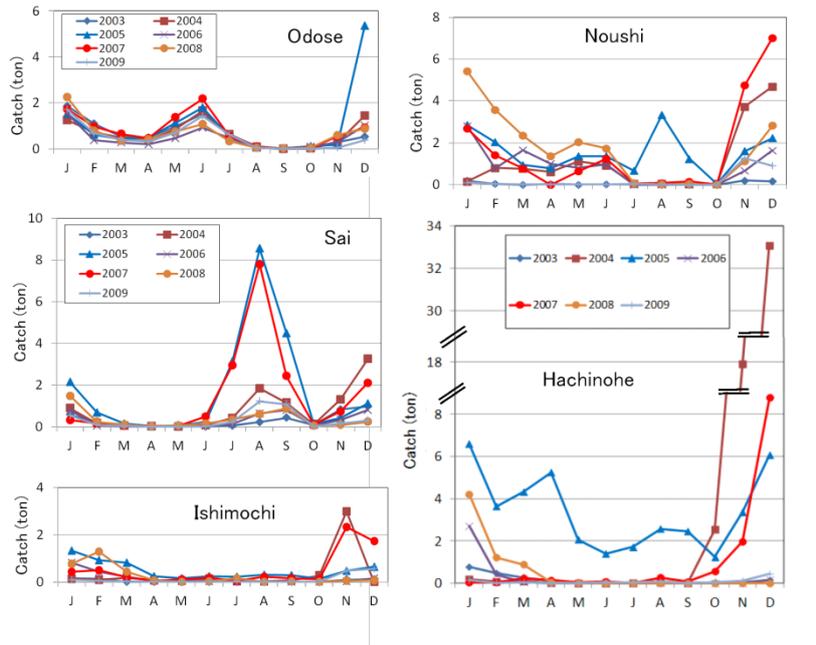


図 19 大戸瀬、佐井村、石持、野牛、八戸におけるマダコの月別漁獲量の推移。

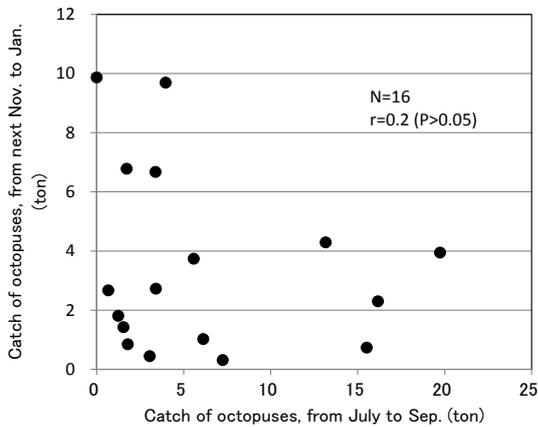


図 20 佐井村におけるマダコの 7 月から 9 月の合計漁獲量とその後の 11 月から 1 月の合計漁獲量との関係。

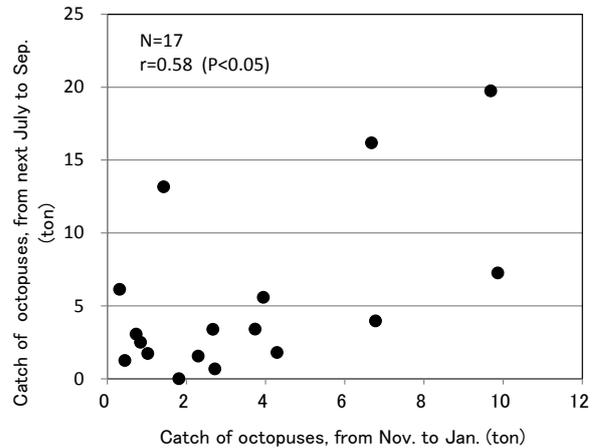


図 21 佐井村におけるマダコの 11 月から 1 月までの合計漁獲量と、その後の 7 月から 9 月の合計漁獲量との関係

考 察

マダコは、青森県沿岸の日本海、津軽海峡、太平洋と陸奥湾湾口部で漁獲される。地方名は「イシダコ」、「ゴジラダコ」、「ガンダコ」と呼ばれ、「イシダコ」は「石だこ」と表記される。ミズダコに比較して肉質が硬く、その食感から「石

だこ」「ゴジラダコ」と呼ばれている。

マダコを対象とした専獲漁法は、津軽海峡沿岸では主に籠漁法と磯まわりの鉤獲り漁法、日本海沿岸では磯まわりの鉤獲り漁法であり、他魚種との混獲漁法は、ミズダコを目的としたタコ樽流し漁法、アイナメやソイ類を目的とした籠漁法、底たて網漁法、刺網漁法などによる。津軽海峡沿岸

で用いられる籠漁具は、折りたたみ式の角籠と丸籠である。津軽海峡沿岸の佐井村では、1970年代までは夏季の夜間に懐中電灯の明かりをつけ、海岸から鉤獲りにより漁獲し自家消費としていたが、近年はあまり行われなくなった（佐井村漁協田中氏私信）。

津軽海峡沿岸では、マダコは以前から漁獲対象とされていたが、食習慣が少ないことから、その利用が漁業者の自家消費か、流通されたとしても安価で取引されていた。1990年に津軽海峡沿岸でマダコが大量に漁獲されたことを契機に、本種が瀬戸内海や東京湾などで高価格に取引されているマダコと同種であることが流通業者間で認知された。それ以降、高価格で取引されるようになり、漁協での受託販売が積極的に行われるようになった。

本種の雌の熟度判別基準は研究者により異なっており、卵巢と体重の重量比（田中 1959, 坂口 2006）、卵巢の色調（畑中 1979）で行われている。坂口（2006）は、伊予灘のマダコで、生殖腺指数（ $GSI = (OW/BW) \times 100$, OW : 輸卵管を含む卵巢重量 (g), BW : 体重 (g)) と卵巢内の卵黄の蓄積状態を観察し、 GSI が 4~8 の個体の全ての卵母細胞に卵黄の蓄積があったことから、 GSI 4 以上を成熟個体と見なしている。本研究では、輸卵管重量を除いた卵巢重量のみで熟度指数を算出しており、坂口の結果と単純比較できないが、雌未熟個体の熟度指数は 0.1~3.0, 成熟個体は 0.6~20.7 で、成熟個体 47 個体中 40 個体 (85%) が熟度指数 4 以上であった。このことから、熟度指数を判別基準としてもほぼ問題ないと考えられた。

本種の産卵期は、福島県で 5~6 月、茨城県~千葉県で 3~6 月と 9~10 月、千葉県小湊で 5~6 月と 9~10 月、東京湾で夏季、瀬戸内海明淡地区で 9~10 月（主群）と 4~5 月（小群）、周防灘で 5~6 月と 9~10 月、鳥取で 5~6 月（海洋生物環境研究所 1991）、伊予灘で 5~11 月（坂口 2006）と報告され、海域により産卵期が年 1 回と年 2 回が確認されている。本研究では、成熟個体出現時期が 6~9 月で、産卵が確認されたのが 8~9 月であり、産卵時期は年 1 回であった。

本種の性比については、伊予灘の個体では体重 500g 未満で雌雄ともほぼ同数で、体重が増加するに従って雄が多くなり、体重 2kg 以上では雄が雌の約 5 倍であった（坂口 2006）。一方、宮城県、茨城県、千葉県のマダコでは性比はほぼ 1:1 であった（田中 1959）。本研究では、雌雄比 1:3 で雄が多いが、体重 500g 未満個体でも雄が多く、坂口（2006）、田中（1959）の結果と異なっていた。坂口（2006）は、大型個体で雌が少ないのは、産卵のため産卵床に定着して漁獲効率が低下するためとしている。しかし、本研究では周年にわたって雄が多いことから、産卵行動以外の要因が考えられた。

本研究から、津軽海峡に分布するマダコには、主に春季~夏季に漁獲される群（夏群）と、主に秋季~冬季に漁獲される群（冬群）の 2 群が確認された。夏群の特徴は、体重が 0.5~2 kg で、雌は夏季に成熟、産卵していた。冬群の特徴は、体重が 0.5kg~3 kg で、2 kg を超える大型個体も多く、雌は未熟であった。漁獲量は夏群より冬群の方が多く、夏群は漁獲量の年変動が大きい。両群の端境期である 9~10 月には、1.5 kg 以上の大型雄の出現は少なくなり、雌は出現しないか体重 100g の小型未熟個体のみとなる。マダコは産卵からふ化までが 22~27 日、浮遊期間は約 2 ヶ月（坂口 2006）と報告されている。津軽海峡で 8~9 月に産卵された群が、11 月以降に体重 2 kg 以上で漁獲加入することは成長速度の点から考えられず、さらに、漁獲量変動の解析では夏群とその後の冬群との間には有意な相関は認められなかった。以上のことから、11 月以降に出現した大型の群は 8~9 月に産卵、ふ化した群とは異なり、他海域もしくは深い水深帯から移動、加入した群と考えられた。

房総半島太平洋側に分布するマダコでは、南三陸まで大回遊する群と周年地先に分布する群がある（田中 1958, 1960, 1985）。大回遊する途中の茨城県沖では、夏季の「地付きダコ」と秋以降の「渡りダコ」の 2 つの群が報告されている（宇野ら 1959, 藤本・宇野 1959）。また、福島県沖では、茨城県以南で 3~6 月に生まれて、浮遊幼生期に仙台湾沖漁場に稚ダコとして供給され、その後、南

下し 10 月～1 月に福島県沖で漁獲される群（南下ダコ）と、福島県沖で 5～9 月頃に産卵する群、5～8 月に茨城県以南から北上する 3 つの群の存在が報告されている（秋元・佐藤 1980）．水口（2008）、水口・出月（2016）は、大回遊する群を「渡り群」、一生を狭い海域で過ごす群を「地着き群」とし、三陸から九州にかけて全国に 5 つの渡り群と多くの地着き群があり、外房～南三陸に分布する両群の特徴として、渡り群はサイズが大きく、産卵期が 4～5 月なのに対し、地着き群は小さく、産卵期は 7～9 月と報告している（水口 2008）．

これらのことから、津軽海峡に分布するマダコでも、地着き群と渡り群の存在が考えられた．両群を体重や出現時期から明確に区別することは難しいが、佐井村に分布するマダコを例にとると、春季から夏季に漁獲され、小型で雌雄とも夏に成熟するグループ（夏群）が地着き群、秋季から冬季にかけて漁獲され、大型で雌が未熟なグループ（冬群）が渡り群で、漁獲時期や漁獲サイズ、成熟パターンは、冬群の成熟が確認されなかったことを除くと、外房～南三陸に分布する群（宇野ら 1959, 藤本・宇野 1959）と同様の傾向が認められた．

伊予灘東部海域のマダコの寿命は、1 年または 1 年 4 ヶ月と推定されている（坂口 2006）．津軽海峡のマダコの寿命が 1 年とすると、夏群（地着き群）は津軽海峡で夏季に産卵し、ふ化後成長し、翌年再び夏季に産卵すると考えられた．一方、冬群（渡り群）の生活史については未解明な点が多い．夏群との関係や、11 月以降に漁獲加入した大型個体がどこから移動してきたのか、また、3～4 月の漁獲量減少が他海域への移動によるものか、もしくは雌が成熟、産卵せず津軽海峡域で死亡するのかが不明である．

津軽海峡を流れる津軽暖流の上流部に位置する日本海側に位置する大戸瀬だけが、毎年 6 月に漁獲のピークが認められ、夏群と冬群の中間的な傾向を示しており、他の 4 地区と異なっていた（図 19）．房総半島太平洋側に分布するマダコは、南三陸まで大回遊している（田中 1958, 1960, 1985）．本種が長距離の移動能力を有しているこ

とがわかっており、青森県周辺で漁獲されるマダコも資源範囲が海域、県域を越える可能性も考えられる．マダコの移動については、土屋ら（1986, 1988）が東京湾において皮下染色法による標識放流で移動を調べている．その結果、夏季に放流した 622 個体で冬季に再捕されたのは皆無で、冬季群は水温低下とともに南下し、冬季南下個体は 3～4 月に東京湾湾口部で産卵すると推察されている．今後、青森県日本海、太平洋海域でのマダコの性成熟、さらには、秋田県や岩手県沿岸の分布、漁獲時期、成熟期を調べることにより、本種の地域個体群としての分布範囲や移動回遊生態を調べる必要がある．

津軽海峡沿岸には、北方種であるミズダコと南方種であるマダコが同所的に分布する．このことから、両種の生態学的特徴を比較、検討するため、本研究で得られた両種の生物学的情報を表 8 に整理した．ミズダコは大型、長寿命で冬季～春季に成熟、産卵し、マダコは小型、短寿命で夏季に成熟、産卵する．ミズダコは移動範囲がほぼ津軽海峡内に限定され、季節的に深淺移動を繰り返す．一方、マダコは津軽海峡以外の地域との水平的な移動が考えられる．津軽海峡は津軽暖流と親潮の影響下にあり、沿岸からの海底地形が急深で、本州と北海道の間は水深 200m 以上である．異なる水温耐性を持つ両種にとって、津軽海峡内を季節的に垂直、水平移動を行うことにより、適水温帯を選択していることが考えられた．

謝 辞

本研究を取りまとめるに当たり、桜井泰憲北海道大学名誉教授からは常に懇切、丁寧なご指導と激励をいただいた．ここに、衷心より感謝の意を表します．また、北海道大学大学院水産科学研究院高津哲也教授、綿貫豊教授、山本潤助教には、博士論文の校閲と助言を、東北大学農学部 Ian G. Gleadow 准教授には、度々の貴重なアドバイスと投稿論文の英文校閲を、元青森県水産試験場調査部、資源管理部職員の方々には膨大な試料の測定に協力いただいた．あらためて深く感謝申し上げます．

表8 青森県周辺におけるミスダコとマダコの生態の比較

項目	ミスダコ (<i>Enteroctopus dofleini</i>)		マダコ (<i>Octopus sinensis</i>)	
	オス	メス	オス	メス
最大体重	37.0kg	36.0kg	3.7kg	3.8kg
精莢本数	1～12本	—	34～389本	—
精莢長	11.0～116.0cm	—	3.1～9.2cm	—
成熟時期	12～5月	1～5月	周年	6～9月
最小成熟サイズ	10.2kg	8.5kg	0.1kg	0.5kg
最小交接サイズ	—	10.6kg	—	0.5kg
交接時期	1～5月		ほぼ周年	
産卵期	春季		夏季	
抱卵数	38,000～94,000個		不明	
性比(F/M)	0.83		0.33	
寿命	4年6ヶ月	5年	1年?	
分布水深	夏季は深所, 秋季～春季は浅所		周年浅所に分布	
移動・回遊	津軽海峡内に限定		地着き群と渡り群の可能性	

要約

マダコの性成熟と生殖は、1993年12月～1995年11月に津軽海峡周辺海域で採集した雄598個体、雌198個体、合計796個体を用い、畑中(1996)の方法に従い、精莢形成と卵巣色調を熟度判別基準に調べた。マダコの分布は試験籠により、漁獲サイズは漁獲物体重測定により、漁獲時期は漁獲統計によりそれぞれ調べた。その結果、マダコの性成熟では、雄は、最小成熟体重0.1kgで周年成熟し、雌は周年交配し、最小交配体重0.5kg、最小成熟体重0.5kgで6～9月に成熟、8～9月に産卵する。漁獲時期、性成熟、体サイズから、秋季～冬季に漁獲される冬群と、春季～夏季に漁獲される夏群が認められ、冬群は「渡り群」、夏群は「地着き群」と考えられた。津軽海峡ではマダコは周年浅所で漁獲され、年間漁獲量は7～62トンで年変動が大きい。

引用文献

- 秋元義正. 1980. マダコの生態—II 漁獲の大きさと産卵. 福島水試研報, 6: 20-29.
- 秋元義正・佐藤 照. 1980. マダコの生態—I 漁獲量の変動と移動. 福島水試研報, 6: 11-19.
- 青森県水産増殖センター. 1989. II放流漁場における育成管理技術 1 育成技術(害的生物と駆除). 放流技術開発事業報告書(放流漁場高度利用技術開発事業あわび類), 青森県水産増殖センター: 6-12.
- 藤本 武・宇野守一. 1959. マダコ漁業資源に関する地域的基礎研究—II マダコ *Octopus(octopus) vulgaris* LAMARCK の産卵期について(第1報). 茨城水試研報, 昭和31年・32年: 119-123.
- 藤田恒雄・山本淳. 2003. 海岸に打ち上がったアワビ貝殻から推定したマダコによるアワビ食害について. 福島水試研報, 11: 1-10.
- 藤田恒雄. 2004. マダコ食害による水揚げアワビの小型化. 福島水試研報, 12: 13-17.
- 畑中 寛. 1979. アフリカ北西岸水域におけるマダコの産卵期について. 日水誌, 45: 805-810.
- 堀木信男. 2001. 友ヶ島周辺海域におけるマダコの漁業実態. 和歌山農水総技セ水試事報, 平成11年度, 187-193.
- Ian G. Gleadall. 2016. *Octopus sinensis* d'Orbigny, 1841 (Cephalopoda: Octopodidae): Valid Species Name for the Commercially Valuable East Asian Common Octopus. *Species Diversity* 21: 31-42.
- 今井正昭. 1992. 東京湾の奇形マダコについて. 神奈川水試研報, 13: 19-25.
- 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, 50pp.
- 井上喜平治. 1977. 蛸の国. 関西のつり社, 264pp.
- 海洋生物環境研究所. 1991. 沿岸至近域における海生生物の生態知見. 魚類・イカタコ類編, イカ・タコ類(24)マダコ, 財団法人海洋生物環境研究所, 東京都: 561-594.
- Mangold, K. 1983. 21 *Octopus vulgaris*. In "Cephalopod Life Cycles" (ed. By P. R. Boyle). Vol. 1, Academic Press, London, pp. 335-364.
- 水口憲哉. 2008. 「渡り」と「地着き」でここまで違うマダコの生態に迫る, つり人, 2008年2月号: 120-123.
- 水口憲哉・出月浩夫. 2016. マダコの地着きと渡り. 水産振興, 584, 東京水産振興会, 東京, 110pp.
- 仲村俊毅・高橋克成・三戸芳典・青山禎夫・田中俊輔・平野 忠. 1985. 青森県外海域におけるホタテガイ放流試験の調査結果概要. 青水増事報, 14: 168-180.
- 奥谷喬司・田川 勝・堀川博史. 1987. 日本陸棚周辺の頭足類. 社団法人日本水産資源保護協会, 東京, 189pp.
- 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.
- 佐藤恭成. 1998. 青森県佐井村におけるミズダコ, マダコの漁業と生態 資源管理型漁業推進総合対策事業 沿岸特定資源調査. 青森水試事報 平成7年度: 197-214.
- 清水詢道. 1983. 東京湾のマダコ資源の研究—I 漁獲統計からみた資源の変動. 神奈川水試研報, 5: 35-40.
- 清水詢道. 1984. 東京湾のマダコ資源の研究—II 走水地先の資源量の推定. 神奈川水試研報, 6: 43-49.
- 篠原基之. 2000. 備讃瀬戸中央部におけるマダコの産卵期. 岡山水誌報告, 15: 4-9.
- 塩垣 優・川村 要・中西広義. 1975. 三沢沖タコ類の

- ホタテガイ食害試験. 青水増事業概要, 4 : 39-46.
- Takeda, R. 1990. Octopus Resources. Mar. Behav. Physiol. 18 : 111-148.
- 田中二良. 1958. 外房におけるマダコ *Octopus vulgaris* LAMARCK 資源の性状について. 日水誌, 24 : 601-605.
- 田中二良. 1959. タコの増殖に関する基礎研究. 東京大学博士論文, 66pp.
- 田中二良. 1960. マダコの蓄養と養成. 水産増殖, 7 (4) : 25-30.
- 田中二良. 1985. 海を泳いで旅するマダコ. アニマ : 155, 96-100.
- 土屋久男・池田文雄・清水詢道. 1986. 東京湾のマダコ資源の研究—Ⅲ マダコの標識放流方法について. 神奈川水試研報, 7 : 45-51.
- 土屋久男・矢沢敬三・作中 宏. 1988. 東京湾のマダコ資源の研究—Ⅳ 皮下染色による標識放流調査 (移動・漁獲率). 神奈川水試研報, 8 : 17-26.
- 宇野守一・藤本 武・武藤康博・木梨 清・木梨重雄. 1959. マダコ漁業資源に関する地域的基礎研究—Ⅰ マダコ漁業について (第1報), 昭和 31, 32 年度茨城水試報告 : 112-118.
- 山内弘子・小坂義信・吉田達・鹿内満春. 2007. ほたてがい増養殖 IT 推進事業 (地まき増殖ホタテガイ実態調査Ⅱ). 青水総研増事報, 36 : 175-179.
- 山内弘子・小坂義信・吉田達・川村要. 2008. ほたてがい増養殖 IT 推進事業 (地まき増殖ホタテガイ実態調査Ⅱ). 青水総研増事報, 37 : 171-174.
- 山内弘子・小坂義信・吉田達・川村要. 2009. ほたてがい増養殖情報高度化事業, 地まき増殖ホタテガイ実態調査Ⅱ. 青水総研増事報, 38 : 207-211.