

相模湾西部沿岸におけるマナマコの分布と産卵期

片山俊之・木下淳司

Distribution and spawning season of seacucumber *Apostichopus Japonicus* on the coast of western Sagami Bay

Toshiyuki KATAYAMA*, and Junji KINOSHITA**

緒言

マナマコ *Apostichopus japonicus* は、北海道から鹿児島種子島にいたるまでの日本沿岸に広く分布しており¹⁾、相模湾西部沿岸では主に素潜り漁や刺網漁で漁獲されている。マナマコには腹部の色彩の違いからアカ型・アオ型・クロ型の3型が存在することが知られており²⁾、相模湾西部沿岸で漁獲されるのは主にアカナマコである。アカナマコの分布については、比較的外洋性的性格をおびた沿岸の岩礁地帯と、その付近の瀬のような小石または礫地帯に限定されることが知られている²⁾。また、マナマコは高水温期には夏眠することが知られており³⁾、福岡県が実施した筑前海におけるアカナマコを対象とした調査では、アカナマコの水温別活動状況は、水温16℃以下が活動期、16～20℃が夏眠移行期、20℃以上が夏眠期と類別されている⁴⁾。

マナマコの需要については1990年代より中国を中心にして急速な広がりを見せており、特に2000年代に入ってから中国への輸出が急増し、それに伴い北海道や陸奥湾などの北日本地域、瀬戸内海や長崎県大村湾などの西日本地域、さらに北陸や中部地方など日本全域においてマナマコ漁獲量が急増した⁵⁾。相模湾西部沿岸では主に生食用として韓国へ輸出され、マナマコの漁獲量は2006年以降高い水準で推移しており(図1)、沿岸漁業における主要漁獲対象種の一つとなっている。一方で、漁獲量の増加による資源への影響も懸念されている。資源の持続的利用のためには生態に関する基礎的知見が重要であるが、これまでマナマコの生態について本県沿岸で調査された事例はない。そこで、神奈川県小田原市沿岸のマナマコ(アカナマコ)について、分布と産卵期について調査を行った。

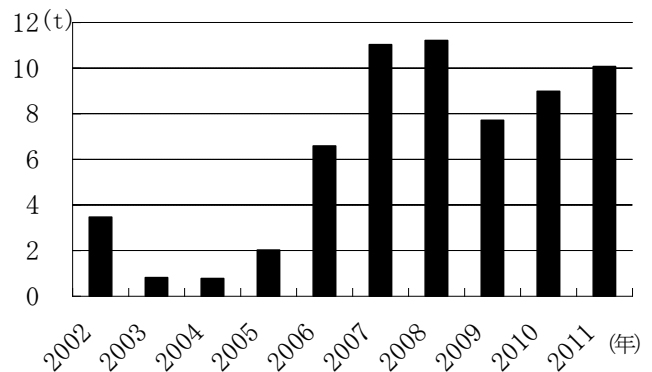


図1. 相模湾西部におけるマナマコ漁獲量の推移

方法

分布調査

調査は2007年1月から7月、2007年12月から2008年3月、2008年11月から2009年7月、2009年12月から2010年7月に実施した。調査日程の詳細について表1に示す。表の数値は調査実施日を表している。また、Stn. Bにおいて2009年4月30日に実施した調査は5月分の調査として扱った。神奈川県小田原市沿岸にStn. A(小田原市米神地先の岩礁帯)、Stn. B(小田原市江之浦地先の岩礁帯)、Stn. C(小田原市本町地先に設置された人工リーフ)を設定し、3箇所において潜水調査を行った(図2)。調査ポイントの地形について、Stn. Aは水深10m、Stn. Bは水深20mまで天然の岩礁域であり、それ以深は砂地である。調査水深はStn. Aが3m、5m、7.5m、10mであり、Stn. Bが3m、5m、7.5m、10m、15m、20mである。Stn. Cでは水深5～10mに設置された40トン型エクスペックブロックについて調査を行った。Stn. A、Stn. Bについては調査水深ごとに長さ20mのロープを海岸線と平行に設置し、2007年1月から2008年3月はロープを中心として両側50cmの範囲内(20m×1m)、2008年11月以降はロープを中心として両側85cmの範囲内(20m×1.7m)に生息しているマナマコを計数

表1. 調査実施日

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	11月	12月
Stn. A	2007年	10	5	7	16	24	--	4	--	--
	2008年	10	--	--	--	--	--	--	26	19
	2009年	7	5	5	1	1	2	3	--	2
	2010年	--	5	29	--	28	--	2	--	--
Stn. B	2007年	11	6	8	18	23	--	3	--	--
	2008年	9	18	--	--	--	--	--	25	18
	2009年	6	4	6	2	4月30日	--	2	--	24
	2010年	14	22	11	6	10	1	--	--	--
Stn. C	2007年	4	1	23	--	25	--	--	--	--
	2008年	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2009年	23	24	27	17	26	18	--	--	1
	2010年	--	--	31	26	--	12	--	--	--

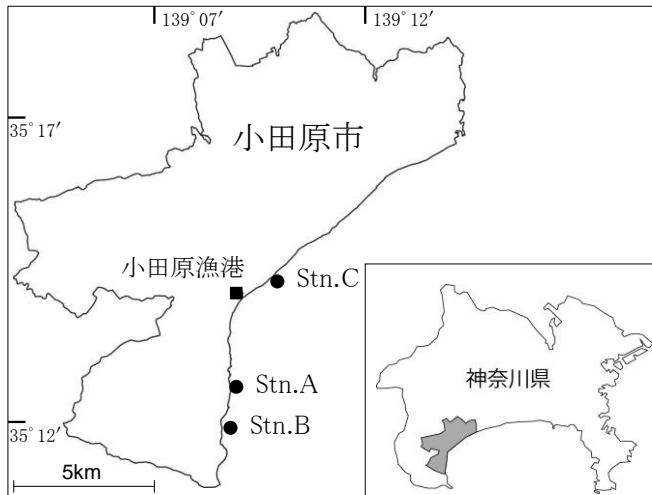


図2. 調査地点

した。Stn. Cではブロックの上面 (6 m²)、側面 (11 m²) に生息する個体をそれぞれ計数した。Stn. A、Stn. Bについて年別水深別出現割合と月別水深別出現割合を算出した。

Stn. Bにおける調査時にアレック電子 (現JFEアドバンテック) 株式会社製STD (AST-1000) を用いて水深10mの水温を測定した。欠測日については、相模湾試験場がStn. Bの南西沖水深70m地点 (北緯35度11分29秒、東経139度08分45秒) に設置している日油技研製水温計e monitorによる測定値を用いた。本水温計は水深5m、10m、15m、20m、30m、40m、50m、60mの水温を10分に1回の頻度で記録している。分布調査は毎回午前9時から10時頃に行うため、水深10mにおける午前9時から10時の平均水温を使用した。

生殖腺重量調査

表1の塗りつぶし部分は分布調査と併せて生殖腺重量調査を行った日を示している。分布調査時にマナマコを2個体~25個体サンプリングし、海水を満たしたバケツに入れ研究室に持ち帰った後各種測定を行った。分布調査時にサンプリングしたマナマコは、体表面の水分を取り除くためザルに約1時間静置した。その後、湿重量を測定し、内臓を取り出した後、目視による生殖腺の観察を行い、殻重量 (内臓を除いたもの) および生殖腺重量を測定した。生殖腺は表面の水分をタオル等で拭き取って重量を測定した。生殖腺重量と殻重量から生殖腺指数 (=生殖腺重量/殻重量×100) を算出した。マナマコの成熟については、殻重量200g以上の個体は200g未満の個体に比べ生殖腺の発達が良好であるという報告があるため⁶⁾、殻重量200g以上とそれ未満の個体について殻重量と生殖腺重量の関係を検討した。

結果

分布調査

Stn. Bで測定した水深10mの水温を表2に示す。

2007年1月から7月、2007年12月から2008年3月、2008年11月から2009年7月、2009年12月から2010年7月の分布密度を図3に示す。

2007年1月から7月の分布密度は、Stn. Aでは1月には0.70個体/m²であり、2月に0.83個体/m²、3月に0.90個体/m²と増加した。その後、4月に0.70個体/m²、5月に0.31個体/m²、7月に0.13個体/m²と減少した。Stn. Bでは1月から5月まで0.25個体/m²~0.31個体/m²とほぼ横ばいであ

った。その後7月には0.07個体/m²に減少した。Stn. C 減少した。
 では1月に0.07個体/m²、2月に0.09個体/m²、3月に 2007年12月から2008年3月の分布密度は、Stn. Aでは12
 0.20個体/m²と増加し、その後5月には0.09個体/m²と

表2. Stn. Bにおける調査日の水深10mの水温 (°C) (欠測時は定置水温計により補足)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	11月	12月
2007年	14.6	15.3	16.4	15.4	19.0	--	20.9	--	16.8
2008年	15.5	14.0	14.5	16.2	--	--	19.4	18.9	18.0
2009年	17.2	13.9	13.0	13.9	17.3	19.7	19.6	19.9	17.3
2010年	15.7	15.8	14.3	15.1	17.9	18.6	21.2	--	--

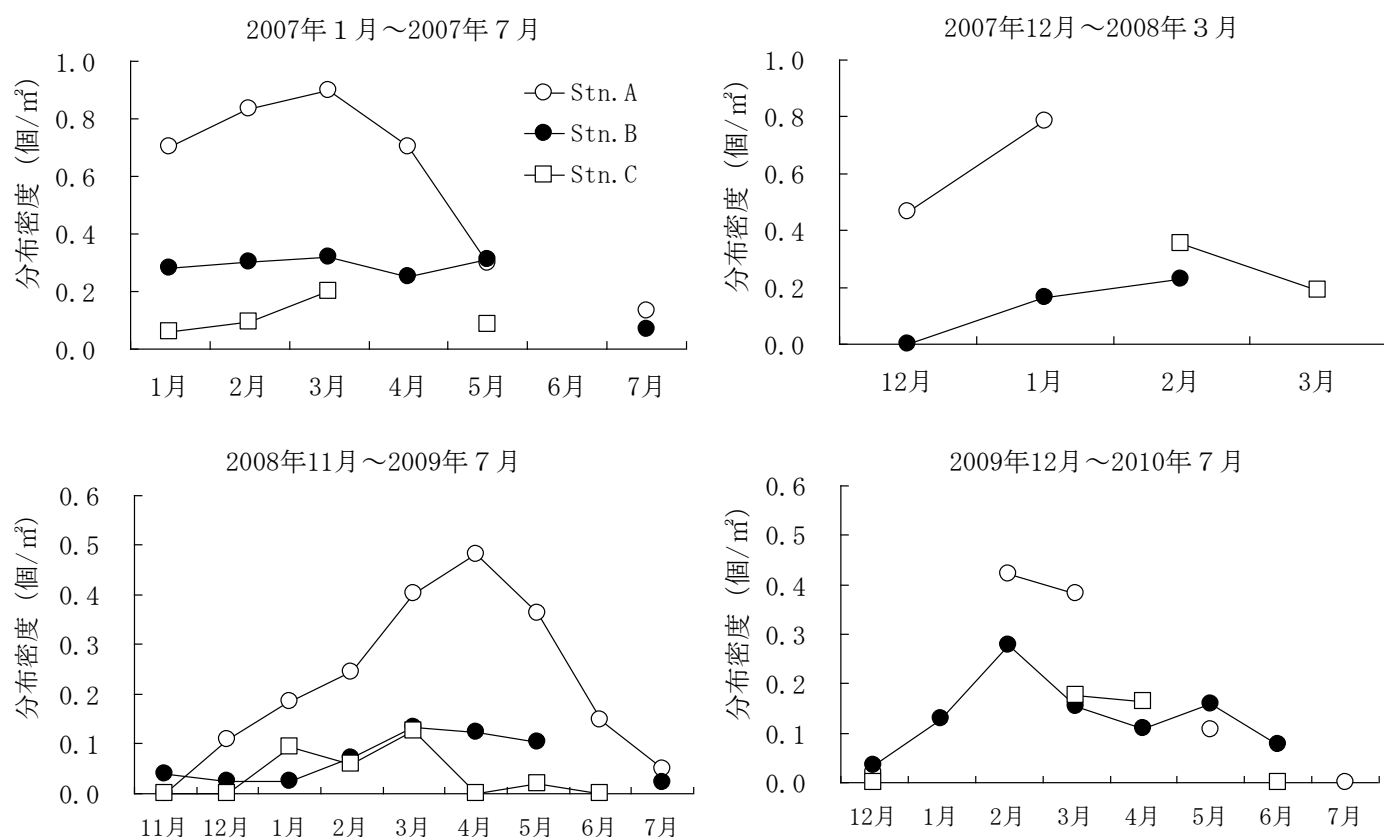


図3. 分布密度の推移

月に0.47個体/m²であり、1月には0.78個体/m²と増加した。Stn. Bでは12月には0個体/m²であり、1月に0.16個体/m²、2月に0.23個体/m²と増加した。Stn. Cでは2月に0.36個体/m²であり、3月に0.19個体/m²と減少した。

2008年11月から2009年7月の分布密度は、Stn. Aでは11月には0個体/m²であったが、その後4月にか

て増加した。4月に0.48個体/m²でピークを迎えた後減少し、7月には0.05個体/m²となった。Stn. Bでは11月に0.04個体/m²であり1月にかけてわずかに減少傾向であった。その後、2月には0.06個体/m²となり、3月に0.13個体/m²で最大となった。4月、5月はそれぞれ0.12個体/m²、0.10個体/m²であった。7月には減少し、0.02個体/m²となった。Stn. Cでは1月に初めて出現が確認され、0.09個体/

m²であった。3月には0.13個体/m²で最大となり、4月に0個体/m²となった。その後、5月に0.02個体/m²となり、6月には再び0個体/m²となった。

2009年12月から2010年7月の分布密度は、Stn. Aでは12月から出現が確認され、0.02個体/m²であった。その後は2月、3月にそれぞれ0.42個体/m²、0.38個

体/m²であった。5月には0.11個体/m²に減少し、7月には0個体/m²となった。Stn. Bでは12月から出現が確認され、0.04個体/m²であった。2月には0.28個体/m²に増加し、3月には0.15個体/m²となった。その後5月には0.16個体/m²となり、6月に

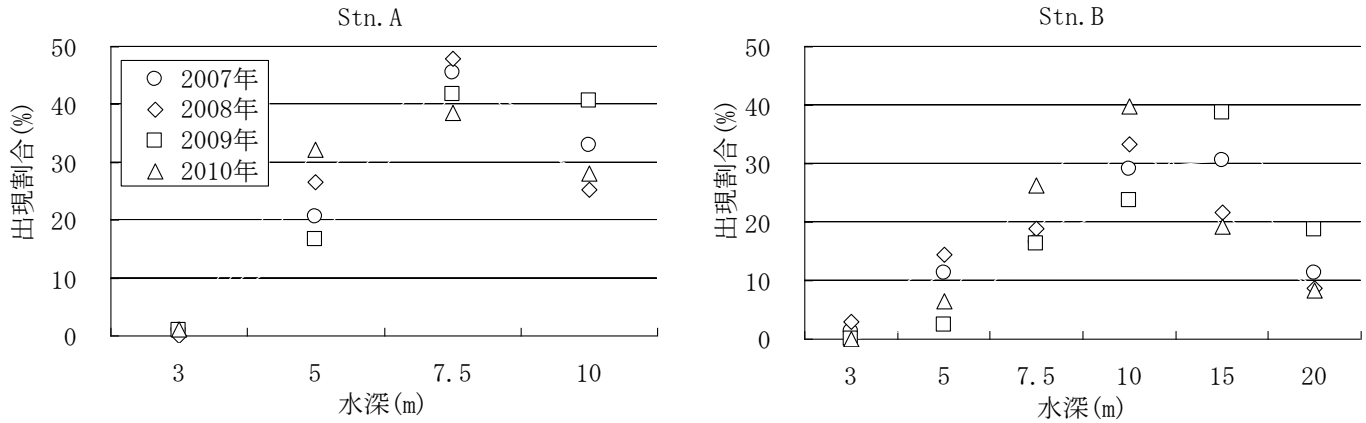


図4. 年別水深別出現割合

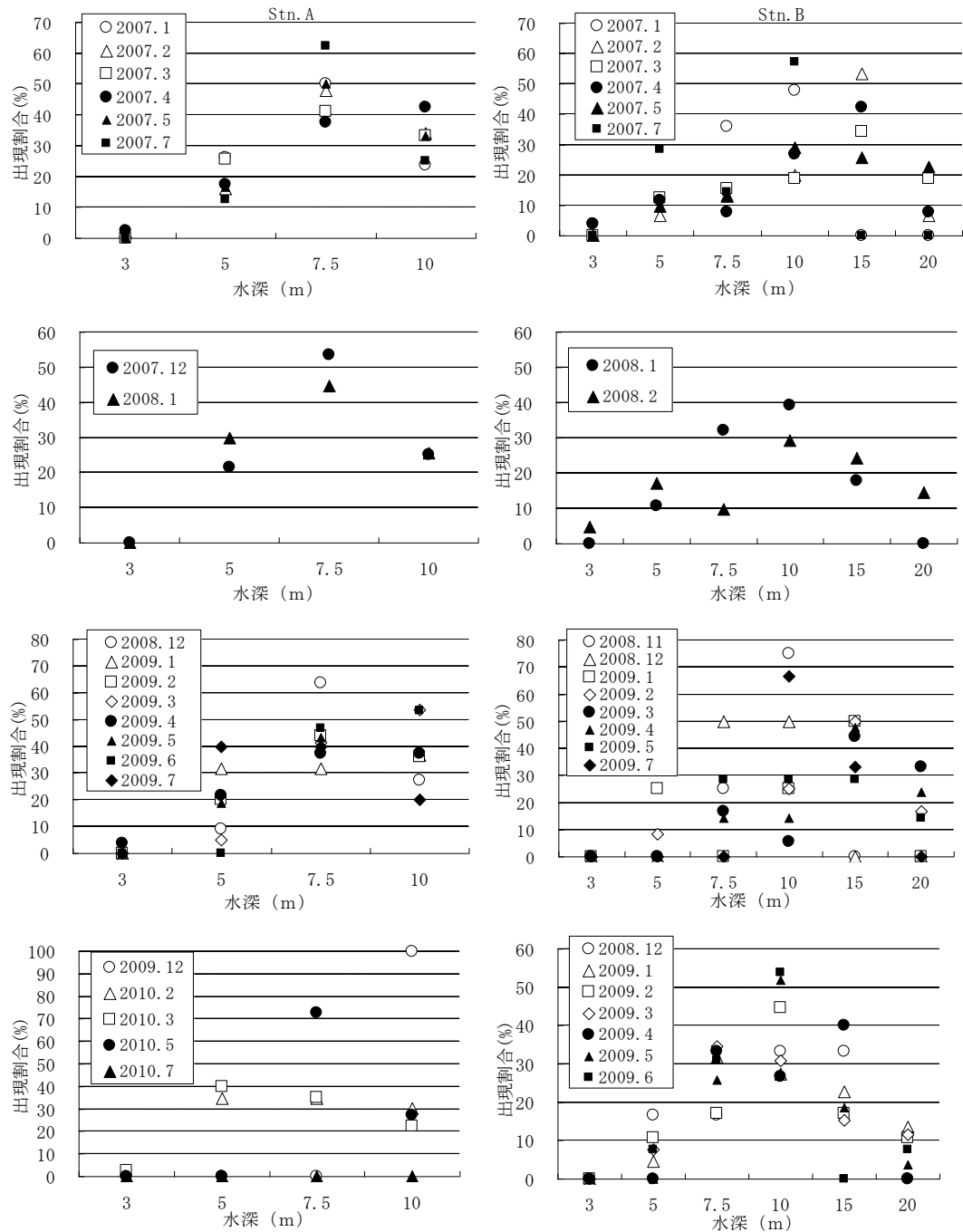


図5. 月別水深別出現割合

は0.08個体/m²となった。Stn. Cでは12月には0個体/m²であり、3月、4月はそれぞれ0.18個体/m²、0.16個体/m²であった。その後6月には0個体/m²となった。

Stn. A、Stn. Bについて2007年～2010年の年別水深別出現割合を図4に示す。Stn. Aでは水深3mでほとんど出現が確認されず、水深7.5mは全ての年で最も高い出現割合であった。Stn. Bでも水深3mではほとんど出現が確認されず、各年とも概ね水深5mから出現し始めた。Stn. A、Stn. Bについて月別水深別出現割合を図5に示す。Stn. Aでは2007年4月、2009年3月、2009年6月、2009

年12月、2010年3月、を除く全ての月で水深7.5mの出現割合が最も高かった。2007年4月、2009年3月、2009年6月は水深10m、2010年3月は水深5mで出現割合が最も高かった。Stn. Bでは2010年1月、2010年3月を除く全ての月で水深10mまたは15mの出現割合が最も高かった。2010年1月、2010年3月は水深7.5mの出現割合が最も高かった。

生殖腺重量調査

各調査地点の殻重量組成を図6に示す。Stn. A、Stn. Cではどの年も150～199gの割合が最も高かった。Stn. B

では2007年は150～199 g の割合が最も高く、Stn. A、Stn. Cと同様の結果であったが、2008年は250～299 g、2009年および2010年は200～249 g の割合が最も高かった。

2009年2月から5月、2009年12月から6月の生殖腺指数について、3調査地点の平均値を図7に示す。2009年2月から5月の生殖腺指数について、2月は 0.91 ± 1.17 であり、3月には 1.93 ± 2.59 に上昇した。4月は 1.87 ± 2.00 でほぼ横ばいであり、その後5月には 0.39 ± 0.21 に低下した。2009年12月から2010年6月の生殖腺指数について、12月は 0.07 ± 0.17 であり、1月は 0.16 ± 0.14 であった。その後2月には 1.51 ± 1.81 まで上昇し、3月は 1.68 ± 2.03 となった。その後4月には 0.47 ± 0.44 となり、5月には 0.05 ± 0.13 、6月には 0.03 ± 0.02 となった。

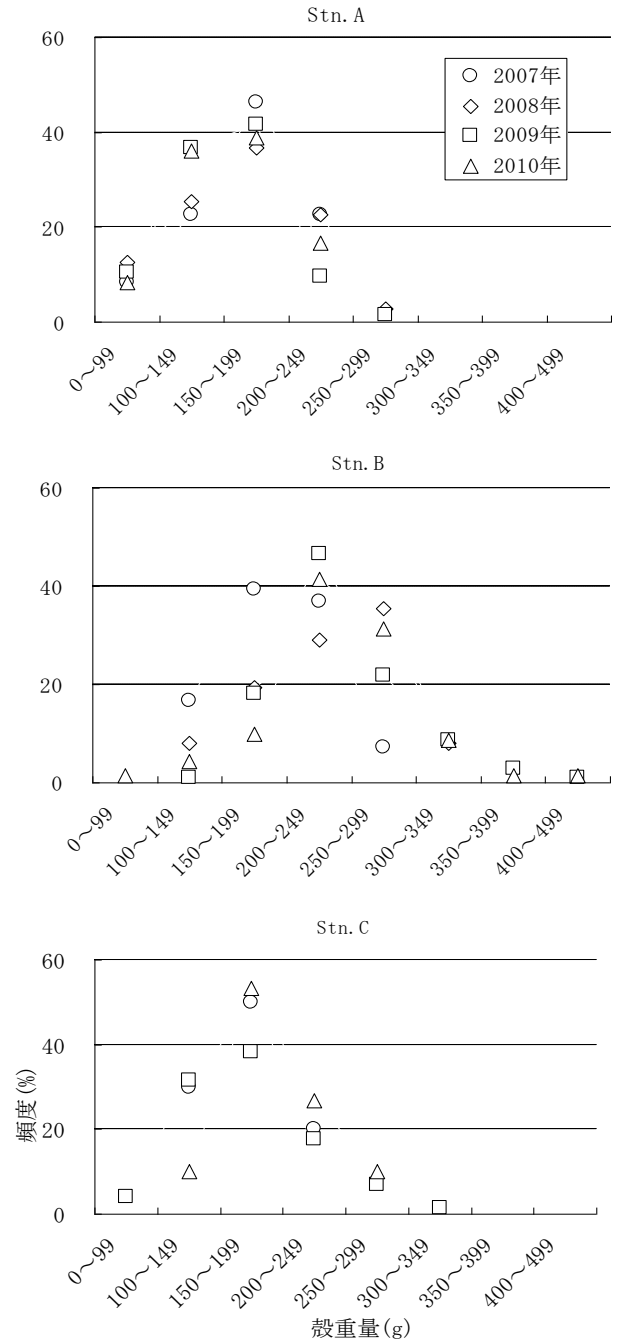


図6. 殻重量組成

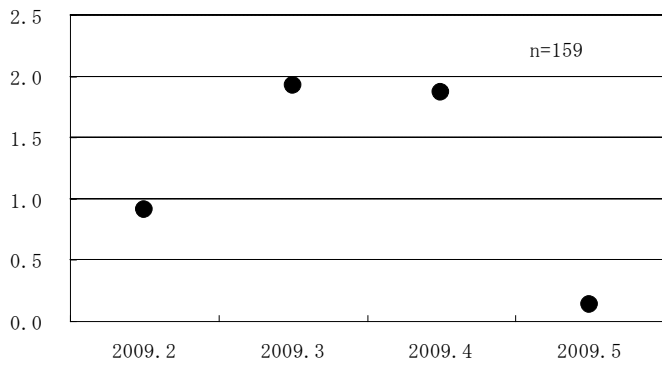


図7. 生殖腺指数の推移

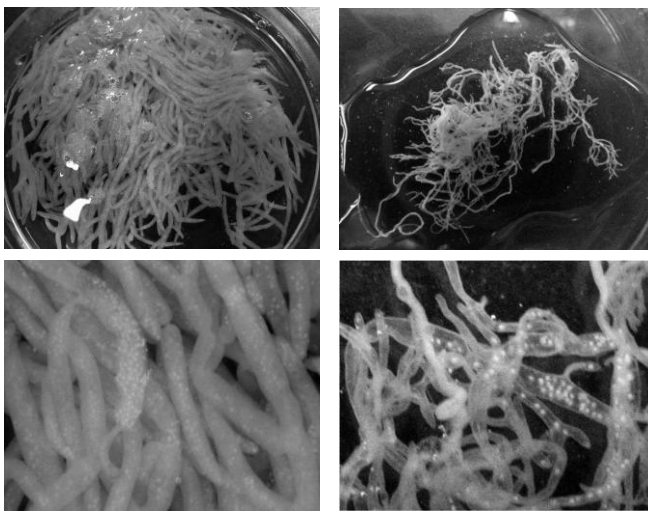


図8. 産卵前(左)と産卵後(右)の生殖腺

ている⁷⁾。産卵前の成熟した生殖腺は膨張し、生殖細胞が確認できるが、産卵後の生殖腺は縮小し、生殖細胞もまばらである(図8)。2009年4月から5月、2010年3月から4月について、肉眼による生殖腺観察結果を表3にまとめた。明らかに産卵前、産卵後と判別できるもの以外については不明とした。2009年4月には産卵前の割合が65.9%、産卵後の割合が0%であるのに対し、2009年5月には産卵前の割合が4.3%、産卵後の割合が54.3%であった。2010年3月には産卵前の割合が61.3%、産卵後の割合が0%であるのに対し、2010年4月には産卵前の割合が0%、産卵後の割合が70.0%であった。

生殖腺が確認された個体について、殻重量と生殖腺重量の関係を図9に示す。殻重量200g以上とそれ未満の

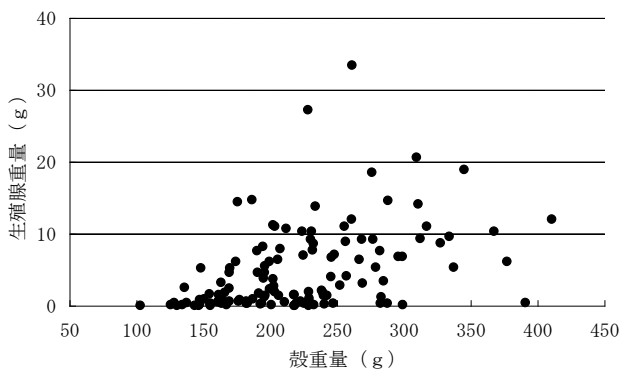


図9. 殻重量と生殖腺重量の関係

表3. 肉眼による生殖腺観察結果

	2009年4月	2009年5月	2010年3月	2010年4月
観察個体数	44	46	31	10
産卵前個体数	29	2	19	0
産卵後個体数	0	25	0	7
不明個体数	15	19	12	3
産卵前個体数の割合(%)	65.9	4.3	61.3	0.0
産卵後個体数の割合(%)	0.0	54.3	0.0	70.0

マナマコの生殖腺発達段階の簡易判定基準について、組織解剖学的観察と、簡易な生殖腺指数や肉眼的な観察とを比較調査した高谷らによると、マナマコの産卵期や親マナマコの群成熟度の判断には、簡易な生殖腺指数と肉眼的な簡易判定基準によっても判断に大きな誤りはないと報告されており、肉眼による生殖腺の観察は産卵前と産卵後の個体を判別する一つの指標となることが示され

個体で区別すると、200g以上では平均生殖腺重量が6.61gであるのに対し、200g未満では2.33gであった。また、生殖腺重量が1g以下の個体の割合は殻重量200g以上では21.4%であるのに対し、殻重量200g未満では56.4%であった。

考察

分布調査の結果および水温の推移より、神奈川県西部沿岸のマナマコは水温17~19°Cになる11月から12月に岩礁などの表面に出現し始め、その後水温が下がるに従って活動期に入り、分布密度が高くなる。年によって出現のピークは異なるが、水温16°C以下で推移する1月から4月には分布密度が高い。水温17~19°Cになる5月頃から分布密度は減少し始め、徐々に夏眠移行期に入ると考えられる。水温が20°Cを超える7月以降は表出個体がほとんど観察されなくなり、夏眠期に移行すると考えられる。これは冒頭に述べた福岡県の調査結果⁴⁾とほぼ同様の結果であった。

年別水深別の出現割合について、Stn. Aではどの年で

も水深7.5mの出現割合が最も高く、Stn. Bでは水深10~15mの出現割合が高かった。Stn. A、Stn. Bともに水深3mではほとんど出現がみられず、水深5m以深で出現割合が高くなることが明らかとなったが、この要因の一つとしては波浪の影響が考えられる。マナマコは吸盤を有する管足によって海底を移動するが⁸⁾、人の手でも簡単に捕獲できることから、その吸着力は強くないと考えられる。そのため、表出する活動期には、波浪の影響を受けやすい浅い場所では着底生活が難しくなる事が考えられる。また、アカナマコはアオナマコやクロナマコと比較して、狭塩分性であり、高水温に対する抵抗性も弱いことが報告されており⁶⁾、塩分や水温が比較的安定している深場に生息する傾向がある事も考えられる。

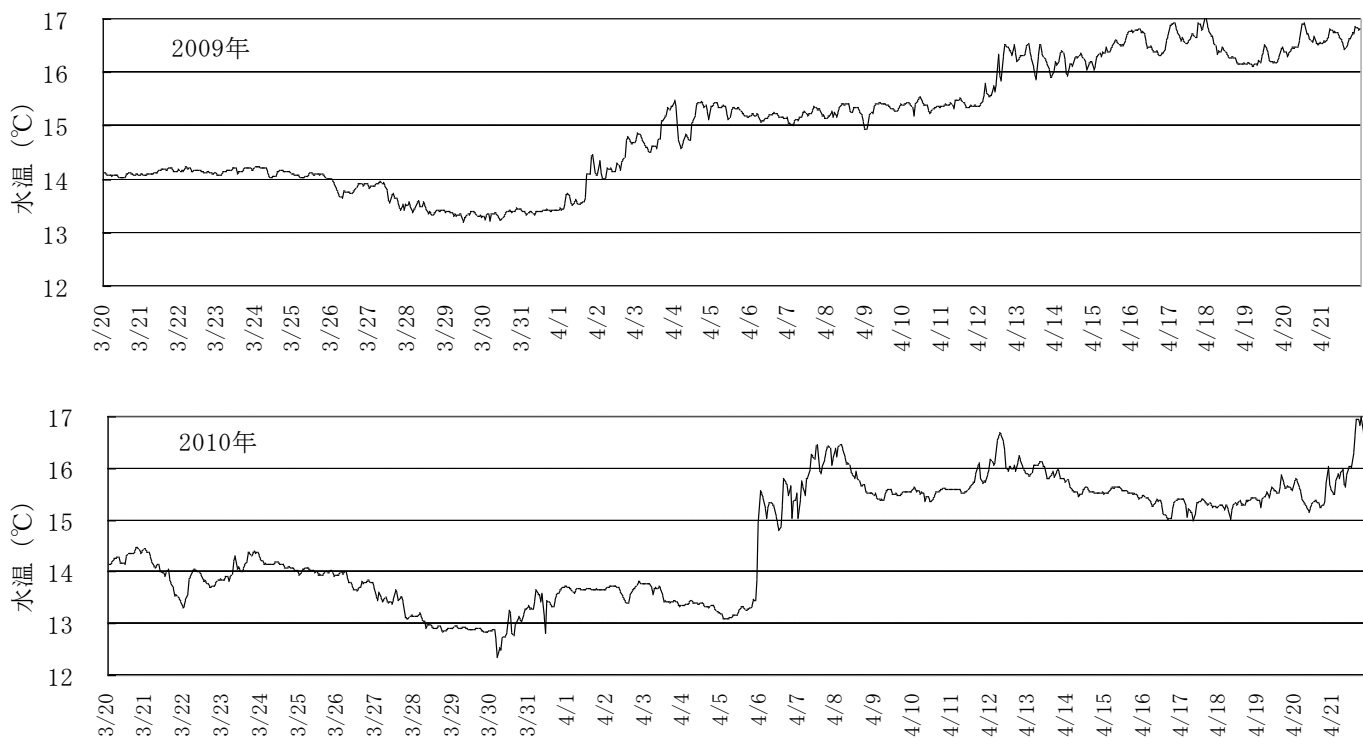


図10. 推定産卵時期前後の連続観測水温

月別水深別出現割合からマナマコの水温変化による鉛直移動について検討した。Stn. A、Stn. Bともに水深5m以深で出現割合が高くなる事は先に述べたが、この傾向は、マナマコが表出し始める時期から夏眠期に入るまで一貫してみられ、水温変化による季節的な鉛直移動はみられなかった。Stn. BではStn. Aよりも月別水深別出現割合のばらつきが大きく、より広い水深帯にマナマコが生息していることが明らかとなった。また、分布密度の推移からStn. BではStn. Aと比較して分布密度が低い事が明らかとなったが、これはマナマコ

の生息水深の範囲の違いが一つの要因になっていると考えられる。

殻重量測定の結果から、Stn. Bでは Stn. A、Stn. Cよりも大型個体の割合が高いことがわかった。マナマコについては水深が深くなると大型個体の割合が増加するという報告がある⁹⁾。Stn. Bは水深20mまで岩礁域であり、Stn. A、Stn. Cと比較すると、より深場まで岩礁域となっている。サンプリングはマナマコの生息個体数が多い水深帯、すなわちStn. A、Stn. Cでは水深5~10m、Stn. Bでは水深10~15mで行っていたため、この水深の違いが殻重量の違いと

して表れた可能性が考えられる。また、殻重量と生殖腺重量の関係から、殻重量200 g以上の個体は200 g未満の個体に比べ生殖腺の発達が良好であることが明らかとなった。

生殖腺指数の推移と肉眼による生殖腺の観察結果を併せて判断すると、2009年は4月から5月にかけて、2010年は3月から4月にかけて産卵が行われたと判断できる。マナマコの種苗生産現場では飼育水温より5°C程度高い昇温海水によって産卵誘発が行われており¹⁰⁻¹²⁾、天然下でも海水温の上昇によりマナマコの産卵が誘発されていると推察される。2009年4月1日にStn. Aでサンプリングした19個体中、生殖腺が発達し明らかに産卵前と判断される個体が10個体確認されており、同様に4月2日にStn. Bでは産卵前の個体が22個体中19個体確認されている。一方、2009年4月30日にStn. Bでは明らかに産卵後と判断される個体が20個体中14個体確認されていることから、2009年は4月2日調査後から4月30日調査前の間に産卵が行われたと考えられる。また、2010年3月29日にStn. Aでサンプリングした11個体中、生殖腺が発達し明らかに産卵前と判断される個体が6個体確認されており、同様に、2010年3月31日にStn. Cでは産卵前の個体が10個体中7個体確認されている。一方、2010年4月6日にStn. Bでは明らかに産卵後と判断される個体が10個体中7個体確認されている。Stn. A~Cは近隣地域であるため、水温変化も似通っていて産卵が同時期に行われると仮定すると、2010年3月31日調査後から4月6日調査前の間に産卵が行われたと考えられる。

2009年および2010年の推定産卵時期前後の水温についてe monitorによる連続観測データの存在する期間(各年3月20日から4月21日まで)を図10に示す。産卵が行われたと推定される2009年4月2日から21日の水温は14.16~16.94°Cであり、2010年3月31日から4月5日の水温は12.35~15.58°Cである。産卵時期をより詳細に推定できる2010年については、2010年4月5日20時に13.46°Cから同日23時には15.58°Cまで水温が上昇しており、これが産卵を誘発したと推察される。また、2009年については2010年のように短時間で大きな水温上昇はみられないものの、約1°C程度の水温上昇が期間中何度か確認されており、いずれかで産卵が行われたと推察される。以上より、相模湾西部でのマナマコの産卵は水温14~16°Cで行われていると考えられる。

今回の調査により、相模湾西部沿岸におけるマナマコの季節的な分布変化と産卵期に関する基礎的な知見が得られた。資源を持続的に利用するためには、その現状を把握することが必要であり、今後も定期的なモニタリング調査等が重要であるといえる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、調査実施にご理解とご協力を賜りました小田原市漁業協同組合の皆様、調査へのご協力とご指導をいただきました相模湾試験場職員の皆様に感謝いたします。

引用文献

- 1) K. Mitsukuri (1912) : Studies on Actinopodous holothurioidea. The Journal of the College of Science. Imperial University of Tokyo **29** (2), 1-284.
- 2) 崔相・大島泰雄 (1961) : ナマコにみられる「アオ」と「アカ」の形態および生態的差異について, 日本水産学会誌, **27** (2), 97-106.
- 3) 浜野龍夫・綱尾勝・林健一 (1989) : 潮間帯および人工藻礁域におけるマナマコ個体群の動態, 水産増殖, **37** (3), 179-186.
- 4) 太刀山透・篠原直哉・深川敦平 (1997) : アカナマコの行動様式の季節変化, 福岡県水産海洋技術センター研究報告, **7**, 1-8.
- 5) 廣田将仁 (2012) : 国際商材ナマコ製品の市場と流通事情, 水産振興, **46** (5), 1-4.
- 6) 山元憲一・半田岳志・藤本建治 (2005) : 体色の異な

るマナマコの換水運動に及ぼす水温の影響, 水産増殖, **53(1)**, 67-74.

7) 高谷義幸・川真田憲治 (1996) : マナマコ (*Stichopus japonicus*) の生殖巣発達段階の簡易判定基準, 北海道水産試験場研究報告, **49**, 23-26.

8) 椎野季雄 (1969) : 水産無脊椎動物学, 培風館, 東京, 303-309.

9) 早川豊 (1977) : マナマコ増殖試験, 青森県水産増殖センター事業報告, **6**, 142-153.

10) 太刀山透・深川敦平・福澄賢二 (2000) : アカナマコの親養成と採卵, 福岡県水産海洋技術センター研究報告, **10**, 23-28.

11) 佐賀県 (1996) : マナマコの種苗生産, 佐賀県栽培漁業センターにおける種苗生産マニュアル, 69-109.

12) 佐賀県 (1994) : マナマコの水温制御による成熟・産卵促進 (予報), 佐賀県栽培漁業センター研究報告, **3**, 27-33.