

謹呈
ジョージ
バラーズ
博士

修士学位論文

高知県室戸岬沿岸におけるアカウミガメ
(*Caretta caretta*)の個体群構造とその出現特性

平成 17 年度

東京大学大学院

農学生命科学研究科

生圏システム学専攻

水圏資源環境学/水域保全学研究室

岩本 太志

指導教官：亀崎直樹

目次

第1章	序論	1
	1-1 研究の背景.....	1
	1-2 研究の目的.....	4
第2章	材料及び方法	5
	2.1 調査地の概要.....	5
	2.2 大敷網によるアカウミガメの捕獲とサイズの測定.....	6
	2.3 性の判別.....	8
第3章	結果	9
	3-1 調査地点における捕獲個体数とそのサイズ.....	9
	3-2 調査年度における捕獲個体数とそのサイズ.....	10
	3-3 月別捕獲個体数.....	11
	3-4 月別の甲長の変化.....	11
	3-5 性比.....	12
	3-6 性的二形.....	13
第4章	考察	14
	4.1 北太平洋におけるアカウミガメの分布とその甲長分布.....	14
	4.2 繁殖個体と未繁殖個体の出現特性.....	15
	4.3 性比.....	18
	4.4 保護に関する提言.....	20

謝辞

参考文献

附表

付図

第1章 序論

1. 1 研究の背景

近年、野生生物を取り巻く環境は非常に厳しく、およそ4万種類もの動植物がIUCNによって絶滅のおそれのある種として登録されている(IUCN, 2004). その中でウミガメ類は2億1千万年以上も前の恐竜時代から地球上に存在し、現在はウミガメ科 *Cheloniidae* に属するアカウミガメ (Loggerhead Turtle, *Caretta caretta*), アオウミガメ (Green Sea Turtle, *Chelonia mydas*), タイマイ (Hawksbill Turtle, *Eretmochelys imbricate*), ヒメウミガメ (Olive Ridley, *Lepidochelys olivacea*), ケンプヒメウミガメ (Kemp's Ridley, *Lepidochelys kemp*), ヒラタウミガメ (Australian Flatback Turtle, *Natator depressus*), オサガメ科 *Dermochelyidae* に属するオサガメ (Leatherback Turtle, *Dermochelys coriacea*)の2科6属7種(表1)が現存するのみである(Pritchard, 1984).

また、ウミガメ類全7種のうちオーストラリアに生息するヒラタウミガメを除く6種が絶滅危惧種、あるいは絶滅の恐れのある種としてIUCN レッドデータブックに登録されている(IUCN, 2004).

本研究の対象種であるアカウミガメは(図1), 温帯水域から亜熱帯水域にかけて、世界中の海に広範囲に生息しているウミガメである(Dodd, 1988). アカウミガメの主な産卵地は日本, オーストラリア, 南アフリカ, アメリカ東海岸, ブラジル, ギリシャ, トルコなどで

あり, その中でも特に北太平洋における産卵は日本でのみ行われ(Dodd, 1988; Bowen et al., 1995; Kamezaki et al., 2003), 台湾, フィリピン, 中国, 北アメリカ太平洋岸には産卵場がない(Frazier, 1985; Bartlett, 1989; 亀崎, 1997) (図 2). 産卵期は 5 月から 8 月で, 福島県から鹿児島県にかけての太平洋岸, 福岡県から鹿児島県にかけての東シナ海に面した海岸, 屋久島から沖縄県八重山諸島にかけての外洋に面した海岸に上陸し産卵する(亀崎・松井, 1997; 亀崎, 2003). 日本で孵化した幼体は, 黒潮から北太平洋海流に乗ってバハ・カリフォルニア沿岸に回遊し, 成長後再び太平洋を戻ってくる. そのことは mtDNA 解析(Bowen et al., 1995)や, 衛星追跡による調査(Nichols, 2000; Polovina, 2000), 標識放流調査(Resendiz et al., 1998)によって明らかにされている.

北太平洋におけるアカウミガメの個体数は, 1990 年代に急激に減少したと示唆されており(Sato et al., 1997), その減少要因としてはエビ底引き網漁業や(National Research Council, 1990), 表層流し網(Weatherall, 1993), マグロ延縄漁(Weatherall, 1996)もあげられている. このような混獲は世界各地のウミガメ類の減少要因として知られているが(National Research Council, 1990), アメリカ合衆国では, エビ底引き網漁業に対して混獲を防止する装置 TED(Turtle Excluder Device)の装着を義務付けるなど対策が行われている(National research council, 1990). しかし日本においては刺し網や延縄, 定置網によってウミガメ類が混獲されているが, 何ら対策が講じられていない. また, 日本沿岸にはウミガメ類が生息しているにも関わらず, その学術的関心が高くなく, その生態研究はあま

りなされてこなかった。

日本におけるアカウミガメの調査は、1950年徳島県日和佐町立日和佐中学校の理科教諭であった近藤康男氏が科学部の生徒と共に始めた大浜海岸において産卵回数の記録が始めて行われた(近藤, 1968)。その後、学生サークルや(岩本, 2000;2005)、各地のボランティア団体など、一般市民の手による産卵回数の記録が全国各地で行われてきている(亀崎, 2002)。産卵地の分布については、Nishimura(1967)が全国 42 の砂浜で産卵が行われていると報告し、その後 Uchida and Nishiwaki(1982)はアカウミガメの産卵が八重山諸島から福島県まで行われていることを報告した。近年の調査で日本の産卵地は北緯 20 度から南緯 40 度にわたり広く分布しており、本州以南の砂浜のおよそ半数で産卵が行われていることが明らかとなってきた(Kamezaki et al., 2003)。

この 20 年でアカウミガメの生活史に関する知見は、他のウミガメ類に比べると、産卵のために上陸してきた繁殖雌や、孵化幼体を中心に集積されつつあるが(Bolten, 2004)、アカウミガメは、その生活史の大部分を大洋で過ごすため、回遊中の野生個体を調べる手立てが無く、特に産卵のために砂浜に上陸してこない未成熟個体や成熟オス、また、産卵後のメスに関する知見は全く無いのが現状である。

1. 2 研究の目的

国際的希少動物としてアカウミガメが認識されつつある現在、日本沿岸におけるアカウミガメの生態を解明することは非常に必要とされている。しかしながら、ウミガメの研究は砂浜で行われる産卵生態と発生に関する部分に集中しており、その生活史の大部分をしめる海洋での生態については、まだまだ研究が始まったばかりである。

北太平洋の個体群においては、日本で孵化した子ガメが北太平洋を經由してメキシコのカリフォルニア半島の沖合まで分散すること (Bowen, 1995)、そこでは SCL130mm～420mm のサイズの個体が生息していること (Zug, 1995)、また、そこで育った個体は日本海域に回帰すること (Polovina, 2003) が分かっている。しかし、日本近海では産卵個体以外の調査は全く行われておらず、回帰してきたアカウミガメのサイズやそれらがどのような生態を持つかは不明である。

そこで本研究では、日本近海に生息するアカウミガメの個体群の構成やその生態的特性を明らかにするために、高知県室戸岬沿岸海域で操業する大型定置網に混獲するアカウミガメを調査した。これによって、日本近海に生息するアカウミガメの成長段階、性比、また出現特性を調べた。さらに、計測されたことが少ない雄の計測値を雌のそれと比較することで、その形態差をも求めた。

第2章 材料及び方法

2. 1 調査地の概要

高知県室戸岬(北緯 33 度 15 分; 東経 134 度 11 分)(図 3)は四国の東南端に位置し、海食、隆起、沈降作用による変化に富んだ海岸を有する。また、気候は年間を通じて温暖で降水量も多く、亜熱帯性気候の性格を帯びている。沿岸は太平洋に面し黒潮の影響を受けやすく、年間の週平均海表面水温は 14.2℃から 28.1℃の範囲で推移し、良い漁場として恵まれている(岡林, 1993)。周辺には元海岸、安芸海岸、穴内海岸、芸西海岸など、アカウミガメの産卵地が多数存在しており(日本ウミガメ協議会未発表資料)、高知県では 2004 年にうみがめ保護条例が施行されるなど、近年保護活動が盛んに行われつつある。一方、古くからアカウミガメを食する習慣があり、マグロ漁やカツオ漁、定置網によって混獲されたアカウミガメは古くから食肉とされていた地域でもある(藤井, 1998)。現在でも、海区漁業調整委員会規則によって決められた個体数分の捕獲が認められている(高知県海区漁業調整委員会, 2004)。調査は、2003 年 5 月から 2005 年 4 月までの 2 年間、高知県室戸岬沿岸海域で操業する高岡大敷網組合(以下、高岡)、三津大敷網組合(以下、三津)、椎名大敷網組合(以下、椎名)の 3 ヶ所の大敷網組合の協力の下に行った。各定置網の位置を図 4 に示す。

2. 2 大敷網によるアカウミガメの捕獲とサイズの測定

一般的に定置網漁業とは、ある場所にある期間にわたって漁具を定置し、漁獲物が自然に入網するのを待って漁獲する漁業を指す。定置網漁業にはさまざまな形態があるが、その中で大敷網とは、魚群の通り道に張り出した垣網と、それに突き当たった魚を誘い込んで持ち上げる袋網から構成されている(若月, 1997)。この袋網を持ち上げる作業を「網持ち」と呼び、朝夕 2 回行われる網持ちを、それぞれ「朝持ち」「晩持ち」と呼ぶ。台風が接近した場合には網を抜き操業を停止することもあるが、概ね周年を通じて操業しており、冬場にはブリを、その他の季節にはアジやサバ、イカを主な漁獲対象としている(岡林, 1993)。

本調査では、高岡が行う朝夕 1 日 2 回行われる操業(朝持ち 05:00~06:30; 晩持ち 12:00~12:30 の間に出港)に参加し、大敷網によって捕獲された全てのアカウミガメを調査した。また、三津、椎名の各大敷網に入網したアカウミガメもすべて、同様に調査したが、三津については漁業者との連絡が他の大敷網組合に比べて緊密に取れず、全ての個体を調査できていない可能性があることを記しておく。

大敷網に入網するアカウミガメは、北東側から垣網に突き当たり沖合方向に移動した後運動場に入る。運動場から二段箱、三段箱を経て袋網に入網した個体のみ捕獲することができる(図 5)。状況によっては一部運動場から先に進まない個体や、袋網から脱出する個体がいる。また、最終的に捕獲される袋網は落網などと異なり、上部が開口しているためア

カウミガメは死亡しないが、潮流の影響や網の構造上上部が閉口している場所に迷入した個体は死亡した。1回の操業あたりの捕獲個体数を捕獲量の目安とするため、捕獲率を定義した。捕獲率は、各月に捕獲されたアカウミガメの個体数を各月の操業回数で割り求めた。3ヶ所の大敷網組合では操業回数にほとんど差が見られなかったため、詳細な記録が取れた高岡の値(表 2)を3倍し、その値で全体の捕獲個体数を除し捕獲率を求めた。

捕獲したアカウミガメは船上に引き上げ漁港まで持ち帰った。個体の測定には Hglof(Sweden)社製大型ノギス(S-882)を用い、直標準甲長 **Straight Standard Carapace Length**(以下 SCL)、曲標準甲長 **Curved Standard Carapace Length**(以下 CCL)、直最小甲長 **Straight Minimum Carapace Length**(以下 MCL)、直甲幅 **Straight Carapace Width**(以下 SCW)を測定し(図 6) (Bolten, 1999)、さらに体重 **Body Weight**(以下 BW)を記録した。測定後プラスチック製(Dalton Supplies., Ltd., England)と金属製(National Band and Tags co. USA)の全国統一標識(日本ウミガメ協議会, 1997)をそれぞれ両前肢と両後肢に装着した(図 7)。

2. 3 性の判別

ウミガメ類は性成熟に至るまで性的二形が現れず，外部形態，尾部の伸長による性判別を行えない．すなわち，尾部が伸長していない個体でも性成熟に至っていない雄が含まれている可能性がある．そこで，外部形態で性の判別が行える最小サイズを知ることが重要となる．これに関し Brongersma(1972)が大西洋のアカウミガメの性的二形が生じるサイズは SCL 700mm 程度であるとしていることや，また，和歌山県みなべ町で産卵する雌の最小個体が SCL692mm (亀崎ら，1995) であり，その付近から性成熟が始まることが考えられる．また，本研究において尾部の伸長が見られた雄の最小個体が SCL642mm であったこと．以上のことから考えて，SCL701mm 以上の個体なら，雄の全てにおいて尾部の伸長を呈すると判断し，SCL701mm 以上の個体で雌雄の判別を外部形態から行った．すなわち尾部の先端近くにある総排泄口の位置が背甲後端より外側にある場合を雄，それ以下の場合には雌とした(図8)．SCL が 700mm 以下の生存個体で尾部の伸長が認められなかった個体は全て性不明と記録した．また，死亡していた個体は解剖を行い，生殖腺の形態(図9)から性を判別した．

第3章 結果

3.1 調査地点における捕獲個体数とそのサイズ

2003年5月から2005年4月の2年間におけるアカウミガメの総捕獲個体数は285個体だった。調査地点ごとの捕獲個体数とそのサイズ(SCL, MCL, SCW, CCL, BW)を表3に示す。定置網ごとの捕獲個体数は高岡111個体、三津71個体、椎名103個体であった。SCLは高岡 $757 \pm 65\text{mm}$ (N=111, range: 565-943), 三津 $749 \pm 73\text{mm}$ (N=71, range: 634-930), 椎名 $742 \pm 72\text{mm}$ (N=103, range: 605-916)であった。また、MCLは高岡 $742 \pm 67\text{mm}$ (N=102, range: 553-931), 三津 $739 \pm 74\text{mm}$ (N=61, range: 593-913), 椎名 $728 \pm 74\text{mm}$ (N=82, range: 583-889)で、SCWは高岡 $612 \pm 49\text{mm}$ (N=104, range: 499-738), 三津 $617 \pm 51\text{mm}$ (N=57, range: 528-724), 椎名 $603 \pm 49\text{mm}$ (N=83, range: 517-727)。CCLは高岡 $777 \pm 65\text{mm}$ (N=35, range: 668-983), 三津 $798 \pm 83\text{mm}$ (N=29, range: 690-980), 椎名 $762 \pm 80\text{mm}$ (N=26, range: 638-950)で、BWは高岡 $66 \pm 18\text{kg}$ (N=87, range: 37-122), 三津 $59 \pm 17\text{kg}$ (N=25, range: 42-101), 椎名 $61 \pm 17\text{kg}$ (N=6, range: 44-83)であった。調査地点間の各サイズ(SCL, MCL, SCW, CCL, BW)に、有意な差は認められなかった(ANOVA $P > 0.05$)。上記の結果から、調査地点間におけるアカウミガメのサイズには違いが無いとし、以降の解析では1つのサンプル集団として扱うことにした。

その結果全個体の計測値はそれぞれ、SCL: $750 \pm 69\text{mm}$ (N=264, range: 565-943), MCL:

737±71mm(N=245, range: 553-931), CCL : 776±82mm(N=90, range: 638-983), SCW : 610±49mm(N=244, range: 499-738), BW : 64±18kg(N=118, range: 37-122)となる。以降の解析ではSCLをアカウミガメのサイズを表す代表的な指数として使用することとした。

3. 2 調査年度における捕獲個体数とそのサイズ

アカウミガメの産卵は概ね5月からとされている(亀崎, 1993)。そこで、産卵の始まる5月から翌年の4月までを1年度とし、2003年5月から2004年4月までを2003年度、2004年5月から2005年4月までを2004年度として、年度によって捕獲個体数とそのサイズに差があるかどうかを調べた。調査年度ごとの捕獲個体数とそのサイズ(SCL, MCL, SCW, CCL, BW)を表4に示す。

2003年度、2004年度に捕獲されたアカウミガメはそれぞれ149個体と136個体であり、年度ごとの捕獲個体数には有意な差は見られなかった(U-test, $P>0.05$)。また、捕獲されたアカウミガメのサイズ(SCL, MCL, SCW, CCL, BW)には、年度間に有意な差は認められなかった(ANOVA $P>0.05$)。

3. 3 月別捕獲個体数

両年度を通じて最も多く捕獲されたのは2005年4月の50個体で、最も少なかったのは2004年8、9月の0個体であった。両年度の同月同士を合計すると、最も多く捕獲されたのは4月で70個体、最も少なかったのは8月で6個体であった。捕獲個体数の年変動は両年度で完全に一致するわけではなく(図10)、すなわち、2003年度の5月から4月に捕獲されたアカウミガメの個体数はそれぞれ8、16、12、6、9、7、8、7、23、17、16、20個体で1月が最も多く、8月が最も少なく、また、2004年度ではそれぞれ9、5、4、0、0、4、6、2、12、17、27、50個体で4月が最も多く、8、9月は1個体も捕獲されなかった(表5)。すなわち、最も多く捕獲された月は2003年度は1月、2004年度は4月と異なり、夏季に捕獲されなくなる事は両年度で一致していた。

3. 4 月別の甲長の変化

2003年度に捕獲されたアカウミガメの月別のSCLはそれぞれ、794±69(5月)、810±63(6月)、780±79(7月)、754±71(8月)、758±57(9月)、760±66(10月)、789±74(11月)、760±69(12月)、740±51(1月)、711±52(2月)、720±47(3月)、744±84mm(4月)mmで6月が最も大きく、2月が最も小さかった。また、9月から11月にかけてと2月から6月にかけてSCLが連続して大きくなる傾向が見られ、11月から2月にかけてと6月から8月にかけてSCLが連続して小さくなる傾向が見られた(図11)。一方、2004年度に捕獲されたア

カウミガメの月別 SCL はそれぞれ、 802 ± 87 (5 月), 883 ± 66 (6 月), 867 ± 44 (7 月), 0 (8 月), 0 (9 月), 737 ± 41 (10 月), 760 ± 53 (11 月), 683 ± 59 (12 月), 730 ± 51 (1 月), 702 ± 37 (2 月), 721 ± 49 (3 月), 732 ± 53 (4 月)mm で 6 月が最も大きく、捕獲されなかった 8 月 9 月を除くと 12 月が最も小さかった。また 2 月から 6 月にかけて平均 SCL が連続して大きくなる傾向が見られた(図 12)。両年度ともに 6 月に甲長は最も大きくなり、冬場にかけて甲長は小さくなる傾向が見られた。以上のことから、室戸岬沿岸に出現するアカウミガメは、季節によって甲長に差があることがわかった。

3. 5 性比

尾部の伸長により性を判別した SCL701mm 以上の個体は、総捕獲個体数の 69.8%にあたる 199 個体であった。雌は 129 個体、雄は 70 個体で雌率は 64.8%であった(表 6)。また、生殖腺の形態から性を判別した個体は総捕獲個体数の 18.6%にあたる 53 個体であった。雌は 31 個体、雄は 22 個体で雌率は 58.5%であった。以上を合計すると、今回雌と判別できた個体は 160 個体、雄は 92 個体、不明個体は 33 個体であり、雌率は 63.5%と有意に雌に偏っていた($P < 0.05$)。

3. 6 性的二形

性的二形を議論するために、SCL701mm以上の個体のみでサイズを比較した。まず、SCL701mm以上の雄のSCLは $782 \pm 61\text{mm}$ ($N=70$, range: 701-930)で、雌のSCLは $773 \pm 57\text{mm}$ ($N=129$, range: 701-943)であった。雄のほうが大きな値を示したが、両者の間に有意な差は見られなかった($P>0.05$)。

各サイズ間(SCLとSCW, SCLとMCL, SCLとCCL, SCWとBW)には、雌雄ともに正の相関関係が見られた。SCLとSCWとの間の関係式は、雄では $SCW=0.64 \times SCL + 126$ ($r^2=0.67$)、雌では $SCW=0.62 \times SCL + 140$ ($r^2=0.75$)の式で表され(図13)、二式の間には有意な差は認められなかった。また同様に、SCLとMCLとの関係式[雄： $MCL=0.98 \times SCL + 2.45$ ($r^2=0.97$)、雌： $MCL=0.99 \times SCL - 10.15$ ($r^2=0.98$)](図14)。SCLとCCLとの関係式[雄： $CCL=1.07 \times SCL - 19.17$ ($r^2=0.96$)、雌： $CCL=1.00 \times SCL + 39.66$ ($r^2=0.95$)](図15)で表され、これらの関係式にも雌雄の差は認められなかった($P>0.05$)。

SCLとBWとの関係式は、雄では $BW=4.21e^{0.004 \times SCL}$ ($r^2=0.92$)、雌では $BW=3.66e^{0.004 \times SCL}$ ($r^2=0.91$)で表され(図16)、この二式の間には有意な差が認められ($P<0.05$)、SCLとBWとの関係においては性差があることがわかった。つまり、SCLとMCL, SCLとSCW, SCLとCCLの関係に性差は見られないが、SCLとBWのみに性差があることがわかった。すなわち、雌のほうが雄より相対的に体重が重いことがわかった。

第4章 考察

4. 1 北太平洋におけるアカウミガメの分布とその甲長分布

北太平洋に生息するアカウミガメの個体群は、南太平洋の個体群と遺伝的に隔離されている上(Bowen et al., 1995), 日本でしか産卵しないことから(Frazier, 1985; Bartlett, 1989; 亀崎, 1997), 本個体群の保全を考える上で我が国は重要な立場にあると言える。これまで日本沿岸のアカウミガメについては、海洋に回遊する個体の調査は行われたことがなく、その産卵から産卵期に成熟した雌雄が回遊してくることのみが知られていた(亀崎, 1997)。また、産卵後のメスが東シナ海に回遊していくことが標識放流調査の結果として報告されている(Iwamoto et al., 1985; 亀崎ら, 1997)。一方、カリフォルニア半島沿岸や北太平洋中央部に生息するアカウミガメは未成熟の小型個体が多く、そこで彼らは成熟し日本沿岸に回帰してくると考えられていた(Polovina et al., 2003)。しかし、今回得られたアカウミガメの甲長範囲から考えると、そのような考えは考え直す必要があると示唆された。

図 17 に、今回得られたアカウミガメの甲長分布とカリフォルニア半島沿岸や北太平洋中央部に生息するアカウミガメの甲長分布、そして調査地に近い産卵地である和歌山県みなべ町千里浜(以下、みなべ)で 2002 年から 2005 年に産卵した雌の甲長分布を示した。本研究で得られたアカウミガメの甲長は $SCL750 \pm 69\text{mm}$ ($N=264$, range: 565-930) で、みなべの産卵個体の甲長 $SCL825 \pm 46\text{mm}$ ($N=171$, range: 731-961) と比較すると有意に小さく

($P < 0.05$), また, カリフォルニア半島沿岸や北太平洋中央部で見つかる個体の甲長 $SCL_{558} \pm 73\text{mm}$ ($N=234, \text{range: } 266-927$) より大きかった ($P < 0.05$). これは, 捕獲個体には繁殖に参加する成熟個体だけでなく, 未成熟の個体も含まれているからだと考えられる. すなわち, 北太平洋中央部やカリフォルニア半島で成長した後, まだ未成熟の段階で日本沿岸に回帰してきた個体が室戸岬沿岸で回遊しているからだと考えられる. さらに, それらの未成熟個体が周年捕獲されることから, 本海域が未成熟個体にとっての安定した生育域である可能性が高いと言える.

4. 2 繁殖個体と未繁殖個体の出現特性

今回得られたアカウミガメの月別の甲長が 6 月に最大となったことは, 繁殖のために来遊する個体が多く捕獲されたことに起因すると考えられた. つまり, 繁殖のために来遊する個体は, 相対的に大きく, それらの個体が加入することによって平均甲長が大きくなることが示唆される.

このように, 繁殖期に室戸岬沿岸に繁殖個体が加入することを明らかにするには, 繁殖個体と, 通常来遊する個体とを区別し来遊特性を解析する必要がある. そこで, 繁殖に参加する個体の定義を $SCL_{825}\text{mm}$ 以上とした. この値はみなべ町で産卵する雌の平均甲長が $SCL_{825} \pm 46\text{mm}$ であり, これ以上の大きさの個体であれば全ての個体が繁殖に参加すると思われたからである.

このような定義の下抽出された SCL825mm 以上の繁殖個体は、全体の 16.5%にあたる 47 個体で、雌 31 個体、雄 16 個体であった。図 18 に繁殖個体と定義された個体の捕獲率の経時変化を示した。雌の捕獲率は調査期間中に 2 度上昇しており、それは 2003 年の 5 月から 7 月と、2004 年の 5 月から 7 月であった。5 月から 7 月というのは、日本におけるアカウミガメの産卵期(5 月から 8 月：亀崎, 1993)に含まれる期間であり、ほぼ繁殖に参加しているであろうと思われる雌個体がこの時期に多く捕獲されるということは、本室戸岬沿岸海域には、繁殖雌が産卵期に多く回遊してくることを示唆している。一方雄についても捕獲率が上昇する時期が見られるが、産卵期以外にも捕獲率が上昇することから、産卵期以外にも本海域に回遊して来ていることがわかる。つまり、雄は周年を通して本海域に回遊してくるが、雌は産卵期のみ本海域に回遊し、その他の時期には回遊して来ない。ようするに交尾は別の海域で行われているということが示唆される。これまでアカウミガメの交尾域に関する研究は全く無いが、室戸岬周辺の海岸でも産卵が確認されていることから、産卵地周辺では交尾を行わないのではないかと考えられる。一つの考えとして、交尾期がこの時期と重ならないことも考えられるが、今の段階では交尾期を特定することが難しく、今後交尾期の特定が進めばより詳細な知見が得られるものと期待する。

次に、SCL825mm 以上の繁殖個体を除いたその他の個体の捕獲率を図 19 に示した。捕獲率が増加するのは雌雄ともに 1 月から 4 月の冬場から春先にかけてであり、甲長が小さくなる時期と一致していた。そのことから考えて、繁殖に参加しない小型個体は繁殖期

ではなく、冬場に多く室戸岬沿岸に回遊してくることがわかる。また、北太平洋を日本に向けて回帰中のアカウミガメも、狭い海表面水温範囲に分布することが分かっている (Polovina et al., 2003)。このときの海表面水温の範囲は 15℃から 25℃の範囲であり、本研究期間中の室戸岬海表面水温(14.2~28.1℃)の範囲に含まれる。このようにアカウミガメの分布と水温との間に関係があることが分かっているので、本調査においても、本海域への来遊傾向と水温との関係を検討してみた。

調査期間中の室戸岬沿岸海表面水温を図 20 に示した。それによれば、2003 年度は 2004 年度の 5, 6, 7 月と比べると 1℃から 2.2℃低く、捕獲率は逆に 2003 年度の方が高かった。また、2004 年度の 12, 1, 2 月は 2003 年度の同月と比べると 1.2℃から 2.3℃低く、この期間の捕獲率も 2003 年度の方が高かった。このことから、アカウミガメは生息できる水温範囲内では低い水温に分布することが多い事が考えられる。

そこで次に、図 21 に、水温と捕獲率の関係を示した。その結果、27.5℃以上ではアカウミガメは捕獲されず、水温が低下するにつれて捕獲率は上昇する傾向が見られた。また、捕獲率は 17℃付近で最も高い値を示した。これらの結果から考えて、繁殖に参加していない個体は決まった範囲の水温好適性を示し、水温と関係して回遊しているのではないかと考えられる。

4. 3 性比

今回の研究によって、外部形態から性を判別できた個体は、雌に性比が傾いており、その雌率は 63.5%であった。この性のからよりは、通常 Fisher の性比理論からずれているので、何らかの意義があると考えられる。ところがアカウミガメでは、他の個体群においても雌に性比が偏っていることが知られている(i. e. Florida 93% (Mrosovsky and Provancha 1989); Bahia 92.6% (Mrosovsky, 1988); ESPIRITO SANTO. 57.3% (Marcovaldi et al., 1997); Brazil. 82.5% (Marcovaldi et al., 1997)).

ウミガメ類は他の爬虫類同様、孵化途中の温度によって性が決まるという温度依存性決定機構 (TSD: temperature-dependent sex determination) を有する (Wibbels, 2003)。また、ウミガメ類の性決定に対する温度の影響には、種や個体群を超えて大きな違いがないことが知られている (Mrosovsky, 1988)。北太平洋におけるアカウミガメ個体群の性比については、砂浜で孵化した幼体に関する性比以外、これまで全く触れられてこなかった。

性比に影響を与える要因として、出世時の性比と、性による死亡率の影響が考えられる。緯度的に広範囲に及び、場所によって気温差のある日本の産卵地のような場所では、地域や年度によって顕著な性比の差が生じる可能性があるが、松沢ら (1998) の報告によると、日本で孵化した幼体の性比は雌に傾いているとされている。今回得られた雌率 63.5% という結果から、確かに一つには出生時の性比の雌への偏りが影響している可能性が考えられる。一方性による死亡率の違いについては、これまで性による行動の違いを立証した報告が無

く、議論するまでの知見が得られていない。しかしながら、本研究では繁殖に参加すると思われる個体について、性による行動の違いが示唆された。今後これらの個体に衛星発信機を装着するなどし、回遊域の特定が行われていけば、新たな知見が得られるものと考えられる。このように雌に偏った性比が、温度依存性決定機構と関連して、実際繁殖メカニズムにどのような影響を与えているのかどうか、また、それは再生産に適応的なのか否か非常に興味を持たれるところである。

4. 4 保護に関する提言

今回の調査では 2 年間で 285 個体のアカウミガメが捕獲された。しかしながら、それらの情報は室戸岬沿岸で操業する大敷網によって混獲された、いわゆる混獲の実態を表していることになる。大敷網ではアカウミガメが死亡することなく、野生生物保護の観点から考えても、個体に影響を与えることのない漁法であるといえる。大敷網は高知県内だけでも、室戸市や土佐清水市を中心におよそ 50 ヶ所で敷設されている(高知県海洋局)。大敷網はその形態から一部の個体を除きアカウミガメが死亡することは無いが、少なくとも江戸末期から敷設されていた大敷網(岡林, 1993)によって捕獲されたアカウミガメが相当数いたことは容易に予想される。大敷網であれば個体に影響を与えることは無いが、日本近海には大敷網以外にも多くの網があり、刺し網や底引き網、延縄によって混獲されるほとんどの個体は死亡していると考えられる。これら混獲によって捕獲されるアカウミガメの量や、死亡する割合を明らかにする資料は少ないが、北太平洋を日本へ回帰中の個体の 59%がマグロ延縄漁によって混獲されていることが予想されていることや(Gardner and Nichols, 2001)、また、マグロ延縄漁や底引き網によって混獲されるアカウミガメの 41.7%が死亡している(中東・西村, 1989)ことなどが報告されている。日本沿岸では毎年数百個体のアカウミガメが沿岸に打ち上げられており(日本ウミガメ協議会, 2005)、これらも漁業によって死亡した後漂着したと考えられている。つまりアカウミガメは沿岸域でも遠洋域でもそれぞれ沿岸漁業や遠洋漁業の両者に危険にさらされていると言える。

2005年に日本で行われたアカウミガメの産卵は5167回であった(日本ウミガメ協議会, 2005)。これを1シーズンの平均産卵数2.5回(亀崎, 1993)で割ると、2067個体の雌が産卵したことになる。この数に対して、本調査で得られたアカウミガメ285個体、2005年度に日本沿岸に死亡漂着したアカウミガメ307個体、マグロ延縄漁によって2000年に太平洋で混獲されたアカウミガメ30000個体(Lewison, 2004)を考えると、相対的に本種の個体群の維持に漁業混獲が大きな影響を及ぼしていることが改めて推察される。

このような状況にあるアカウミガメの保全策を講じていくには、摂餌域や交尾域など具体的な生態を解明していくことが重要である(Parker et al., 2004)。また、例えばアメリカで開発されているウミガメ排除装置 TED(Turtle Excluder Device; National research Council, 1990)のような装置の開発など、魚網の改良や漁法の変更、はたまた操業域の選択など、日本だけでなく国際的な協力の下、積極的に推進されていくべき課題だと考える。

謝辞

本研究を進め論文をまとめるに当たり、終始懇切な御指導と御校閲の労をいただいた東京大学大学院農学生命科学研究科客員助教授、亀崎直樹博士に心から感謝の意を表します。

さらに、本研究の取りまとめに際し、有益な御助言をいただくとともに、終始懇切な御指導をいただいた東京大学大学院農学生命科学研究科水域保全学研究室の日野明德教授、岡本研助教授、青木茂先生に心から感謝致します。

また、ウミガメに関する見識に基づいた数多くの御助言を頂き、日々御指導いただきました特定非営利活動法人日本ウミガメ協議会の松沢慶将博士、朽見健一郎氏、島達也氏、水野康次郎氏、若月元樹氏、谷本理沙さん、矢野由紀さん、National Marine Fisheries Service, NOAAのGeorge H. Balazs博士、そして調査地の選定から日々の調査を進める段階全てにおいて御助言いただきました須磨海浜水族園の大鹿達弥氏、京都大学大学院人間・環境学研究科の宮形佳孝氏に、心から厚く御礼申し上げます。

東京大学大学院農学生命科学研究科水域保全学研究室の皆様には、調査スケジュールにより多大なご迷惑をおかけしたにも関わらず、遠方から温かい支援を頂き、心より感謝致します。

本研究を遂行する上で、常に御協力を賜りました、高岡大敷網組合の皆様、三津大敷網組合の皆様、椎名大敷網組合の皆様、室戸岬東漁協の皆様、ホテルニューむろとの皆様、

中村木工所の皆様、元小学校の皆様、高岡・椎名の各漁村の皆様に深く感謝の意を表します。特に高岡大敷網組合の山下傑氏、山下昌司氏、前田敏和氏をはじめとする大敷の乗組員の皆様、三津漁協の戎井邦彦氏には公私共に並々ならぬ御協力と御助言をいただき、心から深く感謝の意を表します。

そして二年間にわたり調査を手伝っていただき、励ましあいながら共に生活を送った東京大学大学院農学生命科学研究科修士二年の石原孝氏、帝京科学大学の宮野原氏、笠井優介氏、日本ウミガメ協議会インターンシップ生の仲村貴生氏、山崎千亜希さん、江口英作氏、村井薫さん、圓遠祐介氏、三重大学かめっぷりの田村仁美さんに心から深く感謝致します。

最後に、心の支えとなってくれた両親である岩本光庸と岩本博子、兄の岩本憲勇に心から感謝致します。

参考文献

- BARTLETT, G. 1989. Juvenile *Caretta* off Pacific coast of Baja California. *Noticias Caguamas* 2: 1-10.
- BOLTEN, B. A. 1999. Techniques for Measuring Sea Turtles. 1-5 In: Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, M. Donnelly(eds.). IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication 4
- BOLTEN, A. B. 2003. *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Institution, USA
- BOWEN, B. W., F. A. ABREU-GRBOIS, G. H. BALAZS, N. KAMEZAKI, C. J. LIMPUS AND R. J. FERL. 1995. Trans-Pacific migrations of the loggerhead turtle *Caretta caretta* demonstrated with mitochondrial DNA markers. *Proceedings of Natural history Academy of Science USA* 92: 3731-3734.
- BRONGERSM, L. D. 1972. European Atlantic Turtles. *Zoologische Verhandelingen* 121: 1-318
- DODD, C. K, Jr. 1988. Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758). U.S. Fish Wildlife, Service, Biological. Report. 88: 110.
- FRAZIER, J. 1985. Misidentification of sea turtles in the eastern Pacific: *Caretta caretta* and *Lepidochelys olivacea*. *Journal of Herpetology* 19: 1-11.
- 藤井弘章, 1998. 紀伊半島南部におけるウミガメ漁とその食習慣. *日本民族学*. 215
- 磯部雅彦. 1998. 海岸環境の向上に向けて. *海岸*. 38(1): 1-5
- IUCN. 2004. A global strategy for the conservation of marine turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group.

- 岩本俊孝. 1986. アカウミガメの産卵周期と回遊. 遺伝. 40(10): 82-87
- 岩本太志. 2000 白塚海岸(三重県)ウミガメそう騒動記. うみがめニュースレター 46
- 岩本太志, 石原孝, 林且雄, 木野将克, 若林郁夫, 亀崎直樹. 2005 三重県北部におけるアカウミガメ(*Caretta caretta*)の出現記録. 爬虫両棲類学会報. 2005(2): 109-111
- 亀崎直樹. 2003. ウミガメから見た沿岸域. 特に砂浜海岸の現状と未来. 沿岸域 16(1): 45-53
- 亀崎直樹, 後藤清, 松沢慶将, 中島義人, 大牟田一美, 佐藤克文. 1995. 日本で産卵するアカウミガメのサイズ. うみがめニュースレター 26
- 亀崎直樹, 通事裕子, 松沢慶将. 2002. 日本のアカウミガメの産卵と砂浜環境の現状. 日本ウミガメ協議会. 大阪
- 亀崎直樹・松井正文. 1997. 日本におけるウミガメ類の生物学的研究. (総説). 沖縄生物学会誌 35: 1-8
- KAMEZAKI, N. Y. MATSUZAWA. O. ABE. H. ASAKAWA. T. FUJII. K. GOTO. S. HAGINO. M. HAYAMI. M. ISHII. T. IWAMOTO. T. KAMATA. H. KATO. J. KODAMA. Y. KONDO. I. MIYAWAKI. K. MIZOBUCHI. Y. NAKAMURA. Y. NAKASHIMA. H. NARUSE. K. OMTA. M. SAMEJIMA. H. SUGANUMA. H. TAKESHITA. T. TANAKA. T. TOJI. M. UEMATSU. A. YAMAMOTO. T. YAMATO. I. WAKABAYASHI. 2003. Loggerhead Turtles Nesting in Japan. p210-217. In: A. B. Bolten, and B. E. Witherington(eds.), Loggerhead Sea Turtles, Smithsonian Books, USA.
- 亀崎直樹, 宮脇逸朗, 菅沼弘行, 大牟田一美, 中島義人, 後藤 清, 佐藤克文, 松沢慶将, 鮫島正道, 石井正敏, 岩本俊孝. 1997. 日本産アカウミガメ(*Caretta caretta*)の産卵後の回遊. Wildlife Conservation Japan 3(1): 29-39
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1990. Decline of the Sea Turtles: Causes and Prevention. National Academy Press, Washington, D. C. 259
- NICHOLS, W. J., A. RESENDIZ, AND C. MAYORAL-RUSSEAU. 2000. Biology and

conservation of loggerhead turtles in Baja California, Mexico. In Kalb, H.J and T. Wibbles (comps). 2000. Proceedings of the Nineteenth Annual Symposium on Sea turtle Biology and Conservation. U.S. Dept. of Commer., NOAA Technical Memorandum. NMFS-SEFSC-443: 169-171.

NISHIMURA, S. 1967. The loggerhead turtles in Japan and neighboring waters. Publ. Seto. Mar. Lab. 15(1): 19-35

日本ウミガメ協議会. 1997. 日本ウミガメ協議会統一標識の配布先の一覧. うみがめニュースレター. 34

日本ウミガメ協議会未発表資料. 日本のウミガメ類の上陸回数・産卵回数. 漂着. 標識放流および再捕獲のまとめ; 第16回日本ウミガメ会議(黒島会議)資料. 特定非営利活動法人日本ウミガメ協議会. 大阪

高知県海区漁業調整委員会, 2004. 高知県ウミガメ保護条例

岡林正十郎. 1993. 高知県定置網漁業史. 岡林みどり, 高知

PARKER, M. D. W. J. COOKE, AND G. H. BALAZS. 2005. Dietary components of oceanic loggerhead turtles, Caretta caretta, in the central north pacific. Fishery bulletin 103: 142-152

POLOVINA, J. J., D. R. KOBAYASHI, D. M. PARKER, M. P. SEKI, AND G. H. BALAZS. 2000. Turtles on the edge: movement of loggerhead turtles (Caretta caretta) along oceanic fronts, spanning longline fishing grounds in the central North Pacific, 1997-1998. FISHERIES OCEANOGRAPHY 9(1): 71-82.

POLOVINA, J. J. G. H. BALAZS. E. A. HOWELL. D. M. PARKER. M. P. SEKI, AND P. H. DUTTON. 2003. Forage and migration habitat of loggerhead (Caretta caretta) and olive ridley (Lepidochelys olivacea) sea turtles in the central North Pacific Ocean. Fish. Oceanogr 13: 36-51.

PRITCHARD, P. C. H. P. 1984. TREBBAU. The Turtles of Venezuela. Society for the study of amphibians and reptiles

RESENDIZ, A., B. RESENDIZ, W. J. NICHOLS, J. A. SEMINOFF AND N. KAMEZAKI. 1998. First confirmed east-west transpacific movement of a loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, released in Baja California, Mexico. *Pacific Science*. 52: 151-153.

SATO, K. T. BANDO, Y. MATSUZAWA, H. TANAKA, W. SAKAMOTO, S. MINAMIKAWA, K. GOTO. 1997. Decline of the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, nesting on Senri Beach in Minabe, Wakayama, Japan. *Chelonian Conservation and Biology*. 2(4): 600-603

UCHIDA, I. M. NISHIWAKI. 1982. Sea turtles in the waters adjacent to Japan 317-319 In: K. Bjorndal (des.). *Biology and conservation of sea turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC

若月元樹. 2004. 高知県室戸地方の大敷網漁業. うみがめニュースレター 60

WETHERALL, J. A. 1993. Pelagic distribution and size composition of turtles in the Hawaii longline fishing area. P166 In: Balazs, G. H. ,Pooley, S. G. (eds.), *Research plan to assess marine turtle hooking mortality: results of an expert workshop held in Honolulu, Hawaii November 16-18, 1993*. NOAA Technical Memorandum., NOAA-TM-NMFS-SWFSC-201, Honolulu Laboratory, Honolulu, Hawaii.

WETHERALL, J. A. G. H. BALAZS, R. A. TOKUNAGA, AND M Y. Y. YONG. 1993. Bycatch of marine turtles in north pacific high-seas driftnet fisheries and impacts on the stocks. *Bulletin* 53(3): 519-538

ZUG, G. R. G. H. BALAZS, J. A. WETHERALL. 1995. Growth in juvenile loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the North Pacific pelagic habitat. *Copeia*. 1995(2): 484-487

附表一覧

表1 ウミガメ類の分類

表2 高岡大敷組合の操業回数

表3 調査地点における捕獲個体とそのサイズ

表4 年度ごとの捕獲個体数とそのサイズ

表5 月別捕獲個体数とそのサイズ

表6 尾部の伸長および生殖腺の形態から性判別した個体数

附図一覧

- 図 1 本研究の対象種であるアカウミガメ(*Caretta caretta*)
- 図 2 北太平洋におけるアカウミガメの産卵地の分布
- 図 3 高知県室戸岬
- 図 4 高岡・三津・椎名の位置関係と室戸岬沿岸海域の等深線
- 図 5 大敷定置網の模式図と漁獲物の入網過程
- 図 6 体サイズの測定位置
- 図 7 アカウミガメに装着した全国统一標識
- 図 8 尾部の伸長による性判別
- 図 9 生殖腺の形態による性判別
- 図 10 月別捕獲個体数
- 図 11 2003 年度における月別 SCL の推移
- 図 13 SCL と SCW との関係
- 図 14 SCL と MCL との関係
- 図 15 SCL と CCL との関係
- 図 16 SCL と BW との関係
- 図 17 北太平洋の各分布地における甲長分布
- 図 18 SCL825mm 以上の個体の捕獲率
- 図 19 SCL824mm 以下の個体の捕獲率
- 図 20 室戸岬海表面水温の変化
- 図 21 室戸岬海表面水温と捕獲率の関係



図1 本研究の対象種であるアカウミガメ (*Caretta caretta*)

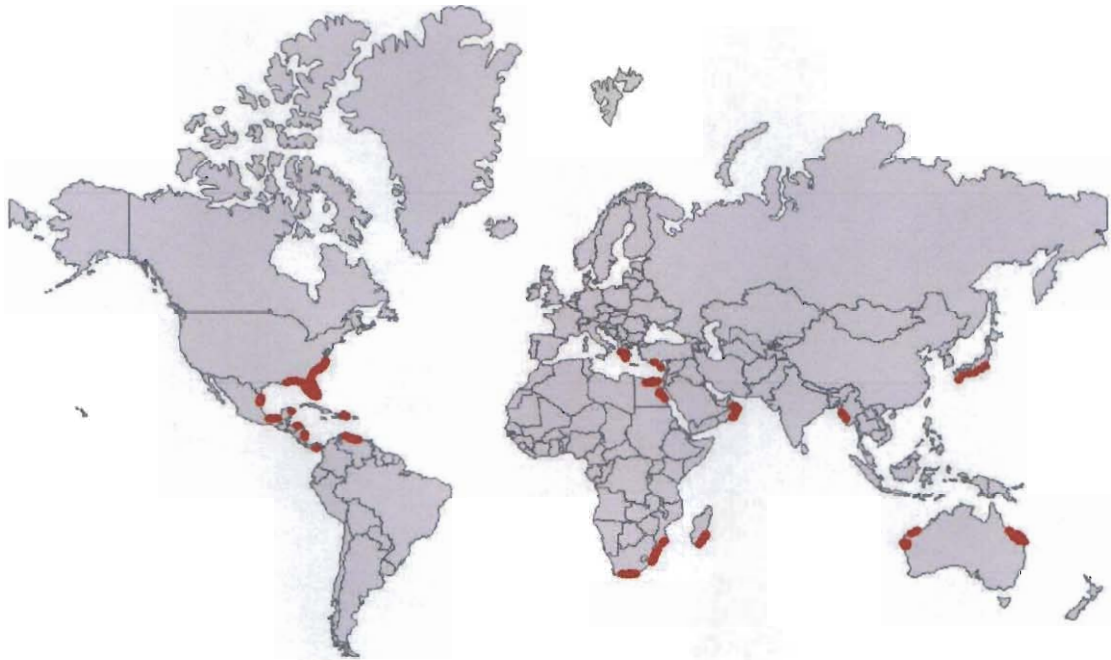


図 2 世界の亜熱帯から温帯水域にかけて分布するアカウミガメの産卵地
(赤く記した場所)



図 3 高知県室戸岬(北緯 33 度 15 分 : 東経 134 度 11 分)

周辺には椎名海岸・元海岸など多数のアカウミガメの産卵地が存在し、沿岸では漁業が盛んである。

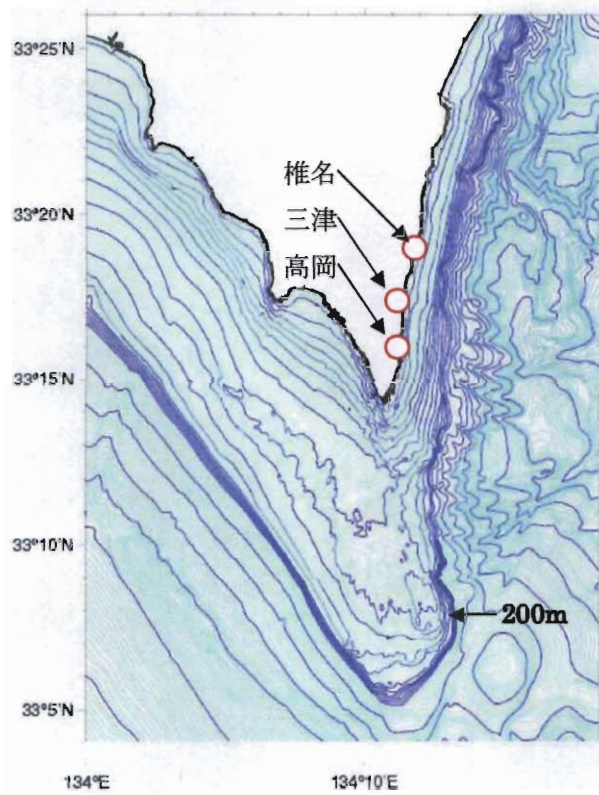


図 4 高岡・三津・椎名の位置関係と室戸岬沿岸
海域の等深線

室戸岬先端から高岡・三津・椎名の各大敷網が敷設されている。沖合 2km で水深 200m となる。

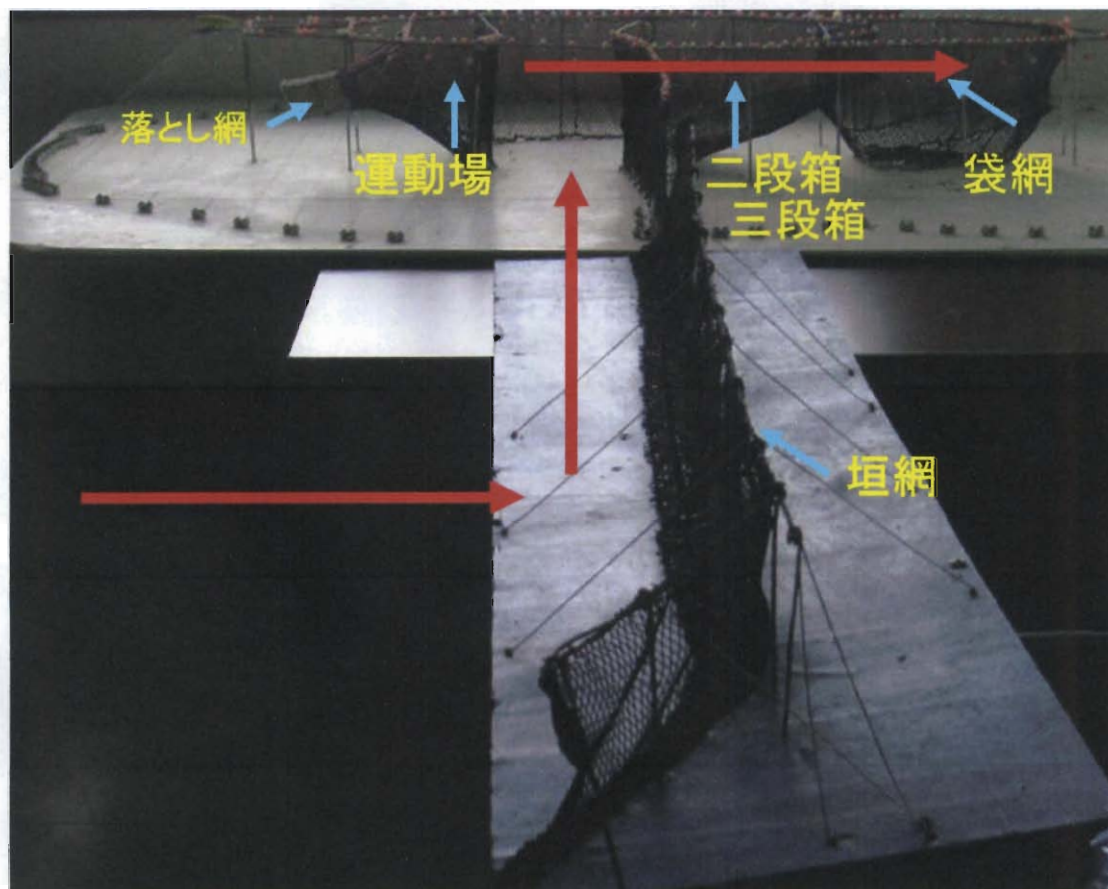


図5 大敷網の模式図とアカウミガメの進入経路

北東方向から垣網に突き当たった個体は沖合に移動し、運動場から二段箱、三段箱を経て袋網に入る。本模式図では運動場左側面に落とし網が設置されているが、実際にしようされている網では別の場所に設置されている。また、二段箱と三段箱は実際には分かれている。この模型は旧型のものである。

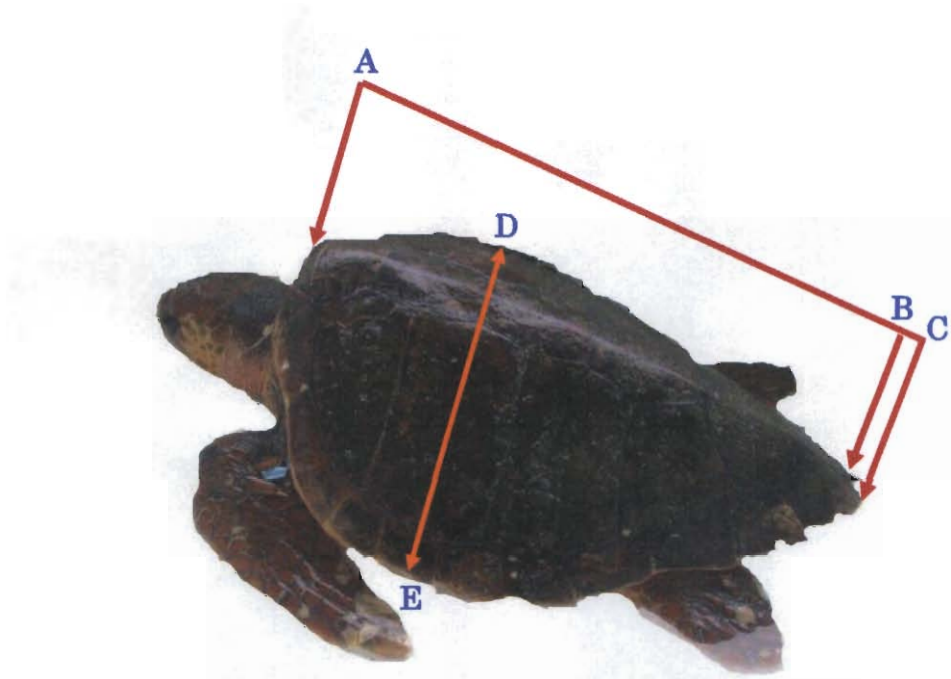


図6 アカウミガメのサイズの計測位置

直標準甲長 Straight Standard Carapace Length: SCL

A点からC点までの直線距離

曲標準甲長 Curved Standard Carapace Length: CCL

A点からC点までの曲線距離

直最小甲長 Straight Minimum Carapace Length: MCL

A点からB点までの直線距離

直甲幅 Straight Carapace Width: SCW

D点からE点までの直線距離

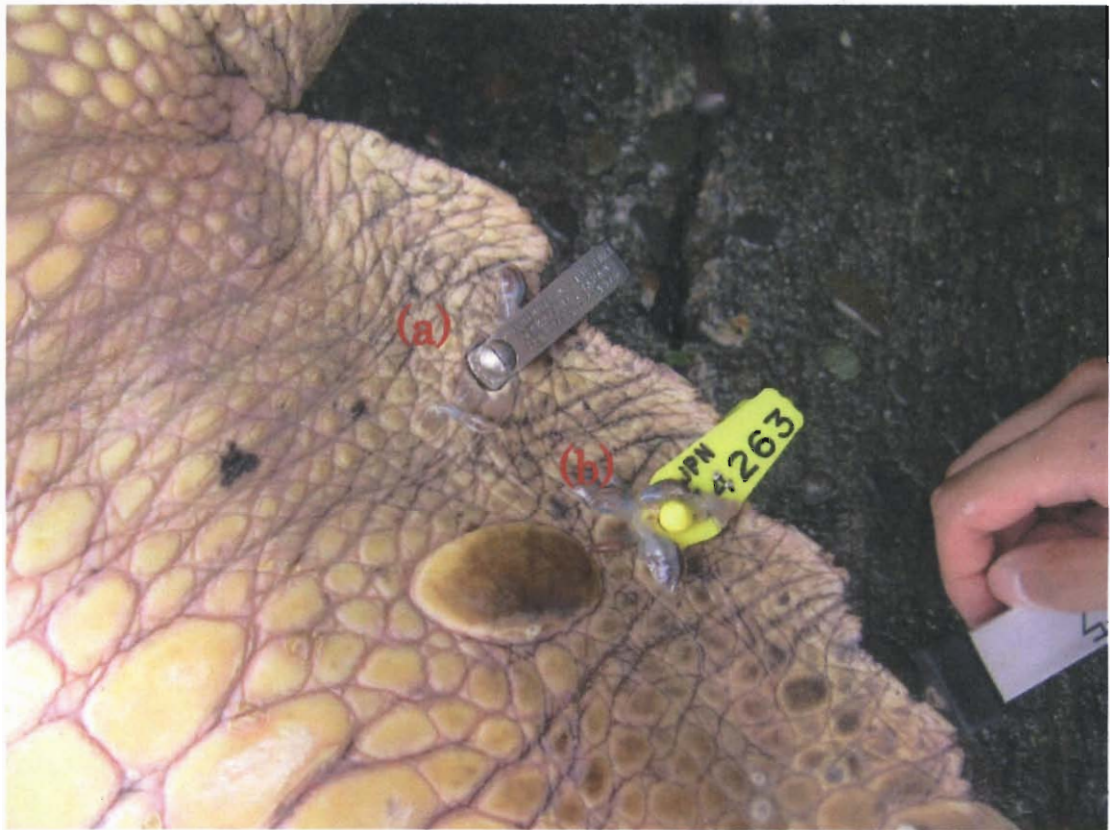


図7 アカウミガメに装着した全国统一標識
(a): 金属製インコネルタグ(両後肢に装着)
(b): プラスチック製ジャンボタグ(両前肢に装着)
(日本ウミガメ協議会より提供)



(a)

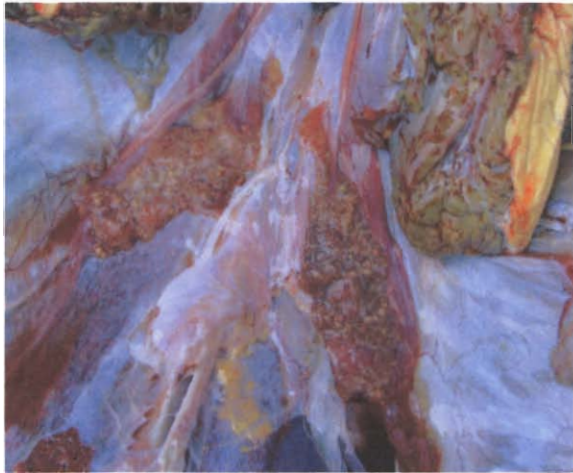


(b)

図8 尾部の伸長による性判別方法

(a) 雌：尾部の先端近くにある総排泄口が背甲後端より内側にある場合

(b) 雄：尾部の先端近くにある総排泄口が背甲後端より外側にある場合



(a)



(b)

図9 生殖腺の形態による性判別方法

- (c) 雌：全体的に黄色見を帯び、後に卵黄となる小胞を持つ
- (d) 雄：鮭肉色で固形

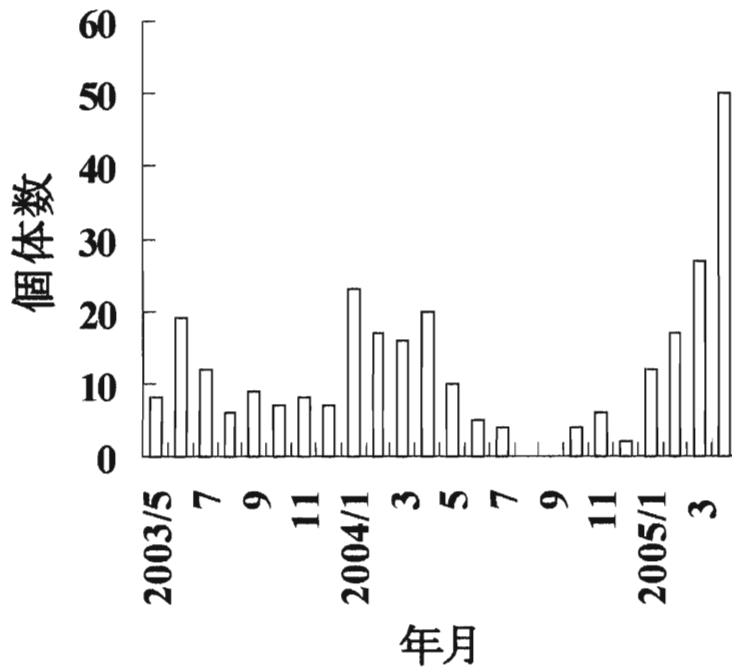


図 10 室戸岬沿岸で捕獲されたアカウミガメの月別捕獲個体数

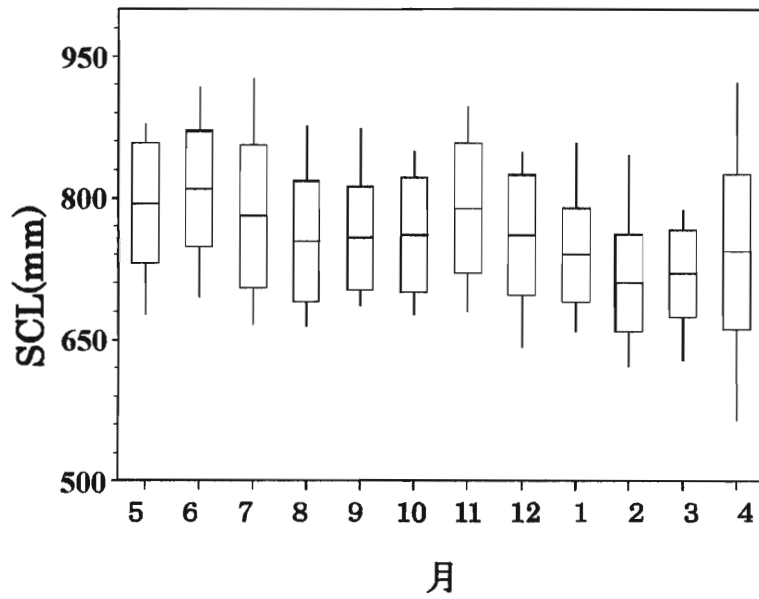


図 11 2003 年度における月別 S C L の推移

SCL: Straight Standard Carapace Length

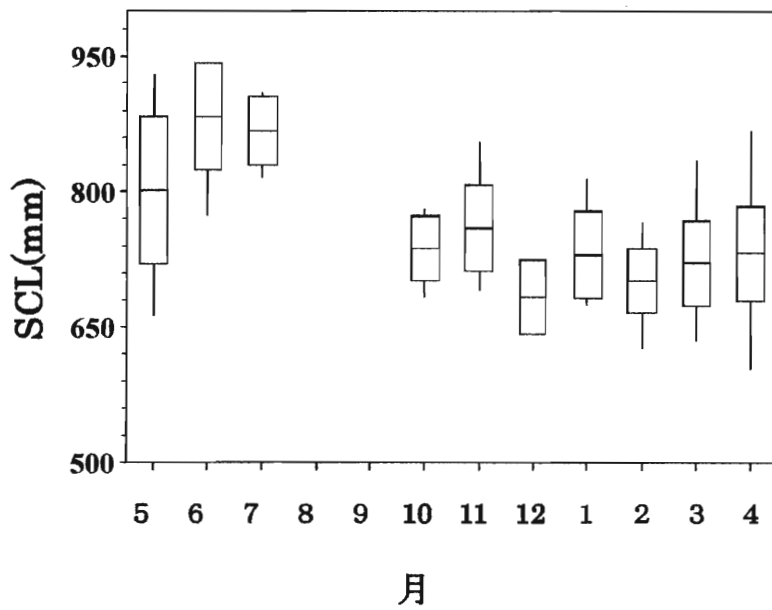


図 12 2004 年度における月別 S C L の推移

SCL: Straight Standard Carapace Length

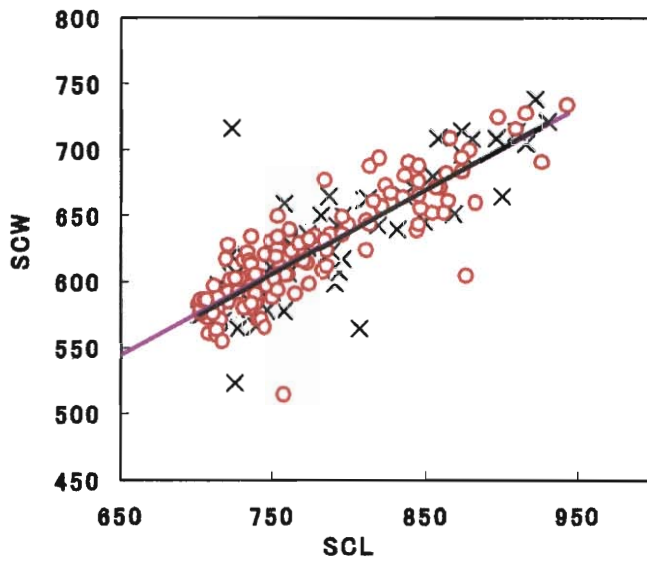


図 13 SCL と SCW との関係

×, 黒線 : 雄 $SCW=0.64 \times SCL+126(r^2=0.67)$

○, 赤線 : 雌 $SCW=0.62 \times SCL+140(r^2=0.75)$

SCL: Straight Standard Carapace Length

SCW: Straight Carapace Width

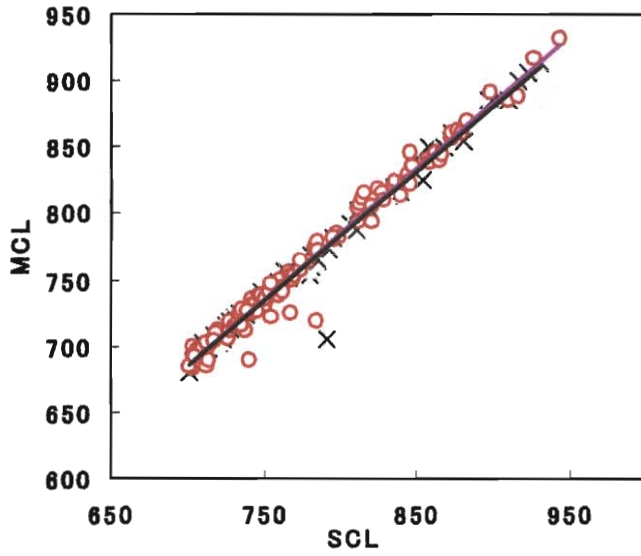


図 14 SCL と MCL との関係

×,黒線 : 雄 $MCL=0.98 \times SCL+2.45(r^2=0.97)$

○,赤線 : 雌 $MCL=0.99 \times SCL-10.15(r^2=0.98)$

SCL: Straight Standard Carapace Length

MCL: Straight Minimum Carapace Length

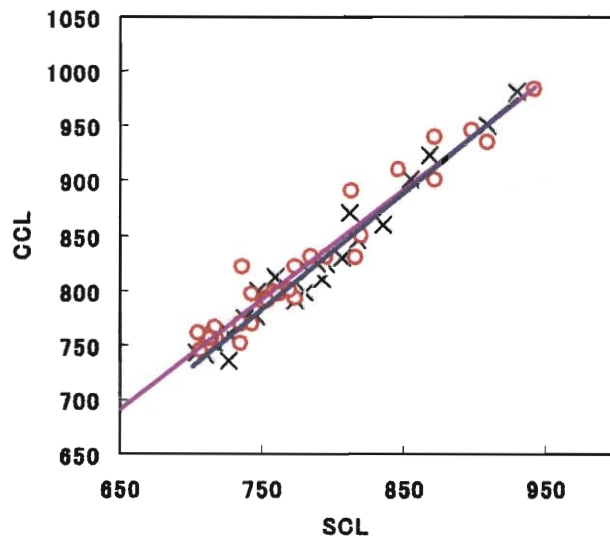


図 15 SCL と CCL との関係

×, 黒線 : 雄 $CCL = 1.07 \times SCL - 19.17 (r^2 = 0.96)$

○, 赤線 : 雌 $CCL = 1.00 \times SCL + 39.66 (r^2 = 0.95)$

SCL: Straight Standard Carapace Length

CCL: Curved Standard Carapace Length

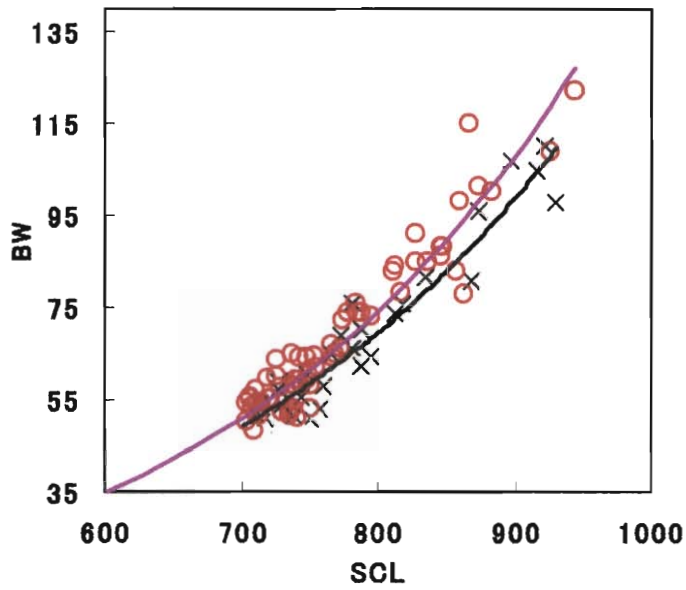


図 16 SCL と BW との関係

×, 黒線 : 雄 $BW=4.21e^{0.004 \times SCL}$ ($r^2=0.92$)

○, 赤線 : 雌 $BW=3.66e^{0.004 \times SCL}$ ($r^2=0.91$)

SCL: Straight Standard Carapace Length

BW: Body Weight

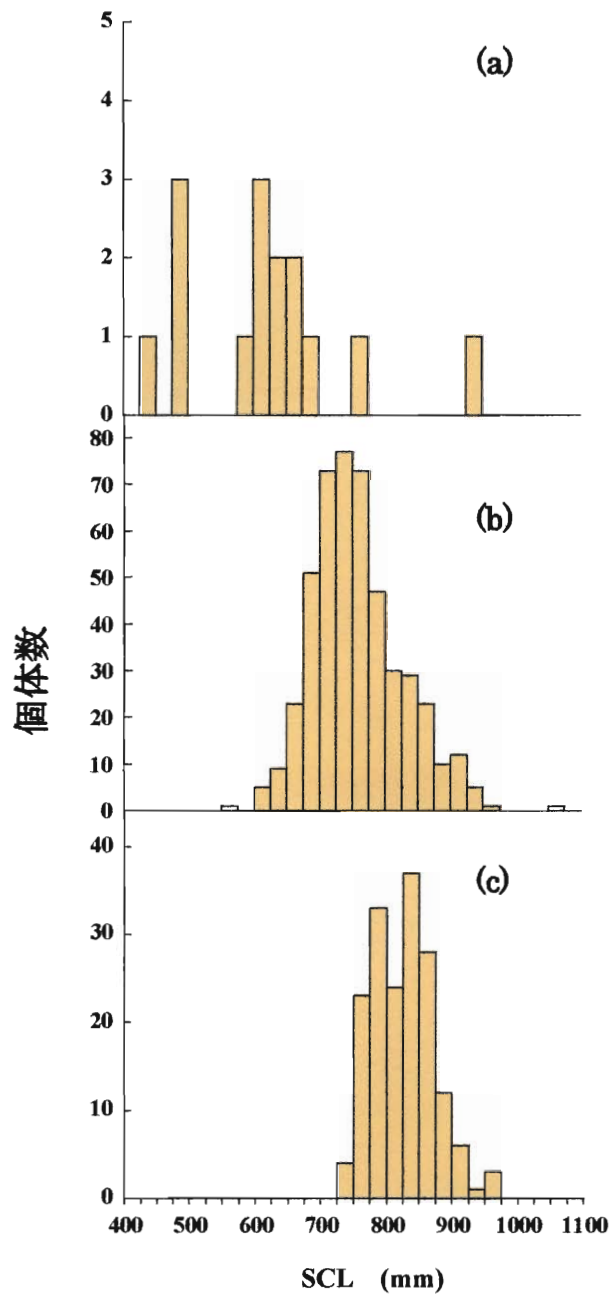


図 17 北太平洋の各分布地における甲長分布

- (a) Gulf of California, Mexico (Seminoff, 2004), N=15, SCL 619±123, 435-927(mm)
- (b) Muroto Cape, Japan (this study), N=470, SCL 757±69, 565-1050 (mm)
- (c) Minabe Nesting Female, Japan, (Goto and STAJ, 2005), N=171, SC5±46, 731-961 (mm)

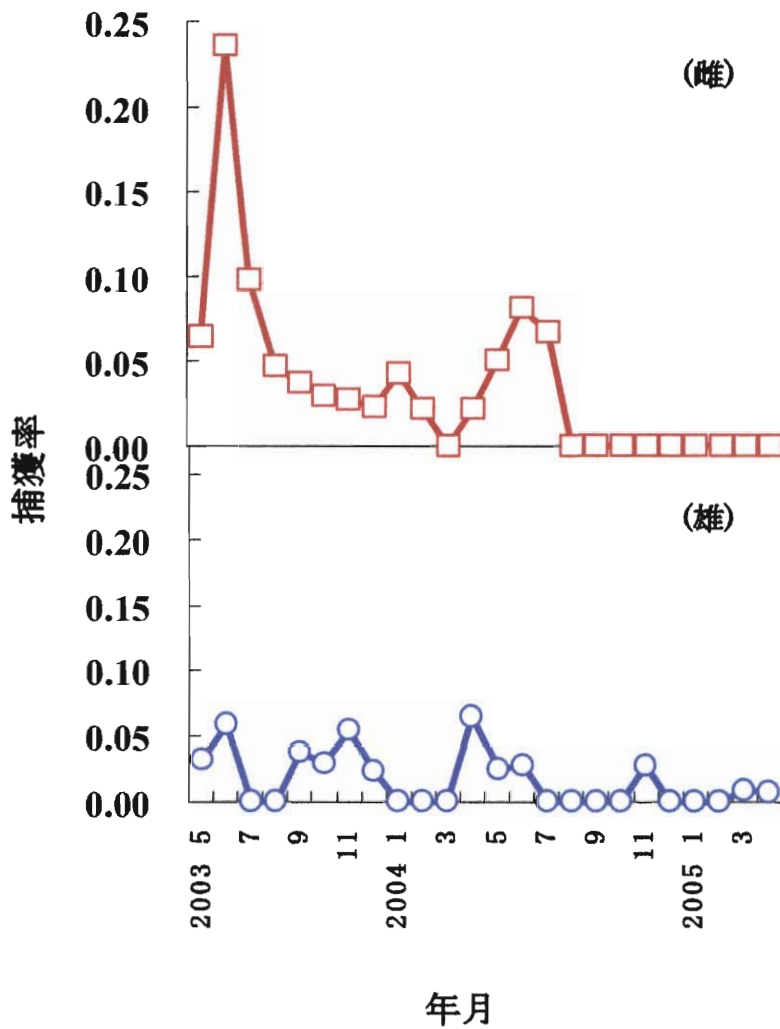


図 18 SCL825mm 以上で繁殖個体と定義した

た個体の捕獲率の経時変化

上段が雌で下段が雄

雌は産卵期間中である 5~7 月にピークを形成する

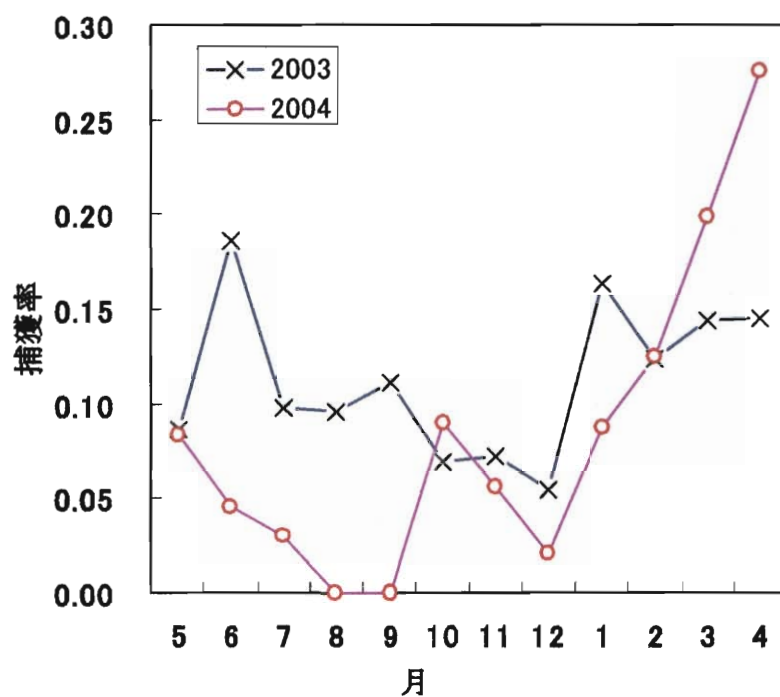


図 19 SCL824mm 以下の個体の捕獲率の経時変化

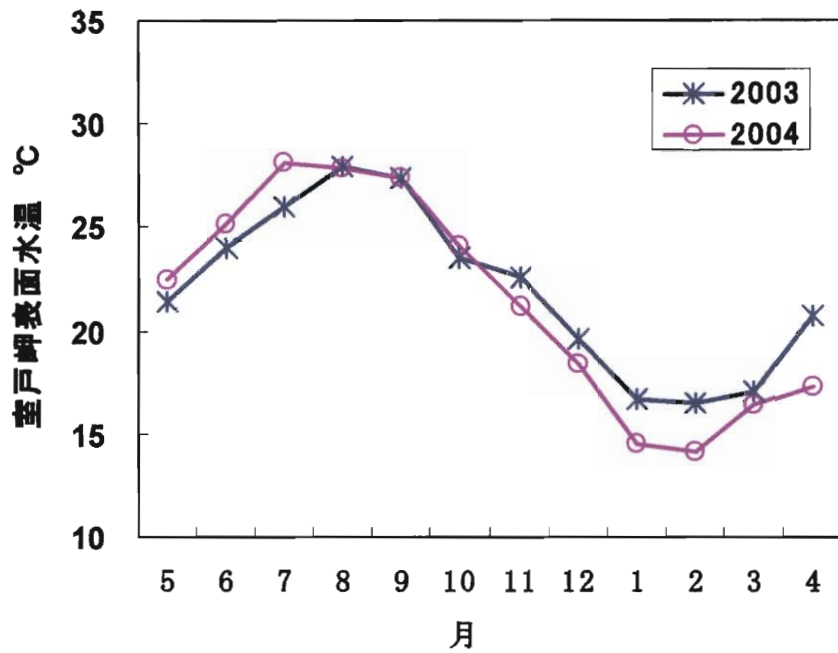


図 20 室戸岬海表面水温の変化

室戸岬沿岸海表面水温の月平均

高知県漁海況速報より引用

(<http://www.suisan.tosa.net-kochi.gr.jp/index.html>)

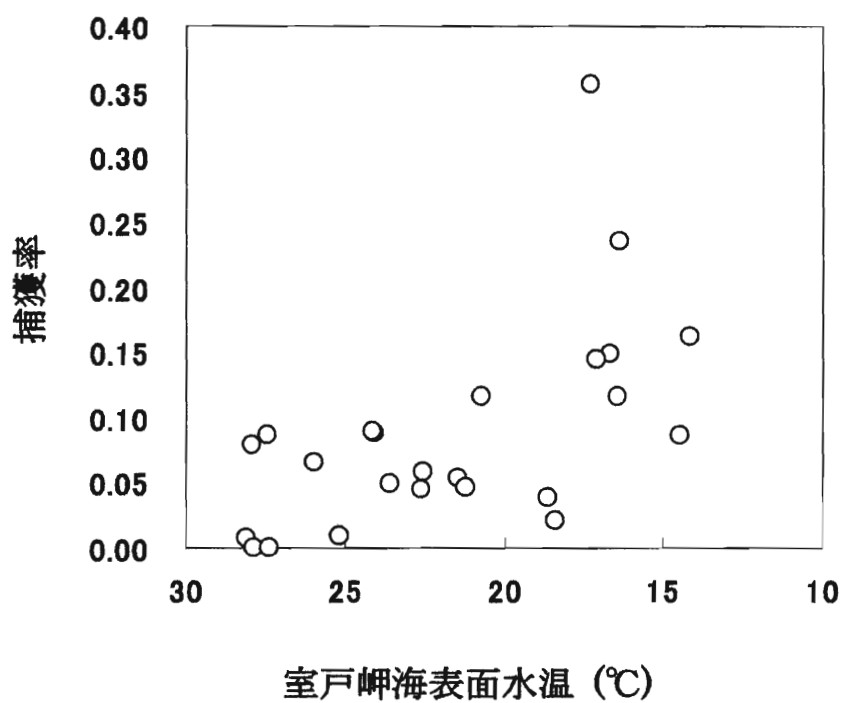


図 21 室戸岬海表面水温と捕獲率の関係