

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

藤田恒雄・山本 淳

Octopus Predation on Abalone Estimated from Empty Shells
that were Found out on the Sea Shore

Tsuneo FUJITA, Jyun YAMAMOTO

まえがき

タコによるアワビ食害については、徳島県や石川県で水槽実験を含む調査が行われており、マダコ (*Octopus vulgaris*) による食害が大きいと報告されている^{1, 2)}。徳島県や石川県での在来アワビは、クロアワビ (*Haliotis discus discus*)、メガイ (*Haliotis sieboldii*)、マダカ (*Haliotis gigantea*) といった暖流系のアワビであり、マダコもまた暖流系種である。福島県は、太平洋北区にあり、生息するアワビは寒流系のエゾアワビ (*Haliotis discus hannai*) だけである。また、マダコの資源量は海況に大きく左右され、極めて不安定である。このような寒流系海域でのマダコによるアワビ食害事例については、宮城県での佐々木、他³⁾による報告があるだけで、その被害の大きさについての報告はない。

マダコはアワビを捕食する時、まずはその強力な腕力で付着面からの剥離を試みるが、物理的な剥離が困難な時だけ、貝柱付近の貝殻に穴を開けて後唾腺分泌液をアワビ体内に注入し、アワビを麻痺させた後に付着面から剥離し、捕食することが知られている^{2, 4, 5)}。マダコによる貝殻上の穿孔痕は特徴的な楕円形のすり鉢状をしており、他の動物による穿孔痕とは容易に見分けられる⁶⁾。このため、アワビ漁場でアワビ貝殻を収集し、貝殻に占めるマダコによる穿孔痕を持つ貝殻の割合とマダコがアワビを捕食する時の穿孔割合がわかれば、回収されたアワビ貝殻の斃死原因に占めるマダコ食害の割合が推定できる。また、年間のアワビ斃死数が推定できれば、年間のマダコによる食害量の推定が可能である。

ここでは、海岸に打ち上がったアワビ貝殻を 3 年間で 2,306 個回収し、マダコ捕食による貝殻の穿孔痕の有無を調査し、貝殻の殻長別にマダコによる穿孔率を整理した。また、室内実験でマダコによるアワビ食害試験を行い、マダコが捕食したアワビの殻長別に穿孔割合を調査した。この 2 つの結果から、アワビ斃死原因に占めるマダコ食害の割合を殻長別に推定した。更に、アワビ貝殻に個体標識をしたうえで漁場に散布し、その後海岸に打ち上がって回収された貝殻中の標識貝殻の割合から、Petersen 法を利用して漁場中に潜在するアワビ貝殻数を大まかに推定し、マダコによるアワビ食害量の実態を考察したので報告する。

材料および方法

アワビ貝殻の回収および貝殻の観察

福島県いわき市小名浜下神白地先の海岸に、アワビ貝殻が多数打ち上がる場所(図1)がある。ここは、平野磯という大潮の干潮時には磯の上部表面がほぼ干出する平坦で大きな磯が正面にあり、この磯に当たった波が収れんしやすい場所と考えられる。この場所において、1994年10月から1997年3月までの冬期間、江名町漁業協同組合下神白採鮑組合の漁場監視員に海岸に打ち上がったアワビ貝殻の回収を依頼した。回収したアワビ貝殻は、破損がないものと、破損が軽微なものについて殻長を測定し、併せてマダコ捕食による穿孔の有無を調べた。この結果をアワビ殻長別に整理した。

また、マダコによる被捕食率が、アワビ天然貝と人工種苗貝で違いがあるかどうかについて知るため、貝殻のグリーンマークの有無を指標にして、天然貝か人工種苗貝かを調査した。

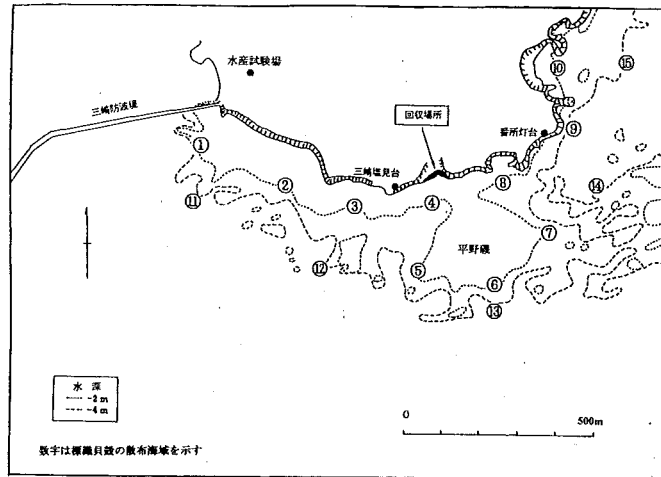


図1 アワビ貝殻の回収場所及び標識貝殻の散布地点

水槽実験

食害実験に用いたマダコは、水産試験場の調査指導船「拓水」によって、いわき海域でカゴを用いて漁獲した体重220g～1,750gの7個体を用いた。使用した水槽は約100ℓのFRP水槽で、7つの水槽にそれぞれ1個体のマダコを収容した。それぞれの水槽には、アワビのシェルターとして建築用ブロックを1個、マダコのシェルターとして素焼きのタコ壺を1個設置した。実験期間中は、アワビの餌としてアラメを適宜投与した。

1. マダコのアワビ捕食量試験 1995年11月8日から18日までの10日間はマダコのアワビ捕食量を調査した。アワビは、小型群(殻長 $39 \pm 2\text{mm}$:福島県栽培漁業協会生産された人工種苗)、中型群(殻長 $77 \pm 5\text{mm}$:いわき市下神白地先で採捕し、水産試験場で蓄養していた人工種苗と天然発生貝の比が概ね半々のもの)、大型群(殻長 $123 \pm 13\text{mm}$:中型群と同様なもの)の3群を用いた。3群のアワビそれぞれ3個体ずつを実験水槽に収容し、翌日に各水槽にそれぞれマダコを1個体ずつ収容した。

捕食後の貝殻は、毎日回収し、捕食されたアワビと同じ大きさの群のアワビを補充した。実験中の水温は、 19.2°C から 16.7°C に降温した。

2. 被捕食アワビのサイズと穿孔率の試験 1995年11月19日から12月25日まで、各水槽に

様々なサイズのアワビを 10 個体程度収容し、被捕食アワビの穿孔の有無を調べた。貝殻は毎日回収し、捕食されたアワビとほぼ同じサイズのアワビを補充した。これから、被捕食アワビのサイズと穿孔率の関係を整理した。実験中の水温は、16.7℃から 11.6℃に降温した。

標識貝殻の散布、回収試験

漁場全体でどの程度の貝殻があるかを推定するため、様々な殻長の貝殻 1,500 個に番号を付したダイナモテープを接着剤で付着させて個体標識し、漁場のアワビ生息数をなるべく反映するように、漁場を水深 4 m 以浅の海域 10 区画、それより沖合の水深 5～6 m の海域 5 区画の計 15 区画（図 1）に区分けしたうえで、各区にそれぞれ 100 個ずつの標識貝殻を散布した。各区に散布する貝殻の殻長組成はほぼ同じになるように調整した。標識貝殻の散布は、1995 年 10 月 4 日に行った。

散布した標識貝殻の回収は、1995 年度と 1996 年度に海岸に打ち上がって回収された貝殻の中から標識貝殻を見つけ出すことで行った。

Petersen法による漁場内のアワビ貝殻数の推定

後述するとおり、今回の方法では必ずしも Petersen 法適用の仮定を満たしているとはいえないが、マダコ被害の大きさの概要を知るため、標識採捕データから個体数を推定する Petersen 法を利用して、漁場内に潜在するアワビ貝殻数を推定した。

結 果

アワビ貝殻の回収

3 年間で合計 2,306 個の貝殻が回収され、これらのうち 707 個（30.7%）にマダコのものと思われる穿孔痕を認めた（表 1）。年により回収個数が異なるにもかかわらず穿孔率は各年ともほぼ 30%と一定していた。回収された貝殻の殻長は 34mm から 139mm の範囲（図 2）で、殻長組成のモードは、70mm から 90mm にみられた。また、福島県での漁獲対象サイズである殻長 95mm 以上に達しているものは約 24%だった。

殻長別穿孔率は、殻長が大きい程穿孔率が高い傾向がみられた（図 3）。この結果は、小島が徳島県で漁場から 1,257 個のアワビ貝殻を回収して観察した結果¹⁾（殻長別穿孔率：30mm 未満 0%、30～49mm 2.4%、50～89mm 16.3%、90～109mm 30.7%）と傾向が一致した。

表 1 回収されたアワビ貝殻のマダコ穿孔率

回収年度	回収貝殻数	穿孔貝殻数	穿孔率 (%)
94	1,092	322	29.5
95	480	136	28.3
96	734	249	33.9
合計(平均)	2,306	707	30.7

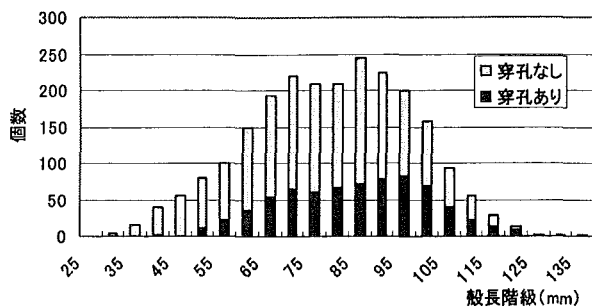


図2 3年間に回収したアワビ貝殻の殻長組成

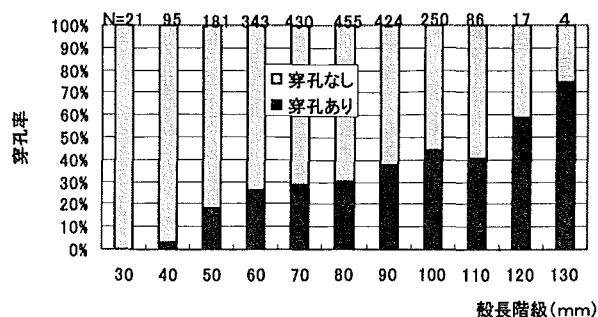


図3 アワビ貝殻の殻長別マダコ穿孔率

回収された貝殻のうち、人工種苗の割合は平均 77.5 %であった。この数字は下神白地先で漁獲されたアワビの人工種苗混獲率 59 %⁶⁻⁸⁾ (1994年～1996年の平均値) より高かった。この数字を詳しくみると、マダコによる穿孔がある貝殻では、89.2 %が人工種苗であったのに対し、穿孔のない貝殻では 73.1 %が人工種苗であった。別の見方をすると、人工種苗貝の穿孔率は 31.9 %であったのに対し、天然貝の穿孔率は 13.3 %と低かった。このため、マダコの食害による斃死貝が多く含まれている貝殻での人工種苗貝の割合が、漁場に生息する貝の混雑率より高くなったものと考えられた。このことから、マダコによる殻長 50mm 以上のアワビの被捕食率は、人工種苗貝の方が天然貝より高いことが示唆された。

水槽実験

1. マダコのアワビ捕食量試験 捕食個数が最も多かったマダコ (体重 720 g) では、10 日間で小型アワビ 11 個体、中型アワビ 6 個体、大型アワビ 3 個体の合計 20 個体を捕食した (表 2)。捕食重量の最も大きかったマダコ (体重 1,750g) では、合計約 1,360 g (殻付き重量) のアワビを捕食した。マダコ体重あたりの捕食量では、最高でマダコ体重の 1.5 倍のアワビを捕食した。また、小型のマダコは大きなアワビを捕食せず、小さなアワビを捕食する傾向がみられ、大型のマダコは大きなアワビも捕食する傾向がみられた。今回の実験では、マダコの大きさとアワビ捕食量との関係は必ずしも明瞭ではなかった。

表2 マダコのアワビ捕食個数、重量(10日間)

アワビ サイズ	マダコの体重 (g)							計
	220	270	720	900	1,130	1,430	1,750	
小型	13 個	6	11	10	2	3	4	49
中型	3	5	6	3	10	5	8	40
大型	0	0	3	0	1	2	4	10
計	16	11	20	13	13	10	16	99
捕食アワビ重量	260g	320	1,080	240	790	740	1,360	4,790
知体重あたり捕食量	1.18	1.19	1.50	0.27	0.70	0.52	0.78	

2. 被捕食アワビのサイズと穿孔率の試験 マダコがアワビ貝殻に穿孔して捕食したアワビの大きさは概ね殻長 50mm 以上で、それより小さいアワビはほとんど穿孔せずに捕食した (図 4)。

これは、打ち上がった貝殻のうち殻長 50mm より小さい貝殻には、ほとんど穿孔痕がなかったことと一致している。また、殻長 50mm 以上の貝でも約半数は穿孔せずに捕食した。

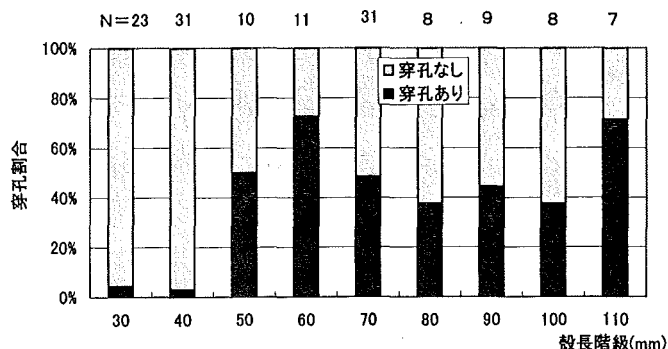


図4 マダコ捕食時のアワビ殻長別穿孔割合

標識貝殻の散布、回収試験

1995 年度および 1996 年度に海岸に打ち上がって回収された貝殻は合計 1,229 個だった。このうち標識貝殻は、1995 年度が 10 個、1996 年度が 5 個だった。回収された標識貝殻の散布区域は、4 区が 8 個、8 区が 7 個だった。このことから、貝殻が回収場所の海岸に打ち上がるのは、4 区と 8 区に限られ、他の場所で斃死した貝殻は、回収場所には打ち上がらないことが分かった。また、標識散布した貝殻の殻長組成が 30mm から 120mm にわたったのに対し、殻長 50mm 以下の標識貝殻は回収されなかった (図 5、6)。

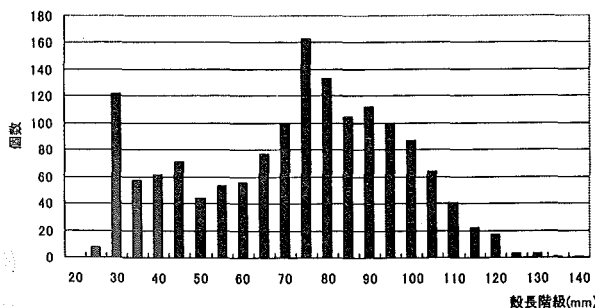


図5 標識散布した貝殻の殻長組成

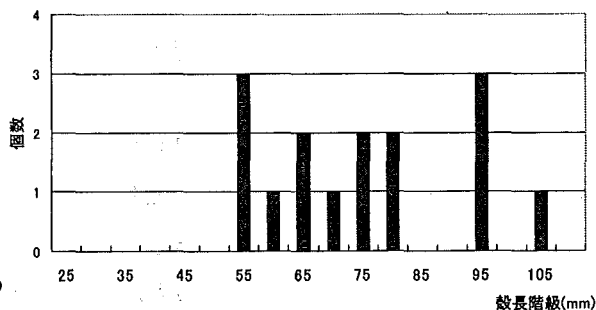


図6 回収された標識貝殻の殻長組成

Petersen法による漁場内のアワビ貝殻数の推定

標識散布した貝殻のうち 50mm 未満のものは回収されなかったこと、回収された無標識貝殻の殻長組成でも 50mm 未満の貝の割合が少なかったことから、標識散布した貝 (1,500 個) のうち殻長 50mm 以上のもの (1,182 個) に Petersen 法を適用した。同様に、1995 年度と 1996 年度の 2 年間に打ち上がって回収された 1,229 個の貝殻のうち、殻長 50mm 以上のもの 1,179 個に対し Petersen 法を適用して、漁場に存在している殻長 50mm 以上の貝殻数の推定を行った。

この結果、漁場全体には、92,905 個の貝殻が存在したと推定された。また、標準誤差は 23,685 と計算され、95 %信頼区間は 46,482 個から 139,328 個と計算された。

マダコは、アワビを捕食する場合、まず力でアワビを付着面から剥がそうとし、力で剥がせない場合のみ、次の行動として、貝殻に穿孔してそこから毒液を注入し、貝を麻痺させて付着面から剥がして捕食することが知られている^{2, 7, 8)}。今回の水槽実験でも同じ行動が確認された。今回の実験から、マダコは殻長 50mm 未満のアワビはほとんど穿孔せずに捕食し、殻長 50mm 以上のアワビでも約半数は穿孔せずに捕食していることが分かった。これを、打ち上がって回収された貝殻に適用し、仮に、50mm 以上のアワビに対する穿孔率を一律 50 % と仮定すると、打ち上がったアワビ貝殻のうちマダコ食害による割合は、殻長が大きいほど高くなり、殻長 90mm 以上の個体では 75 % 以上の個体がマダコによる食害で斃死したものと推定された(図7)。また、殻長 50mm 以上の貝殻の打ち上がる割合を殻長によらず一定とした場合、殻長 50mm 以上の個体全体でも約 64 % がマダコによる食害で斃死したものと推定された。このことから、太平洋北區に属する福島県でも、年によっては、マダコによる食害が殻長 50mm 以上のアワビの主たる自然減耗要因になっていることは明らかである。

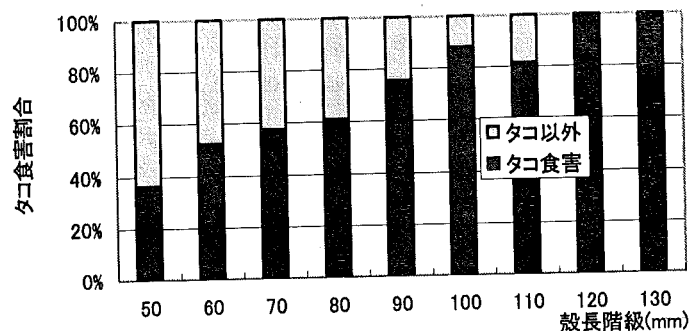


図7 殻長別斃死原因の推定結果

今回の調査結果から、エゾアワビでは、人工種苗貝の方が天然貝よりマダコによる食害を受けやすいことが示唆された。また、石川県では在来種ではないエゾアワビの人工種苗を放流したところ、そのほとんどがマダコに食害され、生残率は1ヵ月間で 10 % を下回ったという興味深い結果が報告されている²⁾。これらの結果が、人工種苗貝と天然貝の行動や住み場の違いに由来するものであるかどうかは、エゾアワビの行動様式とともに興味のあるところであり、エゾアワビ人工種苗の放流効果を高める上で、今後の検討が必要である。

福島県でのマダコ漁獲量をみると、年により大きな変動がみられる(図8)。福島県では、マダコ漁獲量は海況と関係があるといわれており⁹⁾、黒潮の影響が強い暖水年に漁獲が多く、逆に親潮の影響が強い冷水年には漁獲量が少なく、年によっては全くマダコのみられない年もある(1982, 1984年)。調査を行った1994年から1996年は、マダコの漁獲量が多い年に当たっている。福島県でのアワビ漁獲量とマダコ漁獲量(図9)、アワビ漁獲年の前年度のマダコ漁獲量とアワビ漁獲量の関係(図10)をみると、特に相関はみられない。これは岩手県や千葉県でマダコ漁獲量とアワビ漁獲量との関係を解析した事例^{10,11)}と同様の結果だった。マダコによるアワビ被害が非常に大きいと考えられるにもかかわらず、両者の漁獲量に相関がみられない理由としては、福島県でのアワビ採捕が徹底した漁獲規制の下に行われているため、資源量と漁獲量との関係が不明瞭なことが考えられる。具体的には、各浜ごとに1日1人当たりの漁獲制限個数が決められており、その個数は基本的に毎年同じで、その年の漁獲量は直接にはアワビの資源量を反映

せず、主にその年の出漁日数（延べ出漁人数）に左右されている¹⁰⁾。また、ある年のマダコ被害による影響がその翌年だけでなく、数年にわたって現れることで、食害量と漁獲量の変化の関係を不明瞭にしていることも原因の一つであろう。更に、福島県でマダコの漁獲量の多い年には、宮城、岩手県沿岸で育ったマダコが秋から冬にかけて福島沖を南下する際にその多くが漁獲されるためといわれている。このため、沿岸でアワビを食害するいわゆる地付きマダコの量と全体の漁獲量との関係がどの程度あるのかは不明である。何れにしても、これらの問題は今後更に検討が必要である。

標識貝殻の散布、回収結果に Petersen 法を適用した結果、漁場内には、殻長 50mm 以上の貝殻が 95 %信頼区間として 46,500 個から 139,300 個存在しているものと推定された。標識散布貝殻が、放流当年度と約 1 年経過した翌年度にまたがって回収されたことから、貝殻は斃死後 1 年ないし 2 年間程度は粉碎されず、原形をとどめているものがあると考えられた。このため、Petersen 法で推定された貝殻数は 1 年ないし 2 年間程度の累積斃死個体数と考えられ、このうちの 64 %がマダコの食害による斃死と推定された。過大評価を避けるため、ここでは推定された貝殻数を 2 年間の累積個体斃死数と仮定すると、年間のマダコによる食害量は、95 %信頼区間として 14,900 個から 44,600 個と見積もられた。

下神白地区のアワビ年間漁獲量は約 7 t で、漁獲アワビの平均重量が 180g 程度なので、年間約 39,000 個体のアワビが漁獲されていることになる。ここで推定された殻長 50mm 以上のアワビの年間被食害個数は、年間漁獲個数と大差がないものと考えられた。また、下神白地区の人工種苗放流数は、年間約 10 万個なので、食害されるアワビの 75 %が人工種苗だとすると、放流数の 1 割から 3 割程度が殻長 50mm 以上に育った後にマダコに食害されていることになる。

殻長 50mm 以下の小型アワビでは、マダコによる食害時に穿孔されることはほとんどないので、貝殻からは食害の実態が推定できない。水槽実験の結果からは、小型のマダコは主に小型のアワビを捕食することが分かったが、本報では食害量の実態は推定できなかったものの、小型のアワビでも大きな被害があることが想定される。このため、アワビ人工種苗放流時にマダコを駆除することは重要であろう。

以上のように、マダコ資源が大きい年においては、マダコ食害が与えるアワビ資源への影響は極めて大きいものと推定された。マダコによる食害を減らすことができれば、アワビ資源量の増大、人工種苗アワビ回収率の向上が期待できる。

当県でアワビ漁に従事する漁業者は、アワビ漁が禁漁となる 10 月から翌年 4 月までの間は、土木作業員等のアルバイトをしている者が少なくない。当県でのマダコ漁は、アワビ漁が禁漁となる秋から冬にかけてが漁期なので、この期間の漁業として、アワビ漁場のある浅海域でタコカゴを使ってマダコを漁獲し、積極的にマダコ駆除を行うことで漁業所得の向上とアワビ資源増大が十分期待される。

本報では、Petersen 法を使って漁場内に潜在する貝殻数を推定し、回収した貝殻の穿孔率と水槽実験で得られたマダコのアワビ捕食時の穿孔率から、マダコによるアワビ食害量の大きさを推定した。しかしながら、Petersen 法の適用にあたっては、15 漁場に散布した標識貝殻のうち 2 地区の漁場からしか標識貝殻が回収できなかったが、各試験区内の生息アワビ数がそれぞれ等しいこととして漁場内の貝殻数を推定した。このため、実際の誤差は、結果で示した誤差範囲よりも大きいものと考えられる。また、標識貝殻数も 1,500 個とあまり多くはなく、回収標識貝殻数も 15 個と少なかった。このため誤差範囲が大きくなってしまった。推定の精度を高めるには、標識貝

殻数をもっと増やす必要がある。また、貝殻の回収は海岸に打ち上がった貝殻を回収することで行ったため、貝殻の回収期間を長くとりざるをえなかった。この間の貝殻の逐次加入および破損等による消失のため、Petersen 法の適用にも問題が残った。また、水槽実験で得られたマダコのアワビ食害時の穿孔率を用いて推定を行ったが、限られた条件下での実験結果をもって、天然での食害状況を推測することは困難ではあるものの、マダコによるアワビ食害量のおおよそを推定することは意義があるものと思われる。なお、推定にあたっての方法については、更に検討を加えたい。

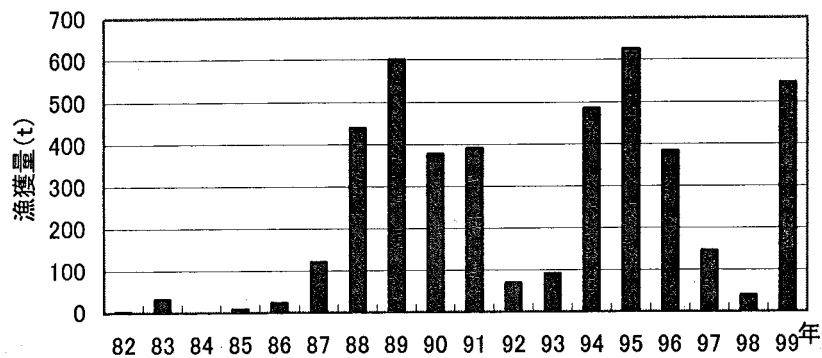


図8 福島県でのマダコ漁獲量経年変化

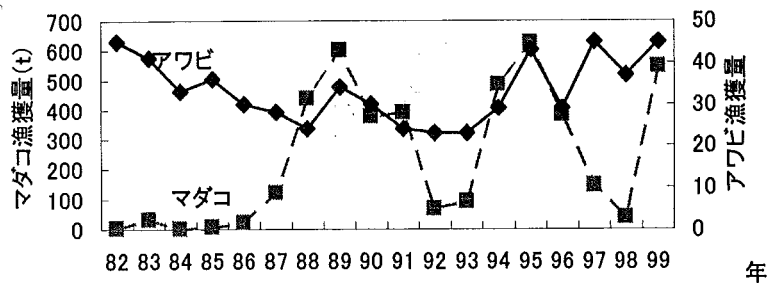


図9 福島県でのマダコ漁獲量とアワビ漁獲量の経年変化

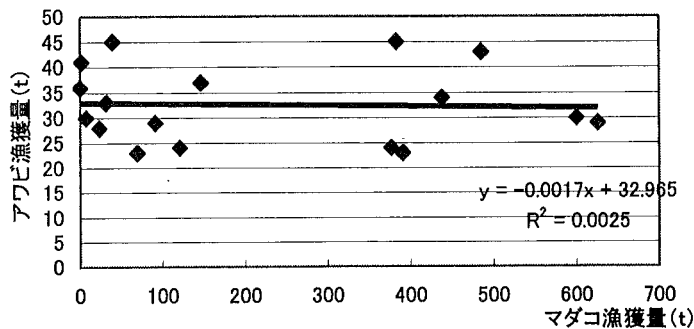


図10 マダコ漁獲量と翌年のアワビ漁獲量との関係

謝 辞

3年間にわたり貝殻の回収に協力していただいた江名町漁業協同組合（現いわき市漁業協同組合江名町支所）下神白採鮑組合の皆様にご礼申し上げます。また、本報を取りまとめるにあたり、ご助言をいただいた元徳島県水産試験場小島 博氏に深謝いたします。

要 約

1. いわき市小名浜下神白地先にアワビ貝殻が多数打ち上がる場所があり、そこで1994年10月から1997年3月までの冬季間に合計2,306個のアワビ貝殻を回収した。そのうちの30.7%にあたる707個の貝殻にマダコのものと思われる穿孔痕が認められた。
2. 回収された貝殻のうち人工種苗の割合は77.5%だった。この割合は、地先で水揚げされるアワビ人工種苗の混獲率を上回っていた。また、マダコによる穿孔痕のみられる貝殻では89.2%が人工種苗だったのに対し、穿孔のみられない貝殻では73.1%が人工種苗だった。別の見方をすると、人工種苗貝の穿孔率は31.9%だったのに対し、天然貝の穿孔率は13.3%と低かった。このことから、マダコによるアワビの捕食率は、人工種苗貝の方が天然貝よりも高いことが示唆された。
3. 水槽実験の結果、マダコが最もアワビをたくさん捕食した例は、10日間で体重の1.5倍ものアワビを捕食した。また、マダコがアワビを捕食する際に穿孔するのは、概ね殻長50mm以上の個体で、それ以下の個体には穿孔せずに捕食した。殻長50mm以上のアワビについても約半数は穿孔せずに捕食した。
4. 回収された貝殻のデータと水槽実験の結果から、殻長50mm以上のアワビ斃死原因に占めるマダコ食害の割合は、殻長と共に大きくなり、殻長90mm以上の個体では、75%以上の個体がマダコの食害により斃死したものと推定された。このことから、太平洋北区に属する当県でも、年によってはマダコ食害が殻長50mm以上のアワビの主たる斃死原因になっているものと考えられた。
5. 1,500個のアワビ貝殻に標識を装着して漁場に散布した結果、15個の標識貝殻が回収された。Petersen法を適用して漁場全体の貝殻数を推定した結果、92,905個と推定され、95%信頼区間は46,482個から139,328個と計算された。また、年間のマダコによる食害量は14,900個～44,600個と見積もられた。このことから、マダコ資源が大きい年には、マダコ食害が与えるアワビ資源への影響は極めて大きいものと推定された。アワビ漁が禁漁となる冬期間にアワビ漁場のある浅海域でカゴ漁を行うことで、マダコ漁獲による漁業所得の向上とアワビ資源の増大が十分期待できる。
6. 当県のマダコ漁獲量とアワビ漁獲量との相関をみた結果、相関はみられなかったが、更に検討が必要である。

文 献

- 1) Hiroshi KOJIMA : OCTOPUS PREDATION ON THE ABALONE *Haliotis discus*

discus. Proceedings of the 1st International Symposium on Abalone in La Paz, Mexico. Nov. 1989. Fish. Res. Pap. Dep. Fish. (South Aust.), No24, 21 - 29 (1992)

- 2) Noriyuki OKEI : Predation by Octopus on Released Abalone. STOCK ENHANCEMENT AND SEA RANCHING. Fishing News Books, Blackwell Science Ltd., 468 - 477 (1999)
- 3) 佐々木良・及川 茂・飯塚晃朗・川村 亨：宮城県唐桑町におけるアワビ種苗放流効果事例。昭和 57 年度東北ブロック増養殖連絡会議報告書，東北水研増殖部。45 - 50 (1983)
- 4) Wodinsky, J : Penetration of the shell and feeding on gastropods by *Octopus*. Am. Zool., 9, 997 - 1010 (1969)
- 5) Hiroshi KOJIMA : Hole-drilling predation by *Octopus vulgaris* on abalone. La mer, 26, 115 - 119 (1988)
- 6) 福島県水産試験場 平成 6 年度福島県水産試験場事業報告書。6 - 7 (1995)
- 7) 福島県水産試験場 平成 7 年度福島県水産試験場事業報告書。5 - 13 (1996)
- 8) 福島県水産試験場 平成 8 年度福島県水産試験場事業報告書。3 - 5 (1997)
- 9) 秋元義正・佐藤 照：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 (1980)
- 10) 渋井 正：岩手県におけるエゾアワビの生産変動と諸環境要因との関係。栽培技研，13 (1)，1 - 20 (1984)
- 11) 清水利厚・田中種雄：千葉県におけるアワビ資源の減少要因の考察。千葉水試研報，57，229 - 235 (2001)