

大田市柳瀬海域における サザエの大量斃死現象と原因の検討

内田 浩・由木雄一

Mass Mortality of Top shell *Turbo (Batillus) cornutus* and Examination of Cause in Ohda City Yanase Sea Area

Hiroshi Uchida and Yuichi Yuuki

Abstract: In order to understand mortality situation of top shell in Yanase sea area and examine the cause, the investigation was executed. The result, the decrease tendency of the top shell's catch continues unlike adjoining sea area and the decrease comparatively correspond with the progress of pump construction. It has been understood that the decrease width increases at the high water temperature period. And the mortality situation has been understood in 2003, 2004. In experimenting on breeding, it was confirmed that the top shell died of drain from the polder. In addition, the mortality ratio has increased when sand, mud was joins. The living thing is distributed in the polder, the influence of agricultural chemicals was not able to be recognized.

Though the cause of mortality was not able to be specified, it seems to be caused by drain from the polder.

As a counter measure, it proposed the conference on the method of the drain machine operating and the system such as the using agricultural chemicals were able to be understood.

キーワード：サザエ，斃死現象，島根県大田市沿岸域

2002年7月に大田市漁協から柳瀬海域でサザエ *Turbo (Batillus) cornutus* が大量に斃死しているとの報告を受け，漁協および漁業者からの聞き取りや素潜り等による周辺調査¹⁾を実施した。これらから，サザエの斃死を確認するとともに，斃死が数年前から始まっていたという情報も得た。サザエの斃死については，1984年の日本海北部沿岸域²⁾や島根県においても報告^{3),4)}があり，斃死の原因は生息環境の変化と考えられている。しかし，柳瀬海域については，河川からの濁った排水や，さらに排水に含まれる農薬等の影響ではないかと漁業者は懸念している。

本調査は大田市漁協等からの要望を受けて，2002~2003年に実施し，サザエの斃死状況を把握するとともに，その原因について検討したので報告する。

調 査 方 法

調査地区の概要 柳瀬海域(図1)には，大原川からの河川水が流入しており，その大原川の河口直上部に，波根湖干拓地からの農業用水等が排出されている。したがって，干拓地から排出された直後に，排水が海域に流入することになる。また，干拓地内の幹線排水路には，生活雑排水等も流入している。排水は大型のポンプで行われているが，老朽化しているため，2001年7月から2003年7月にかけて，ポンプの新設工事等が実施された。

漁獲統計調査 大田市漁協および隣接する多伎町漁協のサザエ月別漁獲量を1995~2002年について集計・整理した。そして，斃死が確認された柳瀬海域と波根海域および多伎町海域について漁獲動向の

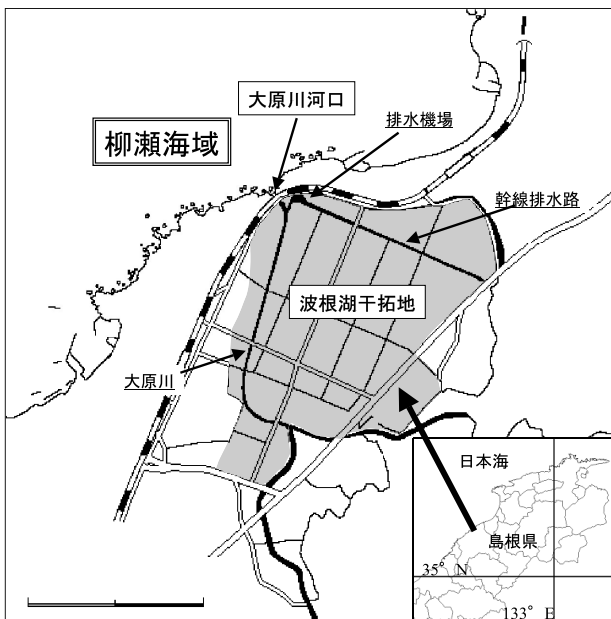


図1. 柳瀬海域の周辺図.

比較を行った.

潜水調査 調査はスクーバ潜水と素潜りにより行い、海底の目視観察を行うとともに、生存しているサザエおよび斃死して殻のみとなったサザエを含めて全ての個体を採集した。スクーバ潜水は2名で行い、100 mのライン調査で、ラインの左右2 mの範囲を調査対象とした。素潜りは3名で、調査時間は原則15分とした。調査日は、2002年9月10日(スクーバ潜水のみ)、2003年6月12日および9月2日である。調査定点を図2に示したが、St.A, B, Cはスクーバ潜水によるライン調査の定点、St.1~5は素潜りの調査定点である。ライン調査は大原川河口周辺とその沖合いに点在する瀬の周辺に定点を設けた(水深5~9 m)。素潜り調査はライン調査より岸寄りに、大原川河口を中心にしてその東西に定点を設定した(水深1~5 m)。なお、2003年の調査ではGPSにより位置の測定を行った。

採集したサザエは、正常な個体、衰弱した個体(仮死状態のもの)、殻だけになった個体に分けて殻高を測定した。さらに、殻だけの個体は、付着物の状態から死亡後間もないものと死亡してから長時間経過したものに分けて分類した。

サザエ飼育実験 サザエ大量斃死の原因の1つに波根湖干拓地からの排水の影響が考えられるため、波根湖干拓地排水を用いてサザエの飼育実験を行った。飼育に用いた干拓地水は、2003年6月6日に干拓地排水機場付近の水路で採水し、0.5 m³の円形水槽2基に通気保存した。そして、その干拓地水と海

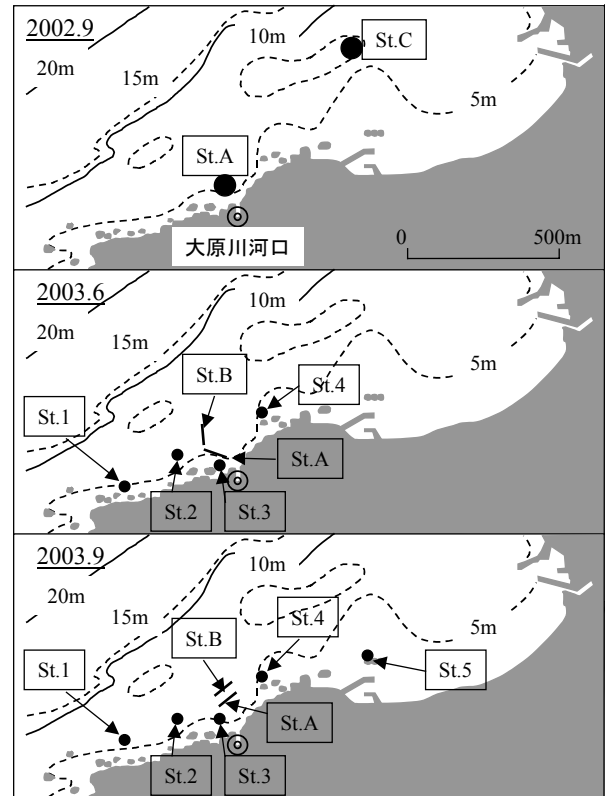


図2. 潜水調査定点図.

水とを混合してサザエを飼育し、斃死状況を観察記録した。なお、飼育水の塩分調整には、人工海水製剤(マリンアートハイ)を用いた。

表1に実験1の試験区条件を示す。飼育個数は、各試験区10個(試験区6のみ6個)とし、0.1 m³の円形ポリカーボネイト水槽(試験区6のみ0.05 m³角型アクリル水槽)を用いて、止水でエアー通気とした。実験は干拓地水の含有量を4段階(100, 50, 25, 0%)に調節して比較した。また、砂泥の影響を見るため試験区1では保存していた干拓地水を強通気して砂泥とよく混合した水を用いた。試験区2~4では砂泥をできるだけ混ぜないため、干拓地水の通気を止め静置して砂泥を沈下させ、その上水を用いた。さらに、対照区として干拓地水を含まない100%海水と100%水道水も試験区に含めた。供したサザエ(平均殻長77.9 mm, 標準偏差3.0)は、多伎町漁協から平成15年6月5日に購入し、0.1 m³の円形ポリカーボネイト水槽で流水無給餌飼育の後、実験に用いた。実験期間は、試験区1が2003年6月18日から7月4日まで、試験区2~4が2003年6月10日から7月4日まで、試験区5,6は2003年6月10日から6月18日までであった。

実験1の結果に基づいてさらに詳細な検討を行う

表 1. 実験 1 における試験区の条件 (飼育個数 10 個・0.1 m³ 円形ポリカーボネイト水槽・止水エアー通気).

試験区	干拓地水 (%)	海水* (%)	水道水 (%)	人工海水製剤	備考
1	100	0	0	○	干拓地水を曝気して砂泥を混合した水を使用
2	100	0	0	○	干拓地水を静置し、上水を使用
3	50	50	0	○	干拓地水を静置し、上水を使用
4	25	75	0	○	干拓地水を静置し、上水を使用
5	0	100	0	×	
6**	0	0	100	○	12 時間程度強通気して使用

* : 海水は砂濾過海水をさらに 1 μ フィルターで濾過した.** : 試験区 6 のみ飼育個数 6 個で 0.05 m³ 角型水槽.表 2. 実験 2 における試験区の条件 (飼育個数 7 個・0.05 m³ 角型アクリル水槽・止水エアー通気).

試験区	干拓地水 (%)	海水* (%)	水道水** (%)	人工海水製剤	添加物	備考
1	100	0	0	○		干拓地水を曝気して砂泥を混合した水を使用
2	0	100	0	×		
3	0	0	100	○		
4	0	100	0	×	干拓地ヘドロ	
5	0	100	0	×	干拓地砂泥	
6	0	100	0	×	恵曇沖砂泥	ヘドロ及び砂泥量は飼育水量の 0.3 % (150 g) とした。
7	0	0	100	○	干拓地砂泥	
8	0	0	100	○	恵曇砂泥	

* : 海水は砂濾過海水をさらに 1 μ フィルターで濾過した.

** : 12 時間程度強通気して使用.

ため、実験 2 を実施した。表 2 に試験区の条件を示す。試験区 1~3 では飼育水に着目し、由来の異なる水 (干拓地水、海水、水道水) をそれぞれ比較した。試験区 4~6 では、飼育水に含有する砂泥の違いに着目し、それぞれ由来の異なる砂泥 (干拓地ヘドロ、干拓地砂泥、恵曇沖砂泥) を海水に混ぜて比較を行った。さらに試験区 7, 8 では人工海水製剤の影響について調べるため、海水ではなく水道水に人工海水製剤と由来の異なる砂泥を混ぜて比較した。

実験 2 では、0.05 m³ 角型アクリル水槽を用いサザエの供試個数は 7 個とした。また、飼育水に添加した砂泥は、2003 年 7 月 9 日に島根県鹿島町恵曇沖から、波根湖干拓地からは 2003 年 8 月 19 日に採集し、冷凍および冷蔵保存していたものを用いた。供試サザエ (平均殻長 78.1 mm, 標準偏差 4.2) は大田市漁協から 2003 年 8 月 19 日に購入し、0.1 m³ ポリカーボネイト水槽で流水無給餌飼育の後、実験に用いた。干拓地水は実験 1 と同様に通気保存していた水を用いた。試験期間は、2003 年 8 月 21 日から 9 月 4 日までの 14 日間である。

干拓地内生物調査 調査定点を図 3 示す。干拓地の西側に位置し、排水機場にあるプールに流入する

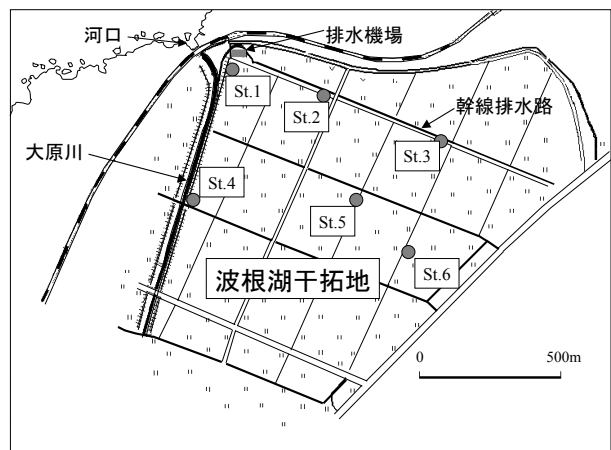


図 3. 干拓地内生物調査定点図.

直前の排水路を St.1 とし、干拓地北側の幹線排水路には 2 点 (St.2, 3) を設定し、一部集落から生活雑排水が流入する場所を St.4, そして干拓地内の用水路を St.5 と水田の内側を St.6 として調査場所を選定した。

調査は 2003 年 7 月 1 日に実施し、各調査定点において生物の採集および観察を行った。採集された生物は、水産試験場に持ち帰り種の同定および計数を

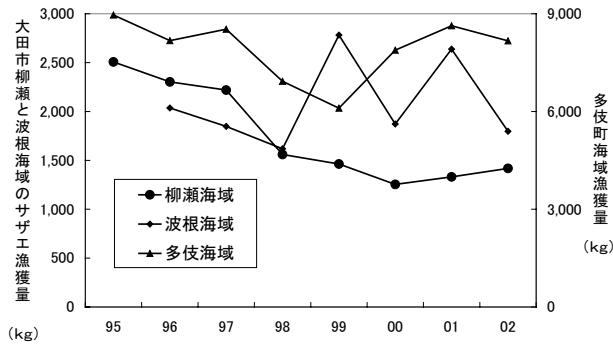


図4. 大田市柳瀬、波根海域および多伎長海域のサザエ漁獲量の推移。

行った。生物の採集には、投網、タモ網および採泥器(スミスマッキンタイヤおよびエックマンバージ)を用いた。

結 果

漁獲動向 図4に1995年以降の大田市の柳瀬海域と波根海域(1996年以降)および多伎町海域のサザエ漁獲量の推移を示す。これによると、柳瀬海域の漁獲量は1995年が最高で2,507 kg、その後減少し、2000年には最低の1,254 kgとなり1995年の50%まで減少している。その後は僅かながら増加傾向にある。一方多伎町海域は1995年が最高で8,961 kg、最低が1999年で6,101 kgと1995年の約70%となっている。この間は柳瀬海域と同様漸減傾向にあるが、2000年以降は増加に転じ、比較的高水準で推移している。両者を比較すると、1995年をピークに1999年まで減少しているのはほぼ同様な傾向であるが、減少率は柳瀬海域のほうが大きい。また、その後の変化にも大きな違いが見られる。すなわち、多伎町海域は、2000年以降急激な増加に転じているが、柳瀬海域はさらに減少し、増加に転じた2001年以降の増加率も多伎町海域に比べて小さいものとなっている。

柳瀬海域の漁獲動向が当海域独自なものなのか、あるいは周辺海域に共通するものなのか明らかにするため、同じ大田市漁協管内の波根海域との比較を行った。波根海域の漁獲量は1998年まで漸減傾向にあるが、1999年以降は増減を繰り返して推移しており、柳瀬海域とは異なった動向となっている。これらのことから、柳瀬海域の漁獲動向は、1999年までは周辺海域共通のサザエの資源動向に左右されたものであるが、2000年以降は柳瀬海域独自の動向と考えられ、柳瀬海域で漁獲を左右する要因があったものと推察される。

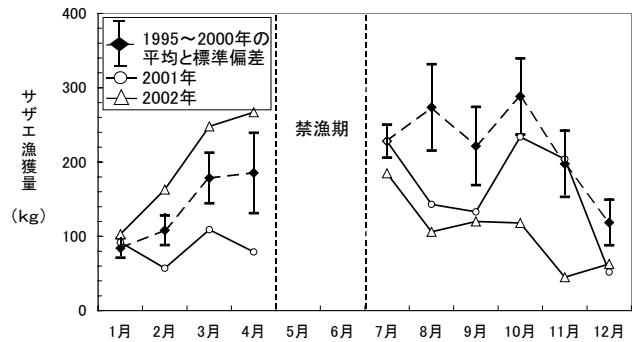


図5. 大田市柳瀬海域の月別サザエ漁獲量。

図5に柳瀬海域の2001, 2002年の月別漁獲量と1995~2000年の平均漁獲量(これを平年値とする)の推移を示す。これによると2001年は、禁漁明けの7月は平年値と同程度であるが、8月以降は大幅に減少し、11月は平年並みとなるものの、12月には平年値を下回った。2002年の1~4月は平年値と2001年をも上回って推移したが、7月以降は2001年をも下回っていた。波根湖干拓地のポンプの新設工事は、2001年7月に開始されており、2002年3~6月は掘削工事が行われている。干拓地の幹線排水路にはヘドロが堆積しており、工事の開始以降、排水と一緒にヘドロや砂泥の流出があったものと考えられる。したがって、一連の工事が何らかの影響を及ぼしたとも推察される。また、2001, 2002年ともに禁漁期(5, 6月)以降の漁獲量は平年値を大きく下回っており、夏季の高水温との複合的な影響も示唆される。

斃死状況 2002年9月の調査では、蓋側が上を向き、岩礁、転石などへ付着しないで転がっている状態のサザエが多数確認された。これらは非常に衰弱した個体で、実験室での測定時には、すでに死亡し悪臭を放つ個体も見られた。正常なサザエではありえない状況である。死殻について、新旧の区別は行っていないが、新しい殻が多く、古いものはほとんど無かった。また、死殻の殻長は小さいものから大きいものまで様々で、斃死状況に殻長サイズによる違いは認められなかった。

2003年は調査を2回実施したが、それぞれ異なった状況であった。6月の調査では、蓋側を上にしていない仮死状態のサザエは全く観察されず、測定時に悪臭を放つ個体もいなかった。また、大原川から大量の砂泥が流入しているとの情報から、海底に堆積物が多く見られると予測していたが、実際には岩や岩盤上に砂泥等の堆積物も見られなかった。殻の区別では新しい殻も見られるが、大部分の殻が非常に古

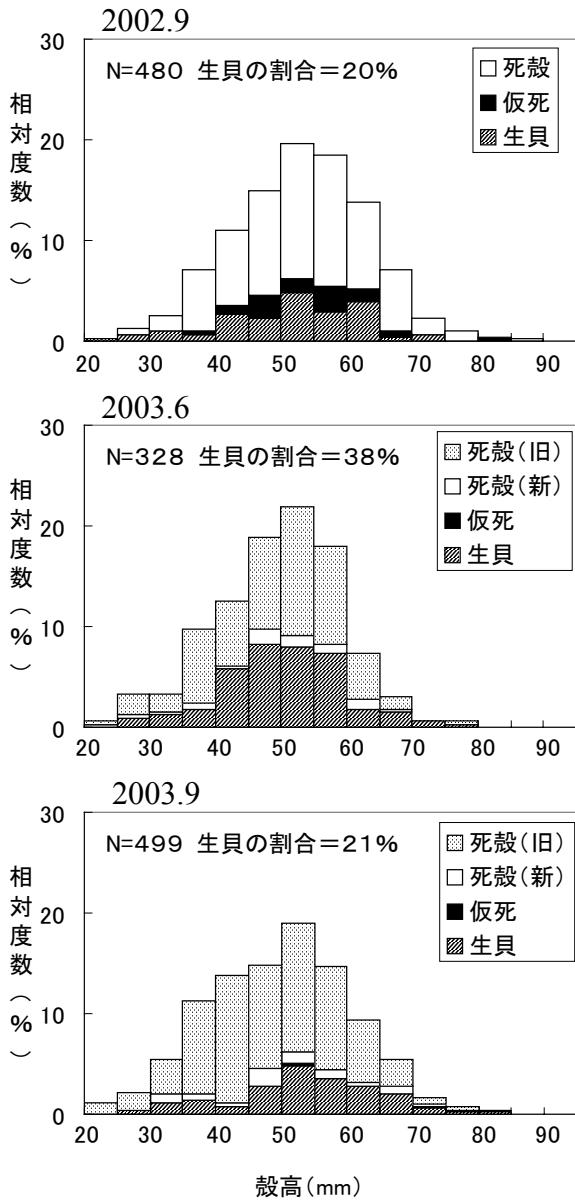


図6. スクーバ潜水調査によって採集されたサザエの殻高組成。

くなっており、6月の時点ではほぼ斃死は治まっている状況であった。

9月の調査では、6月に見られなかった仮死状態のサザエが見られた。仮死状態の個体が確認されたのは、河口付近の St.A および St.4 だけでなく、河口から離れた St.1 や St.5 にまでも及んでいた。2002年と同様、測定時に悪臭を放つ個体もあった。したがって、この時は柳瀬沿岸の広い範囲でサザエの斃死が発生していると考えられた。

スクーバ潜水によって採集されたサザエの殻高組成を図6に示す。これによると、2002年と2003年では殻高組成に大きな変化は見られないが、生貝の割

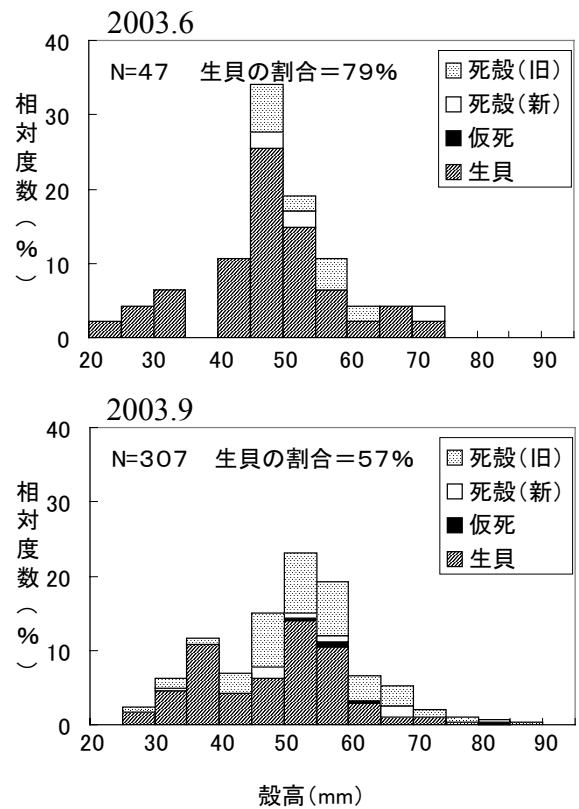


図7. 素潜りによって採集されたサザエの殻高組成。

合が2002年の20%から27%にやや増加している。2003年6月と9月を比較すると、9月には6月には無かった仮死個体が見られ、生貝の割合も38%から21%に減少している。これらのことから、2003年は潜水調査が行われた6月12日以降に斃死が始まり、9月の2回目の調査時には斃死が続いている状況であったと考えられる。ただし、2002年の死殻の大半は死亡後間もない新しいものであったが、2003年の9月では、死殻全体に占める死亡後間もない新し殻は9%と少ないものであった。また、仮死個体も2002年の約10%から0.4%に減少しており、2002年のような大量斃死には至っていないものと判断される。

図7に素潜りにより採集されたサザエの殻高組成を示す。これによると、スクーバ潜水同様、2003年6月に見られなかった仮死個体が9月には見られる。また、生貝の割合が6月では約80%、9月では57%と大きく異なっているが、これは、調査定点のズレによる影響によるものと考えられる。調査場所は6月と9月で可能な限り同一地点に心がけたが、実際には全く同じ場所での調査は難しく、調査場所が6月と9月では若干ズレとた思われる。さらに、スクーバ潜水の結果に比べ素潜りでは生貝の割合が高

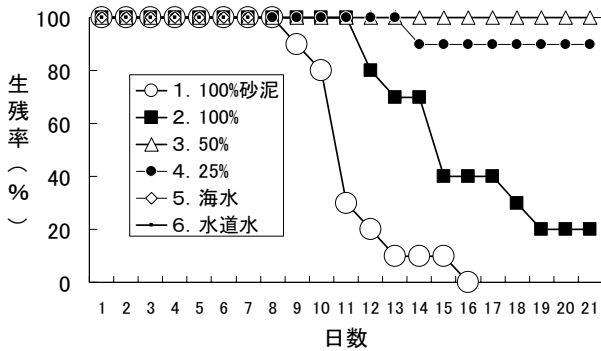


図8. 実験1におけるサザエ生残率の推移.

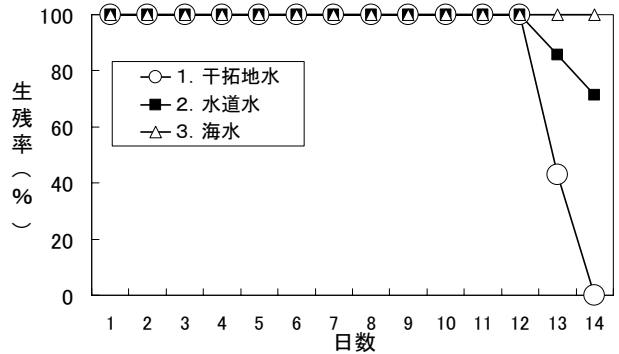


図9. 実験2におけるサザエの生残率の推移(試験区1~3).

く、大型貝の割合がやや少ない傾向が伺えるが、これは素潜りの調査点が岸寄りに設定されており、両調査点でサザエの分布状況が異なるためである。

飼育実験 実験1におけるサザエ生残率の推移を図8示す。干拓地水100%の試験区1と2で斃死が見られた。試験区1(100%砂泥)では9日目から斃死が始まり、16日目には全数が斃死した。試験区2(100%)では12日目から斃死が始まり、21日目までに8割が斃死した。試験区1と2の違いは、含有する砂泥の量であり、砂泥を多く含んだ方が早くから斃死が始まり、試験終了時の生残率も低かった。また、両試験区とも人工海水製剤を用いており、人工海水製剤の影響で斃死した可能性もある。試験区4(25%)でも斃死が1個体見られるが、試験区3(50%)では斃死が無く、また実験前の流水飼育でも斃死が見られたこともあり、この場合の斃死個体は当初から弱っていたものと考えられる。なお、試験区5,6では変化が見られなかったため、1週間で試験を中止したが、人工海水製剤の影響を評価するためには、試験区6の水道水を継続する必要があった。

当初の予測では、飼育水中の干拓地水が低濃度でも斃死が早くから起こると考えていた。しかし、干拓地水100%の試験でしか斃死が起こらなかった。干拓地水に含まれる成分は、日時によって変化しており、採水した水には大量斃死を起こす成分の含有が少なかったとも考えられる。実験1からは、干拓地水とそれに含まれる砂泥、そして人工海水製剤が影響して斃死が発生したものと推察される。

図9に実験2における試験区1~3のサザエ生残率の推移を示す。海水での斃死はなく、干拓地水および水道水で13日目から斃死が見られ、干拓地水では14日目に全ての個体が死亡した。実験1の結果と同様に、干拓地水と人工海水製剤を用いた試験区で斃死が見られた。このことから、干拓地水と人工海水

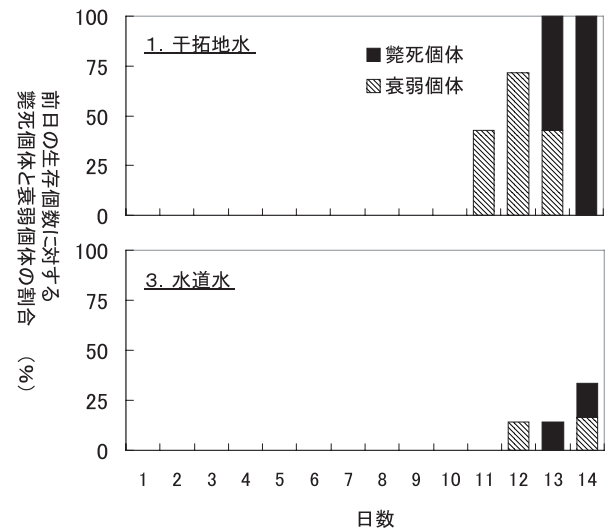


図10. 前日の生存個数に対する斃死と衰弱したサザエの割合の推移.

製剤にはサザエを死亡させる成分が含まれていると考えられる。試験中の観察によると、正常なサザエは水槽の側面や底面に張り付いているが、斃死直前のサザエは付着力が弱くなり、観察時に手が触れた程度で、水槽壁面から剥がれ落ちてしまう。次に全く付着できなくなり、その後斃死するという過程をたどる。したがって、付着していないサザエは非常に衰弱していると考えられるので、この点に着目し、干拓地水と人工海水の違いについて検討した。日々の衰弱、斃死の過程を見るために、図10に試験区1,3における、前日の生残個数に対する斃死個体と衰弱個体の割合を示した。これによると、干拓地水の斃死は13日目からであるが、付着しないサザエは11日目から見られ、約40%のサザエが既に弱っていたと思われる。水道水では12日目から付着しないサザエが見られるが、約15%とその数は少ない。このように、両者の違いが明らかで、水道水よりも干拓地水の斃死、衰弱個体の割合が高く、サザエに及ぼす

影響は干拓地水の方が大きいと考えられた。

試験区4~6は、ヘドロと砂泥の影響を調べるため、ろ過海水にヘドロや砂泥を添加したものである。いずれの試験区でも斃死は見られず、水槽壁面に付着できない個体もほとんど見られなかった。このことから、14日間という期間と飼育水重量の0.3% (150g)程度のヘドロや砂泥では、サザエは斃死しないことが分かった。ただし、添加したのは、沈下していたヘドロや砂泥であり、これよりさらに粒子の細かい浮泥の影響は否定できない。

図11に試験区7, 8の生残率の推移を示す。両者ともに生残率の推移は同じであった。試験区4~6の結果により水重量の0.3%程度の砂泥は、斃死に影響を及ぼしていないと考えるので、この斃死は、塩分調整に用いた人工海水製剤の影響とも考えられる。循環ろ過等の設備が無く、大型の貝類を長時間飼育するには、人工海水製剤は適していなかったと思われる。

実験は止水でろ過剤等を用いていないため、無給時ではあるが排泄物等により、水質は徐々に悪化する。

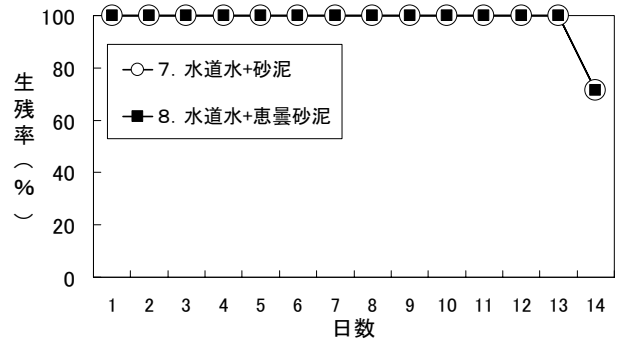


図11. 実験2におけるサザエの生残率の推移 (試験区7, 8).

る。このため、飼育期間が長くなると別の影響が大きくなると考えられる。

干拓地内生物調査 調査結果を表3示す。各定点で多種の生物が確認され、生物が存在していない場所は無かった。魚類では、コイ、フナ以外にメダカが採集された。水田内には、ツチガエルや貝類のマルタニシやヒメモノアラガイが多数分布しており、St.6ではマシジミも発見された。甲殻類は、クロベン

表3. 干拓地生物調査結果。(数字：採集個体数、○：計数はおこなっていないが確認された生物)

St.No	1	2	3	4	5	6
場所概要	幅約2mの3面コンクリートの水路、水深20cm程度で流がある。St.4の下流、生活排水が流れている。	幹線排水路にかかる2つの橋付近。流れはほとんど無く、底はヘドロが堆積している。		生活排水合流が干拓地に流入する場所。幅2m程度の3面コンクリート、流れあり。	干拓地内の用水路、幅1m程度。3面コンクリート。金錆が堆積。	水田内。
魚類	メダカ <i>Oryzias latipes</i> 20		27		126	
	ギンブナ <i>Carassius auratus</i>	4	1+ (*)	3		
	コイ <i>Cyprinus carpio Linnaeus</i>	1				
貝類	マルタニシ <i>Cipangopaludina chinensis malleata</i>					○
	ヒメモノアラガイ <i>Austropeplea ollula</i>				2	12
	マシジミ <i>Corbicula (Corbiculina) leana</i>					2
甲殻類	クロベンケイガニ <i>Holometopus dehaani</i> 5			1		
	アカテガニ <i>holometopus haematocheir</i>					1
	アメンボ <i>Gerris paludum paludum japonius</i> ○		1		○	○
	トンボ目(ヤゴ) <i>Odonata sp (larva)</i>					2
	ガムシ <i>Hydrophilus sp</i>					1
	ガムシ(幼虫) <i>Hydrophilus sp (larva)</i>					1
	ユスリカ科(幼虫) <i>Chironomidae sp (larva)</i>		3	1	6	8
その他	ツチガエル <i>Rana rugosa</i> 3				○	○
	アマガエル <i>Hyla arborea japonica</i>					1
	ヒル目 <i>Arhynchobdellae sp</i>				24	3
	イトミミズ科 <i>Tubificidae sp</i>		84	99	155	
植物	ヒメビシ <i>Trapa incisa</i>	○	○			
	バイカモ <i>Batrachium nipponicum</i>	○	○			

備考 ・投網は St.2, 3, 4 で実施。(*) St.3 では網から魚類が逃げた。
 ・採泥は St.2, 3, 4 で実施し、0.5 mm のフルイで濾したあと、同定・計数を行なった。
 ・タモ等で生物を採集したので、努力量は一定ではない。

ケイガニ、アカテガニ、アメンボ等が確認され、特にアメンボは多くの地点で確認された。泥の中にはイトミミズが多く、ユスリカ類の幼虫も採集された。水生植物では、ヒシやバイカモが確認された。このように、干拓地全体に生物が分布しており、農薬により生物の生存に影響が出ているとは言い難い状況であった。

考 察

柳瀬海域におけるサザエ漁獲量は、2000年を底に低水準で推移している。これは、一部周辺海域全体の資源変動によるものもあるが、2002年を中心とした大量斃死による影響が大きいと考えられる。本調査では斃死の原因を特定する結果は得られなかったが、干拓地の排水やポンプの新設工事が斃死の一因になっている可能性があると考えられる。2003年は2002年のような大量斃死にまで至っていないが、2003年9月では斃死が継続しており、大原川河口周辺において2002年を中心に50~70%、被害の大きい場所では80%近くのサザエが斃死したと推定され、漁業に与えた影響は甚大である。干拓地の排水機場の工事は2003年7月で終了しているが、干拓地内の排水路にはヘドロが堆積している場所があり、新たに泥水が排出されることも考えられる。柳瀬海域のサザエ漁は、目視漁法(カナギ漁)であり、海水の濁りは漁獲量の低下に直結する。濁りのひどい場合には全く操業できないこともあり、このような事態が実際に起きている。

今後は、できるだけ泥水が排出されない措置や排水量(ポンプ稼働時間)や排水時刻などといった排水機の運用について漁業者と排水機場管理者との間で協議が行われ、一定の取り決めがなされるべきである。

農薬については、干拓地内にメダカやマシジミ等が生息していることから、干拓地内では農薬により生物の生存が脅かされているとは言い難い状況であった。しかしながら、干拓地内で散布された農薬は、分解しなければ非常に希釈されて海域にでる可

能性がある。非常な低濃度でも長時間浸漬されることにより、サザエの斃死が起こる可能性は捨てきれない。したがって、サザエに対する農薬の影響を判定するのであれば、農業関係者の協力を得て、干拓地内で使用されている農薬の種類を明確にする必要がある。農業者による農薬の使用方法の説明を受けて、干拓地水とサザエでの残留農薬の分析を行うべきである。

謝 辞

本調査に対して御協力を頂きました島根県大田市漁業協同組合の米田政義組合長、田原一郎理事、浜崎和信参事をはじめ組合職員の方々、島根県大田市水産課の岩谷敏次課長、三谷恵一主任主事には厚くお礼申し上げます。また、浜田水産事務所佐々木正主幹、高橋一郎普及員、寺門弘悦普及員(現隠岐支庁水産局)、島根県内水面水産試験場の的場実場長、石田健次主任研究員、島根県水産試験場鹿島浅海分場調査船やそしま木村三好船長(退職)、青山喜久雄機関長、鹿島浅海分場柳昌之主任研究員、山根主任研究員(現島根県栽培漁業センター)には調査に際して多大なご協力を頂き心から感謝する

文 献

- 1) 清川智之(2003)魚類防疫に関する技術指導と研究。島根県水産試験場事業報告, 平成14年, p.37.
- 2) 笠原昭吾(1984)1984年日本海の異常低水温にかかわる魚・貝類の斃死及び漁況の特異現象について。日本海区水産試験研究連絡ニュース No.329, 1-9.
- 3) 由木雄一・勢村均・山本能久(1985)温泉津町サザエ実態調査。島根県水産試験場事業報告。昭和58年度, p.145-147.
- 4) 由木雄一・勢村均・石田健次(1986)温泉津町サザエ実態調査。島根県水産試験場事業報告。昭和59年度, p.117-122.