

1965年夏期大村湾赤潮時の海況とその被害—Ⅵ.

赤潮による水産被害について

塩川 司*・入江 春彦

The Hydrographic Conditions and the Fisheries Damages by
the Red Water Occurred in Omura Bay in Summer 1965-IV.

Mass-Mortality of Fishes Resultant of the Red Water

Tsukasa SHIOKAWA* and Haruhiko IRIE

The first red water appeared in the south-western coast of Omura Bay from middle July to early August, and the second one spread all over the southern part of the Bay from latter August to middle September 1965. Both bloomings were due to *Gymnodinium* sp.

This paper mainly deals with the second one. This blooming was accompanied by the phenomenon that dissolved oxygen in the bottom water-mass dwindled into zero, and also by the mass-mortality of fishes—goby, blenny, globefish, common eel, octopus, dragonet, anchovy, gray mullet, conger eel, etc. Nevertheless the distribution of blooming was limited to the southern part and the water-mass without dissolved oxygen and the mass-mortality extended all over the bay.

What has caused this mass-mortality? From the status of the red water, the dissolved oxygen content in the bottom water-mass and the progress of decomposition above the ark shell, it was assumed that the mass-mortality of fishes and invertebrates was not caused by the red water, but primarily by the depletion of dissolved oxygen in the bottom water-mass all over the Bay.

1. 緒 言

漁場の集約的利用と都市廃水または工場廃水などの増大とによって赤潮の発生回数が事実上増加したことによるか、あるいは近年沿岸資源の減少が甚だしく資源の保護および維持に漁民の関心が高まりつつあるのに加え、沿岸における各種の養殖漁業が発達し環境水に対し注意が払われる結果、赤潮の発見率が高くなったためか、最近その発生の報知が多くなるとともに、その規模およびその被害も大型化してきているように思う。そこで赤潮の発生機構の解明はもとより赤潮毒ならびに赤潮、海底の無酸素化およびその被害の三者の関係を追求しようとする気運がとみに高まりつつある。

著者らは1964年より、大村湾におけるアカガイ *Anadrana broughtonii* の資源生物学的

* 長崎県水産試験場(Nagasaki Prefectural Fisheries Experimental Station, Nagasaki City).

研究特にその生残率を明らかにする目的で、赤潮のアカガイにおよぼす影響を知るべく赤潮発生直前にその資源量調査を実施しており、さらに後期赤潮^{*1}（後期赤潮主体種の生物学的特徴については第2報¹⁾参照のこと）期間中とその消滅後の時期において被害状況を調査した。ここではこれらの調査結果を今後の研究の足がかりを得るための資料として、ナマコ *Stichopus japonicus* および他の水産動物の被害状況とあわせて記録するとともに、赤潮被害を未然に防ぐ意味での基礎的な1資料として、被害と赤潮および海底の無酸素化現象との関連についての検討結果を報告する。

本研究のとりまとめと調査に協力を受けた長崎県水産試験場技師立石賢氏、アカガイの被害調査に助力を受けた同場技師藤木哲夫氏、アコヤガイの被害について貴重なアンケートを快く御提供下さった長崎県真珠養殖漁業協同組合、調査に便宜を与えられた長崎県多良見漁業協同組合長黒木倉一氏に深謝の意を表する。

2. 被害を起した環境

赤潮調査の目的の一つはその生態および実態調査に、今一つはアカガイ対策のための環境調査におかれたために赤潮の環境を充分明らかにし得ないが、一応環境特に酸素量の概要について述べる。

1) 大村湾の海況

7月31日～8月1日および9月2日の西岸形上湾、8月12日～9月13日の湾奥長与浦のそれぞれの海況については飯塚¹⁾、入江²⁾らが述べているように、7月31日～8月1日の形上湾ではすでに前期赤潮^{*1}の終息直後に当り、水温 24.8～31.0°C・塩素量14.23～17.35%・酸素量 1.1～6.6cc/L、9月2日の後期赤潮盛期には水温 26.9～28.6°C、酸素量 0.48～5.40cc/L で、海底には無酸素に近い状態が観察され、これらは赤潮と何らかの関係があるものと思われた。また、長与浦では後期赤潮の発生前より終息まで観測を続け、水温 25.5～30.3°C、塩素量 16.49～17.58%、酸素量 0.00～5.58cc/L、最大クロロフィル値 183.58mg/M³ を示し、赤潮時およびその前後には海底は無酸素化して最悪の環境となり魚類などに異常へい死が観察された。また、9月2日における津水湾の水温は表層で 27.1～28.2°C、底層で 26.2～27.1°C、酸素量は表層で 2.00～5.56cc/L であったが、底層では 0.00～4.64cc/L (Fig. 1) を示し、湾中央域ではほとんど無酸素またはそれに近い状況で、水質は著しく悪化し魚介類の大量へい死がみられた。

大村湾全域については2回の調査を行なったが、9月4日の第1回目の調査によると、水温は表面で 27.0～28.0°C 底層で 25.5～27.0°C で夏型の海況を示し、鉛直的には表層近くですでに混合が始まり水温の下降期に入っていた。また底層の酸素量については、湾南奥時津沖より大村地先箕島の西沖に至る海域が 1cc/L 余を示す外は非常に少なく、西岸長浦沖から東岸干綿を結ぶ線より以北の海域と津水湾の一部は無酸素の状態にあって例年にみられない大規模な無酸素海域を形成していた (Fig. 6)、さらに第2回目の9月5～8日の調査結果については森ら³⁾が詳述しているように、底層では水温 25.4～27.1°C、塩素量16.97～17.63%、酸素量 0.00～4.76cc/L で、大村湾北西部の酸素量はやや回復

*1 前期赤潮、後期赤潮の区別については第1報²⁾参照。

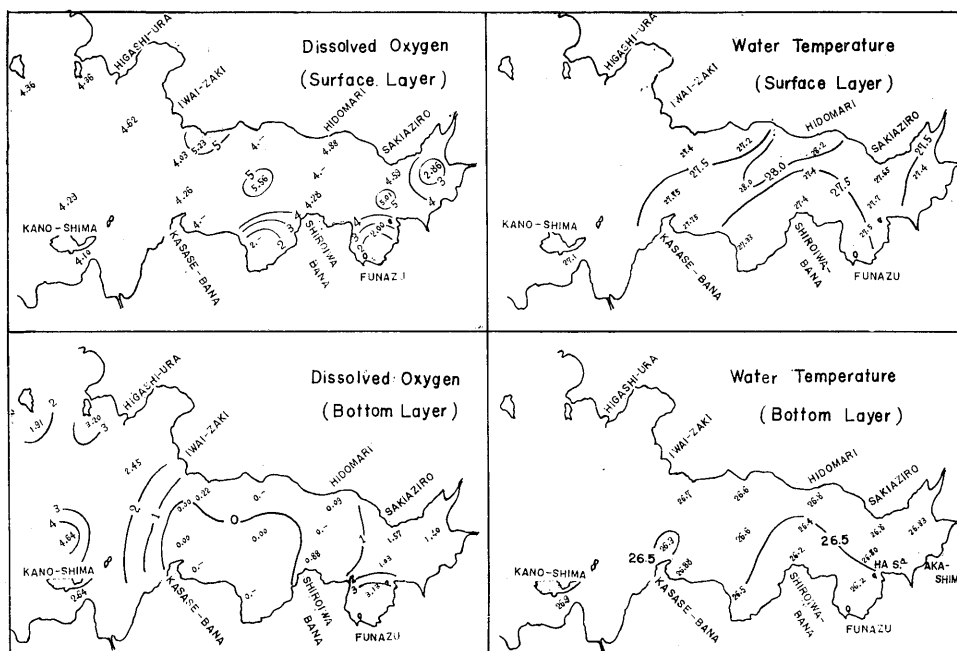


Fig. 1 Oceanographic conditions in Tsumizu Inlet, Sept. 2, 1965.

し、湾中央部と津水湾の一部にわずかに無酸素域を残していたが、時津沖より箕島西方に至る海域では逆に酸素量が減り、津水湾より湾中央部を通過して川棚—彼杵に至る帯状の海域が 1cc/L 以下となっていた (Fig. 6).

2) 津水湾の赤潮現象

津水湾の赤潮は地元漁業者の話を経ると、8月28日頃より海況に異常が認められ、その後次第に赤潮に発展して9月1日には湾奥部の赤島地先より端島に至る海域で最盛期に達し、表面に厚さ 15cm 程度の赤褐色の赤潮の層を形成し、どろどろした粘調な表層水におおわれ、小型漁船の推進機の回転音さえ異常に感じられたという。また同日ウナギ *Anguilla japonica*、タコ類などの魚介類が浮上またはへい死し、漁業者の推定によるとその量は数トン以上にも達するものとされている。

著者らが調査を行なった9月2日の日中には、漁業者の話から推測される前日の赤潮模様ほど濃密なものは認められなかったが、湾奥部は黒褐色を呈し、前日へい死したものとされる魚類が至るところに浮上腐敗し、場所によってはそれらが相当量密集し、前日の被害の大きさを物語っていた。また、船の推進機で下層の赤潮水が表層に掻き上げられるのが観察され、赤潮が表層よりやや深みに存在していたことを認めた (11時観察)。

9月3日には環境もやや好転し、湾奥部の水はわずかに黒色を呈し、へい死腐敗した魚がまだ点々と漂ってはいたが、それより沖合域ではほとんど正常海水に近い海況を示していた。

3. 水産被害

1965年夏季発生した赤潮の被害は、真珠養殖漁業ではすでに前期赤潮期間中に確認され一応その対策が検討されたが、その他の漁業では前期赤潮時に一部海域での魚族のへい死が観察されたにもかかわらず、それらは年中行事として見過され、津水湾における後期赤潮による魚類の大量へい死によってようやく対策が検討された。すなわち、大村湾全域に比較的密に増殖育成されたアカガイに対しては、その被害を認知し対策を樹立するため湾全域にわたる被害調査を行なった。しかし、その他の魚類、ナマコなどに対しては特別な被害調査を実施することは出来なかった。

ここでは赤潮前後にわたる一連の調査から得られたアカガイの被害状況と、聞き取り調査によって得られた魚類・ナマコ・アコヤガイなどの被害の有無およびその状況を記述した。なお、後者の被害については、1962年の赤潮例⁴⁾のように農林統計から算出することが好ましいが、1965年の資料が未公表の現在では已むを得ず上記の方法に従った。

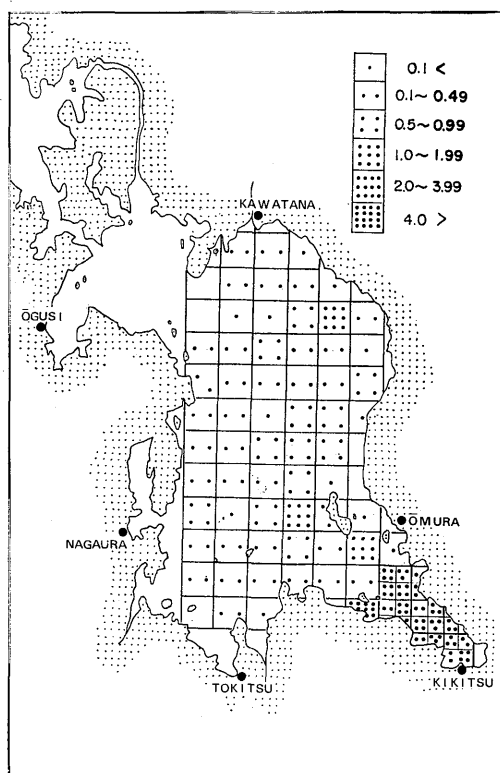


Fig. 2 Distribution of ark shells in Omura Bay in July 1965. The number of dot in a square indicates relative distribution and the numerical figures in the explanation inserted in this figure are the number of individual per 10 square meter.

が好ましいが、1965年の資料が未公表の現在では已むを得ず上記の方法に従った。

1) アカガイ

前期赤潮前におけるアカガイ資源の分布と資源量：前期赤潮が発生する前の1965年6月29日、7月8日および7月20日の3日間 Fig. 2 に示すように1マイル四方の海域を1区画とし、その各区画内で具桁網（桁の中110cm 歯の間隔5cm 網目5節）2丁を15分間曳網（曳網距離700m^{*2}）し、桁網の漁獲効率を20%^{*2}として資源量を算出した。その結果この時点で成貝（殻長6~11cm）は個数にして約1,500万個、重量にして約1,900トン生息していた。これらの貝は Fig. 2 に示すように津水湾にもっとも濃密に分布し10m² 当り4個以上を示し、ついで箕島西方域と彼杵沖合に多く1~2個、その他の海域では比較的少なかった。なお、この調査時に何時ものように死貝が採集されたが、そのうちから死んで2年以上

*2 塩川司外：未発表（昭和40年6月16日~18日日本水産学会秋期大会（清水市）にて口演）。

経過していると思われる古い死具を除いてそのへい死率を計算すると、11.2%となりほぼ正常値 *3を示した。また、死貝のうちまだ殻の比較的新しいものについてみると、前期赤潮によって死んだものと思われるほど新鮮な感じはなかった。この2つの理由から、この時点ではまだ赤潮の被害は出ていないものと判断した。

また、幼貝(殻長2~6cm)については、特別の小型貝桁網*4(桁の巾36.4cm, 齒の間隔1.5cm, 網目15節)1丁を5分間曳網(曳網距離95cm*5)し、桁網の効率を50%*6としてその量を計算すると約1億2千万個生息していたことになる。なお、幼貝の分布はほとんど大村湾南部海域で占められ、その他の海域では彼杵沖合にわずかに認められる程度であった。

後期赤潮期間中およびその後におけるアカガイの資源状況: Table 1 に示すように、1965年9月3日に14点, 4日7点, 7日4点, 10月17日3点, 1966年1月10~11日14点,

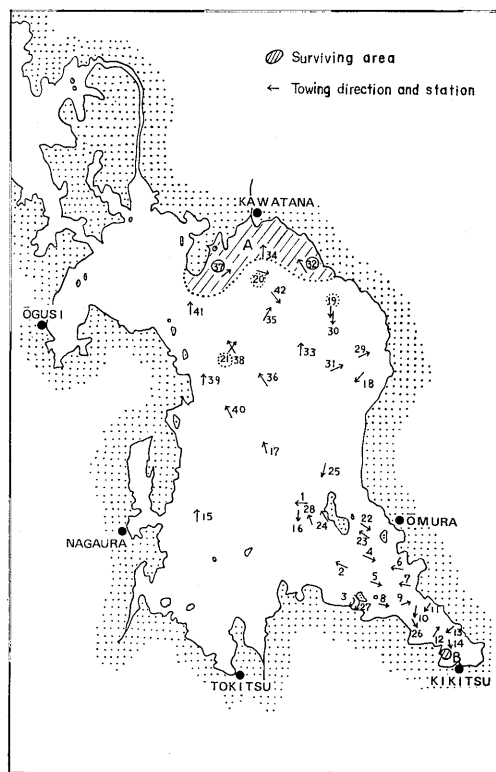


Fig. 3 Stations where the dragnet was towed, and the surviving area of ark shells.

計42点で貝桁網を曳網した結果 (Fig. 3), 成貝総数3,942個のうち生残貝はわずかに43個, 幼貝総数2,012個のうち生残貝はわずかに8個しか採集されておらず, アカガイはほとんど全滅に近い状態であった。しかも赤潮時の9月4日に生残貝を認めた海域でも, 翌年1月の調査時には生残貝が認められなかった海域もあり, 最終的にはその生残貝(成貝)の分布域は Fig. 3 のように, アカガイの分布密度の小さい北岸川棚沿岸と, 密度は多少大きい分布範囲が極限された津水湾奥喜々津地先の一部海域*7となり, その推定生残量は総計22万個, 34トン程度で, その生残率は1.6%内外にすぎない。この生残率は平時における生残率83.6~93.7%⁴⁾, 1962年の赤潮時における生残率39.2%⁵⁾に比較し如何に小さいかがわかる (Plate

*3 赤潮が発生した1962年を除く1960~1965年の5カ年間におけるアカガイのへい死率は6.3~16.4%, 平均11.2%⁴⁾である。

*4 福岡県福岡水産試験場(大隈延氏)に依頼作製。

*5 未発表: 昭和40年8月18日津水湾における試験結果による。

*6 推定による。

*7 昭和40年12月, 喜々津漁港の入口である小崎鼻の地先, 半径50m程度の海域に殻長6~9cmのアカガイが推定2,000~3,000個生存していることを確認した。

Table 1. Result of the dragnet survey of ark shells

Date	Station	Towing duration (min.)	Nos. of sampling individuals per 15 min.							
			Living				Newly dead			
			Adult		Young		Adult		Young	
		Pair	Piece	Pair	Piece	Pair	Piece	Pair	Piece	
Sept. 3	1	5					18		93	
	2	15					12		75	2
	3	10					147	3		9
	4	15					73		7	
	5	15					132		37	
	6	15					122		26	
	7	15					304		28	
	8	15					179		2	
	9	15					259		29	
	10	15					221		28	
	11	15					61	2	158	17
	12	15					162	3	101	3
	13	15					123		112	9
	14	3					905	10	220	15
Sept. 4	15	15					17		16	
	16	15					27		81	
	17	15					16			
	18	15					24		23	
	19	15	6		5		4		6	
	20	15	14		2		1			
21	15	12		1						
Sept. 7	22	15					66		21	
	23	15					79		36	
	24	17					27		161	
	25	17					46		40	
Oct. 17	26	15					542	24	40	
	27	15					167	8		
	28	15					49	2	77	
Jan. 10~11	29	15					7	1	175	17
	30	15					15	2	34	
	31	12					3		39	3
	32	15	3				6	2	1	
	33	9					3		63	8
	34	15					2			
	35	15					8		13	
	36	15					9	3	28	1
	37	15	8				3			
	38	15					6	1	3	
	39	15					3		57	1
	40	15					3		60	
	41	15								
42	15					18		72		
Total			43		8	3,869	61	1,962	85	

during and after the red water in Summer, 1965.

Mortality		Remarks
Adult (%)	Young (%)	
100	100	The shells with flesh nearly decayed
100	100	The shells almost empty
100	100	46 individuals (31%), with flesh decayed and others empty
100	100	} 60% with flesh decayed and others empty
100	100	
100	100	
100	100	
100	100	
100	100	
100	100	41 individuals (66%) with flesh decayed and others empty
100	100	120 " (74%) " and "
100	100	111 " (90%) " and "
100	100	733 " (81%) " and "
100	100	90% with flesh decayed
100	100	10% " , bad-smelling
100	100	90% " " , bad-smelling
100	100	80% " " , bad-smelling
40	45	100% " " , bad-smelling
7	0	The dead club, conger-eel and starfish were collected together with the ark shell.
0	0	
100	100	} Empty. The shell ligament was found only in 10% of the shell.
100	100	
100	100	
100	100	
100	100	} Empty, odourless
100	100	
100	100	
100	100	Starfish(11), spiral shellfish (newly dead 3), octopus (1)
100	100	" (abundant), " (" 2)
100	100	Jellyfish (abundant)
67	100	Sea cucumber (1)
100	100	Starfish (abundant)
100	100	Spiral shellfish (2)
100	100	Starfish (about 50)
100	100	
27	100	Spiral shellfish (2)
100	100	Starfish (about 70)
100	100	
100	100	
100	100	" (a few)
100	100	" (abundant)

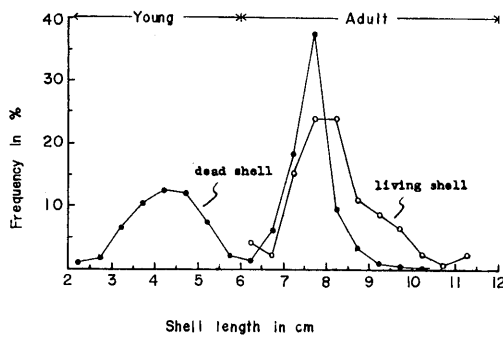


Fig. 4 Length composition of ark shells, living and dead.

参照, A~B), なお, 赤潮前のアカガイの殻長組成と赤潮後の生残貝のそれを Fig. 4 に示した. それによると, 生残貝 (成貝) の殻長組成が赤潮前のそれより大きい方にずれているが, これは生残貝を認めた海域が赤潮前から他の海域よりも小型貝にくらべて大型貝の出現割合が多かったためである.

2) 魚 類

まず, 7月下旬~8月上旬の前期赤潮では, 北西岸地区特に亀岳方面などでは多量のウナギ, イイダコおよび少量のタチウオなど, 佐世保市針尾でウナギ, 西岸湾奥村松方面で雑魚 (ハゼ類など) の異常へい死が観察された.

ついで8月下旬~9月上旬の後期赤潮のうち, 長与浦ではネズミゴチ, ガザミ, ハゼ類, アミメハギ, コウイカ, テンジクダイなどのへい死を認め, また赤潮現象の認められなかった大村市松原海岸でも9月10日頃ウナギ, クジメ, ネズミゴチ, イイダコなどの大量へい死があり2~3トン拾得されたとのことである. さらに, 赤潮終期 (9月15日頃) その原因はよくわからないが, 鼻上げ狂乱状態またはへい死したカタクチイワシが強い北~北東風によって大量に時津および長与^{*)}などに打ち寄せられた (Plate 参照, H-I).

また, 津水湾の赤潮によって被害を受けた魚種に上述の魚種を含めてほぼ多い順に列記すると,

1. ハゼ類, Goby, (主としてマハゼ *Acanthogobius flavimanus*)
2. ギンポ類, Blenny, (主としてダイナンギンポ *Dictyosoma burgeri*)
3. フグ類, Globefish, (主としてクサフグ *Fugu niphobles*)
4. ウナギ, Common eel, *Anguilla japonica*
5. イイダコ, Octopus, *Octopus ochellatus*
6. ネズミゴチ, Dragonet, *Callionymus punctatus*
7. ☆カタクチイワシ, Anchovy, *Engraulis japonica*
8. クジメ, Rock trout, *Hexagrammos Agrammus agrammus*
9. ボラ, Gray mullet, *Mugil cephalus*
10. アナゴ類, Conger eel, (主としてアナゴ *Conger myriaster*)
11. スズキ Common sea-bass, *Lateolabrax japonicus*
12. メバル, Gray rock cod, *Sebastes inermis*
13. コノシロ, Thread herring, *Konosirus punctatus*

*8 第2報¹⁾関係部分参照.

☆津水湾で直接観察しなかった魚種名.

14. ☆タチウオ, Ribon fish, *Trichiurus lepturus*
15. キス, Sand-borer, *Sillago sihama*
16. ☆ガザミ, Bule crab, *Portunus trituberculatus*
17. ヌタウナギ, Hagfish, *Eptatretus burgeri*
18. ☆アミメハギ, *Rudarius ercodes*
19. コウイカ, Cuttlefish, *Sepia esculenta*
20. ☆クロダイ, Black porgy, *Mylio macrocephalus*
21. ☆テンジクダイ, Cardinal fish, *Apogon lineatus*

となり, (1)~(7)の魚種では1~数トン程度の被害があったものと漁業者は推定している (Plate 参照 C~F).

以上は肉眼で直接観察されたもののみであるが, この他に被害が直接確認出来ない魚種 (例えばえびこぎ網の漁獲物であるえび類や雑魚) も相当量あったものと推察される.

なお, 赤潮後えびこぎ網漁業者から聞き取りした結果を総合すると, 赤潮発生前には, えびこぎ網の漁獲物であるエビ類, シャコ類, コチ類, ハゼ類などがおよその順序に異常にまとまって漁獲され, 一時的には漁獲がよくなった時もあったが, その後は湾北部の川棚などの漁業者を除けばほとんど漁獲がなくなり, 湾の南部海域特に津水湾などではえびこぎ網はもとより, ほとんどの漁業種類で漁獲がなくなったと聞く. このことはアカガいのへい死状況ならびに1962年の赤潮例⁴⁾からもうなづかれる.

3) ナ マ コ

ナマコについても適確な被害の算定は出来ないが, 湾内11漁協よりの聞き取り結果によると, 大村湾東部漁協と多良見漁協の漁業権漁場の大部分を占める津水湾, 時津漁協の漁業権漁場の半分近くを占める時津湾および大村市漁協の同漁場の一部を占める松原, 里の地先でのナマコの漁獲は皆無に近かったが, その他の地区ではそれ程大きい被害はなかった. すなわち聞き取りによる各漁協毎の年平均比をみると, 多良見漁協で約90%, 佐世保市南部, 大村湾東部および時津漁協で60~70%, 大村市と村松漁協で30~40%減となっているが, 亀岳, 川棚, 彼杵, 長浦の4漁協などでは平年並またはそれ以上となっている.

これから判断すれば, 赤潮現象が特に著しかった津水湾などの入江のナマコは, ほとんど全滅に近い被害を受けたが, その他の海域 (例えば形上湾など) ではアカガイに比較し予想よりは被害が少くなっている. これはアカガイとナマコとの生理・生態の差によるものであろう.

4) アコヤガイ

真珠の被害については, 長崎県真珠養殖漁業協同組合によるアンケートの結果によれば (1966年5月末現在), 赤潮の関係水域である大村湾と佐世保湾に事業所を有する真珠養殖業77経営体のうち解答を寄せたものが26経営体あったが, そのうち23経営体が被害を受けたと報告している. それらの被害内容を一括して示すと, 直接的被害としては, 仕立母貝に約52万個 (Plate 参照, G), 施術貝(主として養正貝)に18万個, 稚貝に3万個の被害を受け, その総額は約2千万円に上る. つぎに間接的被害としては, 赤潮後の11月から翌年2月までの間に浜上げした11経営体についてみると1年度始めの浜上げ予定 590kg,

1億3千万円に対し、実際の浜上げは465kg、約1億円となり重量にして21%、金額にして27%減となっている。また、赤潮後の珠の歩留りを平年のそれと比較して解答した7経営体について、1万個当りの歩留りをみると、個数にして平均250個、割合にして約20%の減少となっている。さらに珠の品質について解答を寄せた6経営体についてみると、平年に比し花珠の浜上げ比率が平均4%、普通珠のそれが平均8%低下したことを認め、逆に傷、しみ、ぶんどう、しらおよびどくずの各珠の浜上げ比率が平均3~4%増えたことを指摘している。しかし、これらの間接的被害については、すべて赤潮によるものであるとは断定し得ないが、直接的被害に相当上積みされる被害があることが推測される。

なお、未解答の経営体は、ほとんど被害を受けなかったものと考えて差支えない。

4. 赤潮と被害との関連性

1965年の赤潮現象は大村湾沿岸特に津水湾、長与浦、形上湾などの入江で認められたが、沖合域では津水湾口より箕島南海域で赤潮を認めた以外は全然赤潮らしい現象は確認されていない。それにもかかわらず、被害の項で述べたようにアカガイは全海域にわたってへい死している。このように赤潮現象が認められなかった海域にも被害が起った理由

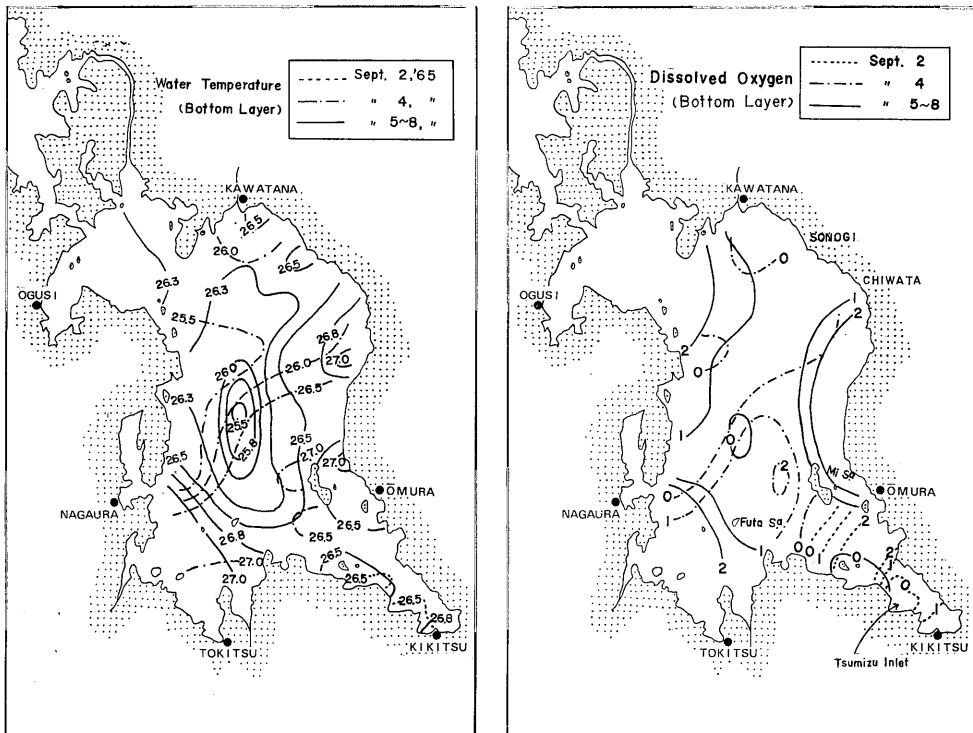


Fig. 5 Comparison among various observation dates (2, 4 and 5~8 Sept. 1965) in the distribution of water temperature and dissolved oxygen at the bottom later in Omura Bay (after Mori³⁾ et al, and Shiokawa et al).

については次のように推定している。

1965年の調査は十分な検討を加える時間もなく、必要な海域での一般的な海洋観測と長与浦および形上湾での生態調査とに焦点をしばったために、全湾について計画的かつ精密な環境調査を実施することが出来なかった。したがって赤潮と被害との関係を色々な角度から検討することは不可能であるが、ここでは一応後期赤潮について、その被害と赤潮および溶存酸素量との関連性に限って検討した。そのために、それぞれの現象をまとめてみると、

溶存酸素量と赤潮現象：長与浦ではまず、8月27日早朝堂崎の周辺で底層に無酸素層を観測し、続いて翌日正午頃に堂崎—箕島間に後期赤潮を始めて発見した。その後この無酸素層は漸次長与浦の湾奥部へ拡がり、さらにそれに赤潮現象が後続し、この赤潮は8月30日には長与川口に達した。

また、海底における無酸素域 (Fig. 5) は、9月2～4日には津水湾中奥部と大村湾北西部とに広く分布していた。しかし5～8日では津水湾の無酸素域は幾分湾口部に移動し

ただけであるのに対し、大村湾北西部のそれは全般的に 1cc/L 前後まで回復した形になっているが、時津沖より箕島西方に至る酸素量 1～2cc/L の舌状の海域では逆に 0～1cc/L と悪化していた。

アカガイのへい死状況：Table 1 に示したように、採捕アカガイの肉の有無および肉がある場合はその残存率^{*9}ならびにその腐敗状況などから逆にそれらの被害の発生時を推定し、最初に被害が発生した場所およびその拡大大方向を想定すると次のようになる (Fig. 6)。

すなわち、湾南部海域特に箕島南西海域のアカガイは、9月3日には肉が完全に腐敗し (肉の残存率 0%)、肉はもとよりほとんどその腐敗臭さえも感じなかったことから、この海域のアカガイがまず大量へい死を起し、ついでアカガイ肉の残存率が津水湾に移るにつれて次第に高くなっているこ

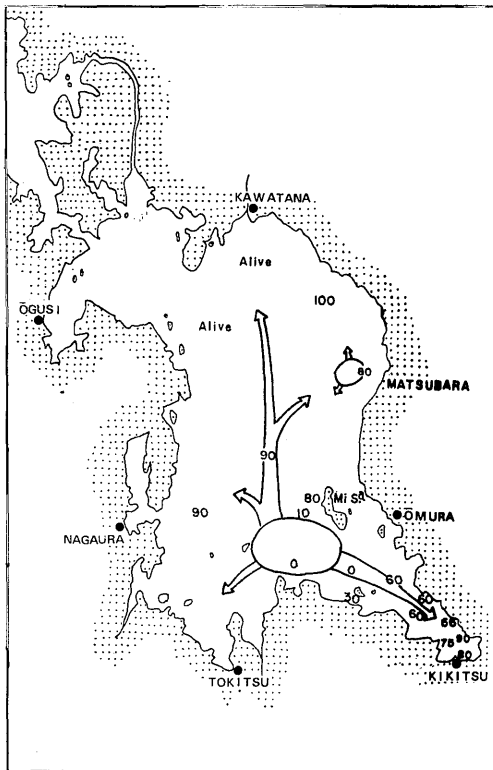


Fig. 6 Extension of mass mortality of ark shells. The figures indicate the ratio (%) of ark shells with decayed flesh remaining, to the total.

*9 死貝のうちで殻の中に、まだ肉が残っているものの総数 (全部死貝) に対する割合。

と（残存率30～90%）から、このへい死現象は漸次津水湾などの周辺海域に波及したものと考える。また、湾中部で箕島の西方に当る海域のアカガイ肉の残存率は津水湾奥部と同程度に高く（残存率80～90%）、さらに湾北部で9月4日に生残貝が認められた海域でもその後の調査時には生残貝が認められなかったことから、箕島南西海域でのアカガイへい死現象は、湾中央部を連鎖的に北進し、津水湾のそれより相当おくれて湾北部海域に及んだものとする。しかし松原沖の採捕アカガイの肉の残存率（80%）は、その周辺のそれ（90%）よりやや小さいことから、この海域のアカガイはその周辺海域のそれよりわずかに早くへい死したと思われること、前にも述べたとおり当域の周辺海域ではナマコの漁獲が比較的良好であったのに反し、この地先ではほとんど漁獲がなかったこと、およびこの周辺海域ではこの松原海岸に限って魚類の多量へい死（浮上）現象が見られたことなどから推察すれば、松原地先におけるアカガイのへい死現象は上述の箕島南西海域からの北上へい死現象とは独立して起り、しかもその周辺海域のへい死現象よりわずかに先行したものと考える。

被害と溶存酸素量および赤潮との関係：以上述べた赤潮現象、海底の無酸素状況およびアカガイのへい死現象から、それぞれの関係を次のように考えた。すなわち、充分な裏付け資料にとほしいが、9月3日と7日に相接近した漁場で採捕されたアカガイの肉の残存状況と腐敗状況などから判断して、海底におけるアカガイが死んで完全に腐敗し殻だけになるまでの期間を一応7日程度と仮定すると、箕島南西海域のアカガイは9月3日にはすでに殻だけになっていたので、ここのアカガイは底層に無酸素層を始めて観測し、さらに赤潮も発見した8月27、8日頃死んだか或はすでに死んでいたことになる。一方、長与浦では底層水の無酸素化は沖合より順次沿岸に進行し、これに後続して赤潮現象が出現したが、この現象は当時の状況からみて津水湾などにも適用して無理はなからう。このように海底の無酸素化は沖合より沿岸に進行したという考え方に、最初にアカガイがへい死した場所とその拡大方向を結びつけると、箕島南西海域のアカガイが同海域の海底の無酸素化によってまずへい死し、そのへい死現象の他海域への進行は海底の無酸素化現象のそれに後続し、さらに赤潮現象がそれに続いて起ったように思われる。

また、湾中北部のアカガイへい死現象と松原地先の魚介類のへい死現象は、ともに赤潮現象を伴っていないが、同海域にも広範囲な無酸素域を形成したことが Fig. 5 から推測されるので、南部海域同様、海底の無酸素化現象と密接な関係をもつものとする。

他方、赤潮現象が最もひどかったと思われる喜々津地先の一部のアカガイ群（殻長 6～9cm）が、そこの特定海域で約半分生き残り、さらに同じ津水湾奥で海底上 0～1 m、1～2 m、3.5～4.5mの3層に垂下養成中のアカガイの幼貝（殻長 3～6cm）がいずれもすべて生き残ったが、これは前者ではその特定海域にのみウミヒルモ *Halophila ovalis* の群落があり、それによって酸素の補給^{*10}があり、後者では貝が海底から平均 50cm 以上の上層に垂下されていたために、生き残るに必要な最少限度の酸素が確保されたことによるものと思われる。これらの現象は、上述の被害と酸素量との関係をさらに強く関連づける裏付けにならう。

以上の事柄から、1965年の赤潮による水産被害は1962年の赤潮被害⁹同様、海底の無酸

*10 Fig. 1 に示すように、当域における底層の溶存酸素量は他の海域のそれに比しかなり高い。

素または貧酸素現象との関連で考えてゆく方が妥当と考える (但しアコヤガイの被害については異なった考え方がとられている¹¹⁾。

なお、大村湾における海底の無酸素化はよく起る⁹⁾が、1965年のそれは例年になく大規模であった。しかし、この原因については現在よくわからない。

5. 結 語

1965年夏季大村湾に発生した赤潮 (*Gymnodinium* 属の一種による) により、アカガイをはじめナマコ、アコヤガイ、えびこぎ網漁獲物などに7億円^{*11}にも上る被害があったものと推定されている。

この赤潮の経過ならびに実況、赤潮時の大村湾の海況およびアカガイなどの被害状況などから、その被害は大規模な海底の無酸素化現象によって生じたものと推定し、それを赤潮の最もひどかった津水湾奥の自然生息貝 (成貝) の生残状況と垂下養成中の幼貝との順調な成長によってある程度裏付けをした。

この赤潮の被害対策として、漁場復旧事業と種苗購入事業が県費 3,434,470円、国庫補助金4,267,430円計7,701,900円で1966年2月中に実施され、30,336,000m² が延1,264隻の漁船で耕耘 (貝桁網使用) され、その耕耘された漁場のうち公海の5ヵ所 5,490,000m² に山口県大島郡から入手したアカガイ (殻長 6cm 内外) 65,880kg を蒔付けた。また、長崎県福高町 (7.2トン) および山口県 (1.9トン) から購入したナマコが各市町村の地先の14ヵ所 1260,000m² に 9.132kg 蒔付けられた。

参 考 文 献

- 1) 飯塚昭二・入江春彦 1966: 1965年夏期大村湾赤潮時の海況とその被害—II. 後期赤潮とその生物学的特徴 長大水研報, 21; 67~101.
- 2) 入江春彦・浜島謙太郎 1966: 1965年夏期大村湾赤潮時の海況とその被害—I. 1965年夏期大村湾赤潮の概説 長大水研報, 21; 59~65.
- 3) 森勇・入江春彦 1966: 1965年夏期大村湾赤潮時の海況とその被害—III. 赤潮発生時の大村湾沖合域の海況 長大水研報, 21; 103~113.
- 4) 塩川司・立石賢・飯塚昭二・入江春彦 1966: 1962年大村湾に発生した赤潮現象とその水産被害について 長大水研報, 21; 45~58.
- 5) 森 勇 1961: 大村湾の苦潮について 日本水産学会誌, 27 (5); 389~394.

EXPLANATION OF PLATES

A~B. Mass mortality of ark shells caused by red water in Omura Bay, 1965 (Offered by Mr. Kuroki).

A: Fishing, B: Dead ark shells.

C~F. Mass mortality of fishes caused by red water in Tsumizu Inlet, 1965.

C: Goby, D: 1-Common eel, 2- Globefish, 3- Blenny, 4- Goby, 5- Cuttlefish, 6- Gray rock cod, E: 1- Sand-borer, 2- Octopus, 3- Rock Trout, 4- Blenny, 5- Goby, F: Gray Mullet.

G. Dead pearl oysters caused by red water at Kuroki's Farm in Tsumizu Inlet, 1965.

H~I. People are picking up the Anchovies weakened by red water and then driven together by wind to Tokitsu coast, 1965 (Offered by NBC-TV).

*11 長崎県水産部水産振興課調べ。

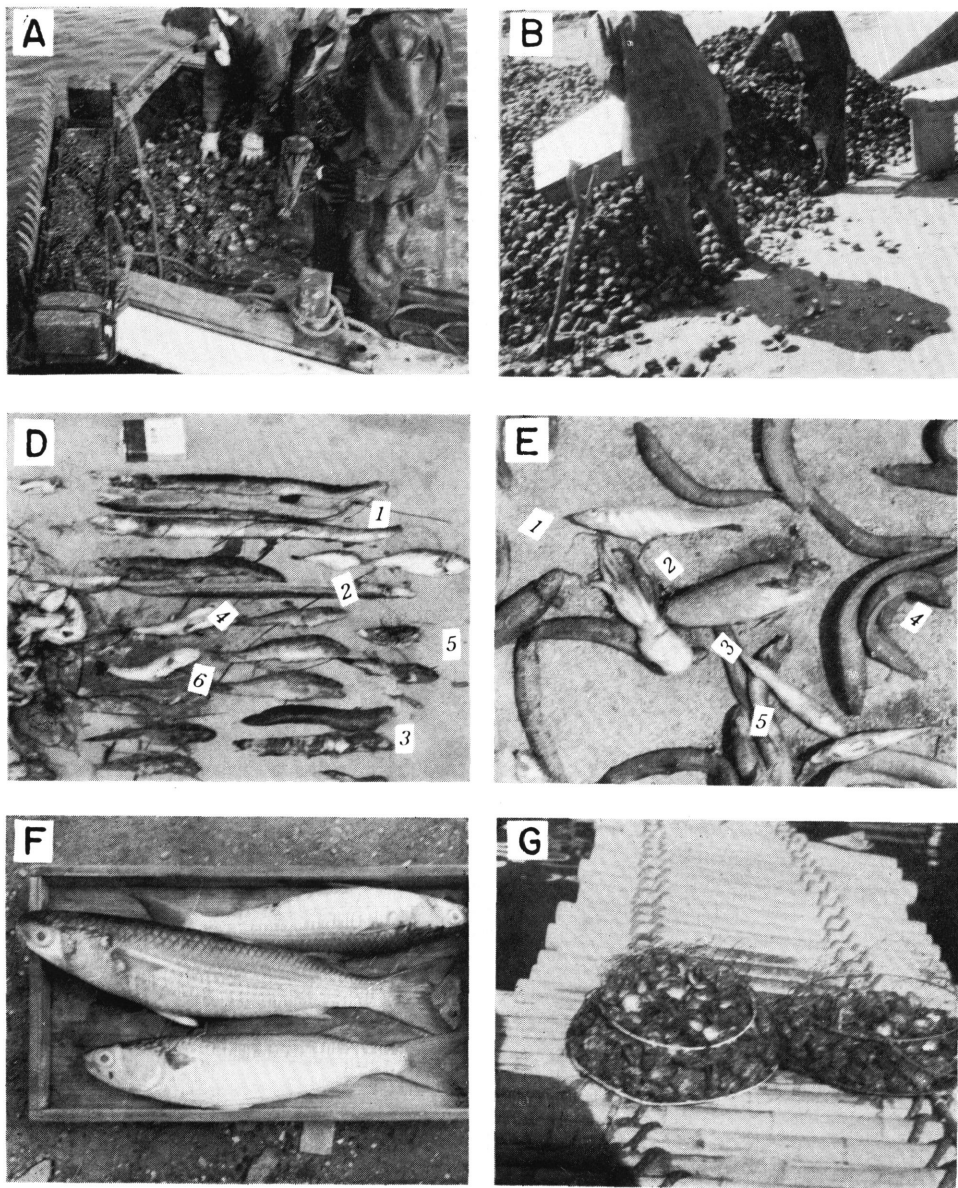


PLATE I

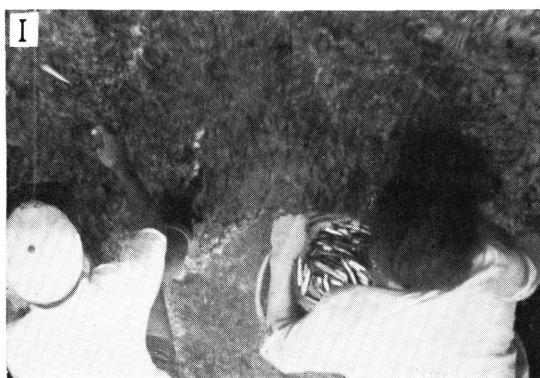


PLATE II

場	所	誤	正
111頁	Fig. 8 英文説明	density insitu in	density in situ in
115	表題	その被害—VI.	その被害—IV
"	下から 1行目	<i>Anadrana broughtoi</i>	<i>Anadara broughtonii</i>
116	" 4 "	東岸干綿	東岸千綿
"	" 3 "	(Fig. 6)	(Fig. 5)
117	上から 3 "	(Fig. 6)	(Fig. 5)
119	" 6 "	曳網距離 95 cm	曳網距離 95 m
125	下から 6 "	残存率 0 %	残存率 *9 0 %
140	上から 1行目	材料の方法	材料と方法
144	文献下から 2行目	ISHIDA	ISHIDA
150	右下	余白部	Fig. 10 欠 (本誌22号で補遺致します—著者)
181	和文上から 2行目	Holthus	Holthuis
194	文献上から 1 "	"	"
"	" 下から 1 "	56~82	195~221
196	上から 6行目	Holthus	Holthuis
197	" 5 "	"	"
218	文献下から 1行目	42~55	181~194
"	Plate II Fig. 3 英文説明	<i>I. novemdentatus</i>	<i>I. novemdentatus</i>
235	上から 3行目	Table 2	Table 1
237	下から 7 "	大豆に	大豆ステロイド中に
254	Fig. 3	Ristology of Preservation	histology of preservation
265	英文表題	Studies no……	Studies on……
270	Fig. 10	30と90°の間の余白	60を入れる
274	上から 5行目	sesults	results
"	" 8 "	dissolved	dissolved
"	" 18 "	Table. 5.	Table 5.