

大分県で発生した養殖アコヤガイの大量へい死に関する疫学および病理学的研究

日高 悦久・真田 康広・佐藤 公一・福田 穰

Epidemiological and Pathological Studies on Mass Mortalities of Cultured Pearl Oyster in Oita Prefecture from 1994 to 1997

Etsuhisa Hitaka, Yasuhiro Sanada*¹, Koh-ichi Satoh and Yutaka Fukuda

1994年以降西日本を中心に真珠養殖用アコヤガイ *Pinctada fucata martensii* の異常へい死がみられるようになり、大分県下でも8月から11月にかけて南部海域の蒲江町の真珠母貝養殖・真珠養殖場において、大量へい死が1994、1996、1997年に発生した。

これまで、養殖アコヤガイの大量へい死は、主に挿核後の環境状態の悪化や寄生虫が原因で発生することはあったが、今回は気象、物理および餌料環境面でも問題はないと考えられ、寄生虫等の病原体が特定できない、真珠母貝養殖の段階で大量へい死がおこっている。疾病の特徴は、軟体部、とくに閉殻筋が赤変色し、全体が衰弱し、へい死に至ることである。軟体部が赤色化する現象は養殖カキでも知られているが、餌料プランクトン由来によるもので、着色による商品価値の低下が問題となったが、へい死は認められていない。今回アコヤガイにおこった疾病は過去に報告事例はなく、未知の疾病であることが強く疑われた。

そこで、著者らは疾病の発生状況を把握し、へい死原因を究明するため、大分県蒲江町の真珠母貝養殖業者を対象に疫学的な聞き取り調査を実施した。また毎月定期的に環境調査と生物調査を行い疾病との関連について検討した。さらに、病貝を用いて感染実験等により病理学的検討を行ったので、得られた結果について報告する。

材料と方法

1. 疫学調査

1997年11月に大分県蒲江町猪串湾の真珠母貝養殖業者を対象にへい死数、へい死時期および症状について聞き取り調査を行った。

また1997年12月に猪串湾の真珠母貝養殖業者38経営体を対象に、1年貝および2年貝について採苗方法、受入時期、異常発生・終了時期、赤変率、へい死亡率等へい死に関する疫学的な聞き取り調査を行った。

2. 環境・生物調査

1996年から猪串湾で毎月定期的に行っている真珠養殖漁場環境調査(図1)の水温データおよびアコヤガイのへい死亡率、閉殻筋のグリコーゲン含量および生殖腺熟度から、疾病の特徴について検討した。

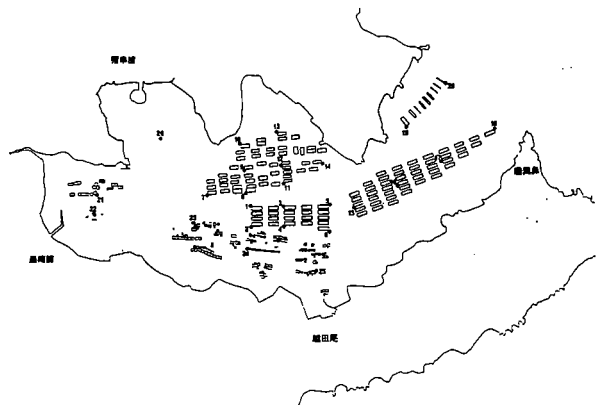


図1 猪串湾の真珠養殖漁場環境調査点

また1995年～1997年の3年間に採取した養殖アコヤガイ(母貝)の閉殻筋のグリコーゲン含量を比較し、疾病の未発生時と発生時に養殖アコヤガイの大量へい死に関する研究について検討した。なお、グリコーゲンの測定はアンスロン法で行った。

*¹水産振興課 (Fisheries Promotion Division)

3. 感染実験

1) 実験-I

実験期間は1997年6月3日から7月16日までの54日間行った。供試貝は大分県海洋水産研究センター(以下海水研)地先(上浦町)に自生していたアコヤガイを1997年3月に採集し、その後、海水研地先の筏にちょうちん籠に収容したアコヤガイを垂下して飼育した。

NaCl	102.4g
KCl	1.8
CaCl ₂	5.1
MgCl ₂	11.8
MgSO ₄	16.7
蒸留水10添加後、高圧滅菌	

表1 滅菌塩類溶液の組織

試験区は1区：滅菌塩類溶液(表1)接種区、2区：正常貝磨砕濾液接種区、3区：異常貝磨砕濾液接種区とし、各区とも5個ずつ収容して2水槽で行った。2区の正常貝は、1996年7月に蒲江町猪串湾の母貝養殖業者から購入し、海水研で垂下飼育したものである。飼育期間中の罹病はなく、実験開始直前の健康状態も良好であった。磨砕濾液作成に用いた閉殻筋は2日間-80℃で凍結保存したものである。3区の異常貝は1995年6月に高知県で天然採苗し、蒲江町猪串湾で養成された2年貝で、1996年10月に採取したものである。採取時に閉殻筋の赤変と外套膜の萎縮が確認された。閉殻筋は採取時に切り出し、-80℃で凍結保存した。濾液の作成および接種方法は図2に示したとおりである。飼育水槽は60ℓアクリル製循環濾過水槽を用いた。水温は約25℃に加温調整した。飼育観察は無給餌で行った。

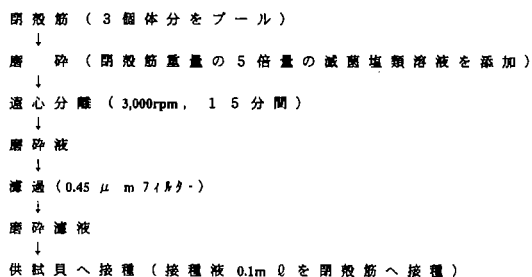


図2 感染実験Iでの濾液の作成および接種方法

2) 実験-II

実験期間は1997年12月27日から1998年2月14日までの50日間行った。供試貝は1996年12月に石川県穴水町で天然カキに付着したアコヤガイの稚貝を採集し、1年間垂下飼育されたもので、1997年12月に大分県佐賀関町に輸送し、同町一尺屋地先の筏に垂下飼育した。試験区は1区：無処理区、2区：滅菌海水濾液接種区、3区：正常貝磨砕濾液接種区、4区：異常貝磨砕濾液接種区とし、各区とも20個ずつ丸籠に収容して飼育を行った。3区の正常貝には供試貝と同じ石川県穴水産を用いた。磨砕濾液作成に用いた閉殻筋は2日間-80℃で凍結保存したものである。4区の異常貝は1996年6月に愛媛県で天然採苗し、蒲江町猪串湾で養成された2年貝で、1996年9月に採取したものである。採取時に閉殻筋の赤変と、外套膜の萎縮が確認された。閉殻筋は採取時に切り出し、-80℃で凍結保存した。濾液の作成および接種方法は図3に示したとおりである。飼育水槽は60ℓアクリル製循環濾過水槽を用いた。水温は25℃に加温調整した。飼育観察は無給餌で行った。

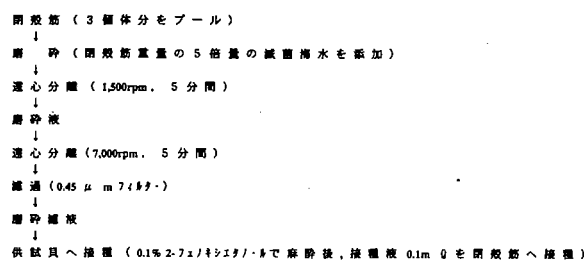


図3 感染実験IIでの濾液の作成および接種方法

結果

1. 疫学調査

1994年~1997年猪串湾におけるアコヤガイのへい死状況は表2に示したとおりである。1994年は1年

年	2年貝		1年貝		へい死時期	症 状
	総数	へい死数(率)	総数	へい死数(率)		
1994年	5,840	4,090(70.0)	22,800	15,960(70.0)	10~11月	閉殻筋赤変化、外套膜萎縮、 稚貝減少、殻上皮変性・脱落
1995年	4,572	144(3.1)	-	-		異常なし
1996年	2,616	1,249(47.7)	5,450	1,279(8.3)	8~10月	閉殻筋の赤変化、外套膜萎縮 稚貝減少
1997年	2,450	1,867(76.2)	6,685	2,828(42.3)	8~11月	閉殻筋の赤変化、外套膜萎縮 稚貝減少

表2 猪串湾のアコヤガイへい死状況

貝，2年貝とも70.0%のへい死率であった。1995年は2年貝のみの調査であるが，へい死率は3.1%にすぎず，ほとんどへい死はなかった。1996年は2年貝のへい死率が47.7%でかなり高かったが，1年貝は8.3%で，ほとんど問題とならなかった。1997年は2年貝のへい死率が76.2%で，非常に高く，1年貝も42.3%で，かなり高かった。

また1994年は10月以降にへい死が増加したが，1996年以降は8～9月にかけてへい死が増加した。

症状については軟体部，とくに閉殻筋の赤変化，外套膜の萎縮，桿晶体の減少などの症状がみられたが，1994年には鰓上皮の変性・脱落などの症状もみられた。

1997年の猪串湾におけるアコヤガイのへい死に関する疫学的な調査結果は表3に示したとおりである。調査件数は2年貝11件，1年貝27件の計38件であった。

疫学調査の結果，前年の1996年に大半が正常であ

ったものが2年目にはすべてに異常が発生していたことが明らかになった。また1997年の1年貝の大半に異常が発生していた。2年貝は6月から異常が発生し始め，7月に最も多く異常が発生した。人工採苗1年貝は，8月に最も多く異常が発生していた。天然採苗1年貝は9月から10月上旬にかけて異常が発生していた。人工貝は5～6月に，天然貝は8月に受入れられていたことから，受入から異常発生までの期間は人工貝では2～4ヶ月で，天然貝では1～2ヶ月であった。異常終息時期はどの貝も途中廃棄を除いて，10月中旬～11月であった。

赤変率は2年貝が50～90%で，すべての調査対象経営体で50%以上の貝が赤変していた。人工採苗1年貝の赤変率は0～100%で，50%以上の貝に赤変が認められた経営体は15件中12件であった。天然採苗1年貝の赤変率は0～60%で，50%以上の貝に赤変が認められた経営体は12件中5件であった。

2年貝のへい死率は44～90%で，50%以上のへい

年齢	採苗方法	受入時期	個数(ヶ)	96年状況	異常発生時期	異常終了時期	赤変率(%)	へい死率(%)
2	天然	96. 8. 中旬	150,000	異常なし	8月上旬	9月中旬廃棄	50	90
2	天然	96. 8. 中旬	300,000	異常なし	7月上旬	10月上旬廃棄	50	80
2	天然	96. 8. 下旬	150,000	異常なし	8月下旬	9月上旬	60	70
2	天然	96. 7. 下旬	90,000	異常なし	9月上旬	10月中旬	50	44
2	天然	96. 8. 上旬	300,000	異常なし	7月中旬	12月上旬	60	70
2	天然	96. 8. 中旬	500,000	異常なし	6月上旬	10月下旬	80	80
2	天然	96. 8. 中旬	210,000	異常なし	7月中旬	10月下旬	80	86
2	天然	96. 8. 中旬	150,000	異常なし	8月上旬	10月下旬	90	75
2	人工	96. 4. 下旬	400,000	へい死30%	6月上旬	8月中旬廃棄	50	70
2	人工	96. 5. 下旬	100,000	異常なし	7月中旬	9月中旬廃棄	50	75
2	人工	96. 5. 下旬	100,000	異常なし	7月中旬	9月中旬廃棄	50	75
1	天然	97. 7. 下旬	60,000		10月上旬	11月下旬	5	20
1	天然	97. 8. 下旬	125,000		10月上旬	11月下旬	5	20
1	天然	97. 8. 上旬	250,000		9月下旬	11月上旬	60	30
1	天然	97. 8. 下旬	300,000		9月下旬	11月上旬	60	30
1	天然	97. 8. 上旬	1,000,000		10月上旬	11月中旬	50	80
1	天然	97. 8. 中旬	200,000		8月中旬	11月下旬	10	30
1	天然	97. 8. 下旬	90,000		9月上旬	10月下旬	20	50
1	天然	97. 8. 中旬	360,000		9月上旬	10月中旬	50	10
1	天然	97. 8. 下旬	100,000		10月上旬	11月中旬	25	45
1	天然	97. 8. 下旬	100,000	異常なし			0	0
1	天然	97. 8. 上旬	300,000		9月下旬	10月下旬廃棄	35	90
1	天然	97. 8. 上旬	500,000		10月上旬	10月下旬	60	60
1	人工	97. 6. 下旬	40,000		8月上旬	10月下旬廃棄	60	60
1	人工	97. 7. 中旬	700,000		7月下旬	10月下旬	60	18
1	人工	97. 6. 上旬	100,000		8月下旬	11月下旬	100	60
1	人工	97. 5. 上旬	400,000		8月下旬	10月下旬	60	25
1	人工	97. 5. 中旬	40,000		8月中旬	12月上旬	60	50
1	人工	97. 5. 中旬	150,000		7月中旬	11月下旬	70	66
1	人工	97. 5. 上旬	200,000		8月中旬	11月下旬	70	50
1	人工	97. 6. 上旬	100,000		8月中旬	10月下旬	80	52
1	人工	97. 6. 上旬	100,000		8月下旬	10月下旬	50	50
1	人工	97. 5. 下旬	200,000		8月下旬	10月下旬	50	35
1	人工	97. 5. 下旬	220,000		9月上旬	10月下旬	60	45
1	人工	97. 4. 下旬	400,000		8月中旬	11月下旬	40	25
1	人工	97. 5. 下旬	200,000		8月中旬	10月下旬	60	40
1	人工	97. 6. 下旬	300,000	異常なし			0	0
1	人工	97. 4. 上旬	150,000		10月上旬	12月上旬	30	20

表3 1997年の猪串湾におけるアコヤガイのへい死に関する疫学調査結果

死率を示した経営体は11件中10件であった。人工採苗1年貝のへい死率は0～66%で、50%以上のへい死率を示した経営体は15件中7件であった。天然採苗1年貝のへい死率は0～90%で、50%以上のへい死率を示した経営体は12件中4件であった。

2. 環境・生物調査

1997年に猪串湾で垂下飼育したアコヤガイ2年貝のへい死率の推移は図4に示したとおりである。猪串では7月からへい死が始まり、8月～10月にへい死率が増加し、11月以降に終息した。

猪串湾における水温の推移は図5に示したとおりで

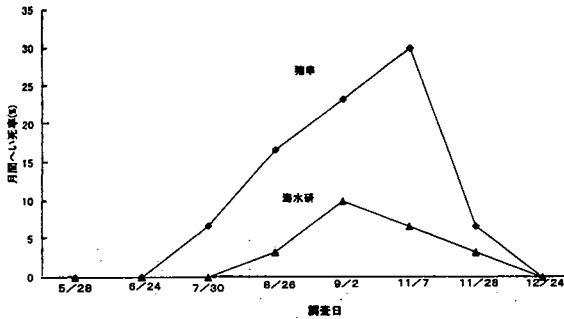


図4 へい死率の推移 (1997年)

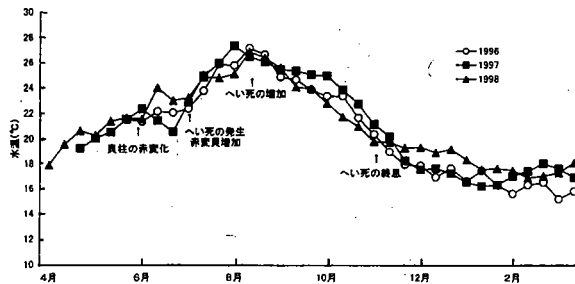


図5 猪串湾における水温の推移とアコヤガイの赤変・へい死状況

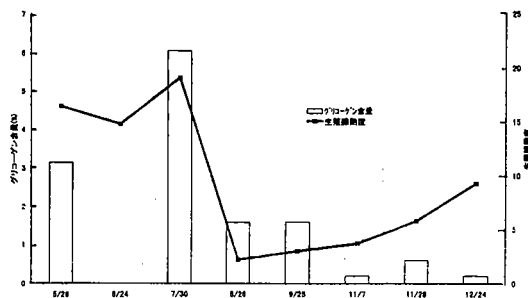


図6 猪串湾のアコヤ2年貝の閉殻筋のグリコーゲン含量及び生殖腺熟度の推移 (1997年)

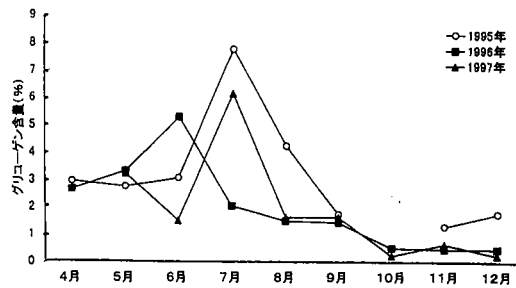


図7 1995～1997年の猪串湾の養殖アコヤガイの閉殻筋のグリコーゲン含量の推移

ある。水温が20℃を超えた6月上旬から赤変化がみられるようになり、水温が25℃を超えた8月中旬からへい死が増加し、その後11月の水温下降期になって終息した。

猪串湾のアコヤガイ2年貝の閉殻筋のグリコーゲン含量および生殖腺熟度の推移は図6に示したとおりである。生殖腺熟度が大きく減少した産卵期の終了時は、グリコーゲン含量も大きく減少しており、この時期とアコヤガイのへい死が増加する時期とが一致していた。

1995年～1997年の猪串湾の養殖アコヤガイの閉殻筋のグリコーゲン含量の推移は図7に示したとおりである。1995年のアコヤガイはグリコーゲン含量が7月に7.67%でピークに達し、その後8月以降低下するが、11月から12月にかけて増加に転じた。1996年のアコヤガイはグリコーゲン含量が6月に5.2%でピークに達し、7月に急激に低下して1.98%となり、その後は徐々に下降し、10月以降は0.5%以下で推移した。1997年のアコヤガイはグリコーゲン含量が7月に6.05%でピークに達し、8月に急激に低下し1.58%となり、その後は徐々に下降し、10月以降は0.7%以下で推移した。

3. 感染実験

1) 実験-I

実験-Iのへい死状況は図8に示したとおりである。各区とも飼育当初にへい死がみられた。開始19日目に3区に1個体がへい死したが、閉殻筋における赤変化等の症状はみられなかった。

2) 実験-II

実験-IIのへい死状況は図9に示したとおりである。各区とも実験開始当初からほとんどへい死はみられなかった。21日目に各区3個、終了時にすべての生残

貝を切開して観察したが実験区間に差はなく、肉眼的には正常であった。

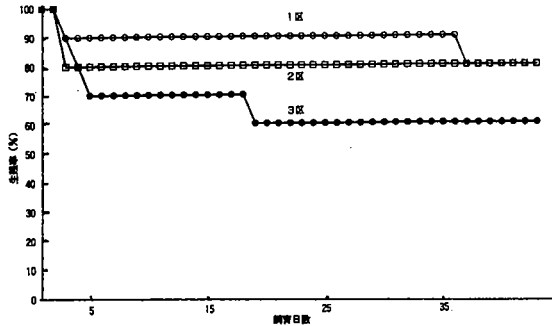


図8 実験一Iのへい死状況

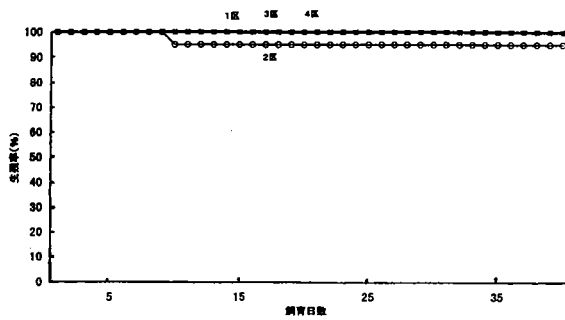


図9 実験一IIのへい死状況

考 察

大分県の養殖アコヤガイにおける、1994年と1996年以降のへい死は、発生時期、症状等がおおむね一致することから、同一の疾病であると推察できる。全国的にも1994年から同様のへい死がみられるようになり、とくに愛媛県においては1994、1995年は一部の養殖場でしか発生していなかったものが、1996年以降県下全域に広がっている²⁾。一方、本県では、1995年にへい死がみられなかったことは、1994年に大量へい死が発生したため、養殖場内のアコヤガイ収容量の減少による低密度飼育が疾病を阻止し、あるいは疾病が発生していてもへい死にはいたらなかったのではないかとされているが、その因果関係は不明である。1996年から再びへい死が発生しており、1996年の1年貝、2年貝のへい死率は平年値よりも高く、1年貝よりも2年貝のへい死率が高い傾向にあった。1997年については1年貝、2年貝とも1996年に比較してへい死率は高くなり、状況が悪化していることが窺えた。

疫学的にみると1996年の1年貝はほとんど正常であったのが、1997年の2年目にはすべてに異常が発生した。また1997年の1年貝は異常発生比率が高く、被害状況が悪化している。

1997年の1年貝の受入から異常発生までをみると、受入れが5月の人工貝では受入れ後2～4ヶ月後の8月に異常が発生し、受入れが8月の天然貝では受入れ後1～2ヶ月後の9月～10月に異常が発生していた。人工採苗1年貝は受入れて1～2ヶ月間は順調であったが、2年貝の状態が悪くなった後、人工採苗1年貝に異常が発生し、また天然採苗1年貝については病気が蔓延している状況下で受入れが行われたため、受入れ後間もなくして異常が発生したものと思われた。長崎県対馬で行われた疫学調査³⁾によると、以前に疾病の発生が全く認められていなかった地区で、対馬島外産の異常と思われる貝の移入により異常発生が拡大していった事例が報告されている。これらのことから、へい死がおこっている漁場への種苗導入がへい死要因の一つになっている可能性が示唆された。

赤変率、へい死率については2年貝、人工採苗1年貝、天然採苗1年貝の順に高く、猪串湾で長く養殖されているものほど状態が悪い傾向が窺えた。

環境・生物調査結果からみると、今回の疾病は水温の上昇とともに症状が進み、25℃を超えた最も水温の高い時期にへい死が増加した。10月以降の水温下降期になりへい死は終息していくことから、温度依存性が高いことが推察される。

アコヤガイ閉殻筋のグリコーゲン含量の季節変化は3月に最大となり、6月まで緩やかに減少するが、6月から9月にかけて急激に減少する。そして9月から11月に急激に増加し、その後緩やかに増加する⁴⁾ことが知られている。

アコヤガイ体成分中のグリコーゲンは6月から7月にかけての産卵による個体の消耗によって急激に減少する⁵⁾ことが知られているが、本研究でも同様の調査結果が得られており、グリコーゲンの減少時期とアコヤガイのへい死が増加する時期とが一致することから、疾病と産卵による体力の低下とが重なり大量へい死になったことが想像される。

へい死のおこらなかった1995年の猪串湾のアコヤガイの閉殻筋のグリコーゲン含量は10月以降増加していたが、へい死の発生した1996、1997年は10月以降もグリコーゲンの蓄積はみられず、疾病により餌料の摂取ができなかったか、または閉殻筋に何らかの障害が生じグリコーゲンが蓄積できなくなったものと考えられる。

感染実験は実験-1で各区とも飼育当初にへい死がみられたが、これは濾液接種時の損傷によるものと思われた。実験-2で供試した貝は石川県穴水町産の貝であったが、これは1997年の養殖研究所の調査によると罹病貝には病理組織学的に共通した外套膜の血管異常があり、病気発生海域では、養殖アコヤガイだけでなく天然自生貝にも何らかの異常がみられ、正常貝の確保が困難となった。ただ石川県穴水町産のアコヤガイは外套膜の組織異常がみられず、正常貝であることが確認されていた。この貝を利用して実験を行ったが、各区とも飼育当初からほとんどへい死はみられなかった。

本報の感染実験では本症の感染性を確認することはできなかった。ただし実験上の問題点として次のようなことが考えられる。

- 1) 無給餌で飼育を行ったため、長期間の観察ができなかった。
 - 2) 冬期に実験を実施したため、へい死がみられる夏期と供試貝の状態が異なっていた。
 - 3) 磨碎濾液中の病原体の濃度が低かった。
 - 4) 実験に用いた閉殻筋は-80℃で凍結保存していたため、ウイルス以外の病原体(例えば原生動物)を想定した実験ができなかった。
- などがあげられる。今後はこれらのことを考慮し実験を進める必要がある。

摘 要

- 1) 養殖アコヤガイの大量へい死の状況を把握し、原因を究明するため、大分県蒲江町の真珠母貝養殖業者を対象に聞き取り調査を実施し、また環境調査・生物調査の結果から疾病との関連について検討し、さらに病貝を用いて感染実験を行った。
- 2) へい死は1994年からみられるようになり、1996年母貝は1年貝よりも2年貝のへい死率が高く、1997年母貝は1996年に比べ、1年貝、2年貝ともへい死率が高く状況が悪化していた。

- 3) 1年貝の異常発生状況から、へい死がおこっている漁場への種苗導入が大量へい死要因の一つになっている可能性が示唆された。
- 4) 猪串湾で長く養殖されているアコヤガイほど赤変率、へい死率が高く状態が悪いことが窺えた。
- 5) 今回の疾病は水温上昇期に症状が進み、25℃をこえた最高水温期にへい死が増加し、10月以降の水温下降期になりへい死は終息していくことから、温度依存性が高いことが推察された。
- 6) 産卵による体力の低下と疾病とが重なり大量へい死になったものと考えられた。
- 7) へい死の発生した1996、1997年は10月以降のグリコーゲンの蓄積がみられなかった。
- 8) 2回の感染実験では感染性を確認することはできなかった。

謝 辞

本稿をとりまとめるに当たり、有益なご助言と校閲を頂いた大分県海洋水産研究センター養殖環境部上城義信部長、現地調査等でご協力頂いた蒲江町水産課山中鶴雄課長および大分県佐伯南郡地方振興局水産課大屋寛普及員に厚く御礼を申し上げる。

文 献

- 1) 秦正弘・秦満夫・中村弘二・藤原等：気仙沼湾に発生した赤変カキについて。日水誌,48, 975-979(1982)
- 2) 森実康男：愛媛県におけるアコヤガイの大量へい死について。南西海ブロック介類情報, 36, 68-69.
- 3) 高見生雄・永井守・小田貢・犬東満弘：対馬で発生したアコヤガイの異常へい死に関する疫学調査について。平成10年度日本魚病学会春期大会講演要旨, 10.
- 4) 田中正三・波多野博行：真珠に関する生化学的研究(第1報) あこや貝成分の季節的変化について。日化, 73, 870-873(1952).
- 5) 足利千枝：アコヤガイの生化学的研究(第7報)貝肉グリコーゲン並にステロールの生化学的考察。大阪市立衛生研研報, 19, 110-116(1957).