

## 瓦礫の堆積に対応したホッキガイ貝桁網の新しい操業方式

庄子 充広<sup>\*1</sup>・佐々木 浩一<sup>\*1</sup>・渡邊 一仁<sup>\*2</sup>

A new fishing method of the surf clam dredge under a rubble-strewn condition

Michihiro SHOJI<sup>\*1</sup>, Koichi SASAKI<sup>\*1</sup> and Kazuhito WATANABE<sup>\*2</sup>

キーワード：ホッキガイ，貝桁網漁業，瓦礫，噴流式貝桁網，東日本大震災

宮城県南部の山元町地先海域では，ホッキガイ（ウバガイ） *Pseudocardium sachalinense* を対象資源とした貝桁網漁業が基幹漁業の一つとなってきた。しかし，平成23年3月11日の東日本大震災に伴う津波によって，山元町も甚大な被害を受け，ホッキガイ漁場域に多数の瓦礫，ゴミが流入した。貝桁網漁業は，爪のついた桁で海底を掘り起こしながら曳網する漁具の特性から，瓦礫の存在は当該漁業の存立に関わる大きな障害である。

本研究では，漁場域の瓦礫の分布状況を明らかにし，それを踏まえて瓦礫の存在を所与の条件とした，新しい操業方式の構築を目的とした。

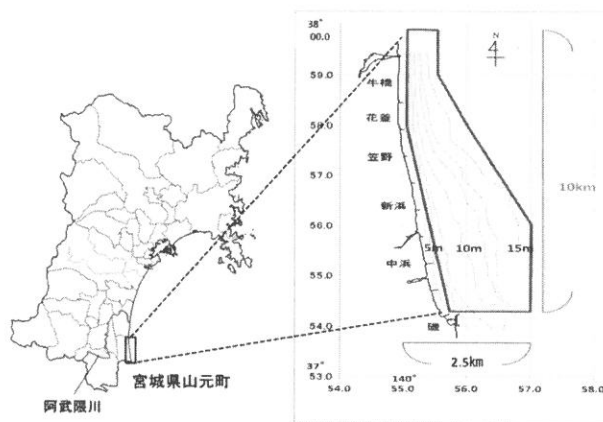


図1 調査海域

### 方法

図1は，瓦礫分布調査およびホッキガイ資源調査の対象とした海域の概要である。

#### 1 瓦礫分布調査

瓦礫分布調査を，2011年6月（第1次調査），9月（第2次調査），2012年4，6月（第3次調査）の3回にわたって実施した。調査は，宮城県漁業協同組合仙南支所（山元）所属の小型漁船を用船して行った。瓦礫類の探索には，第1次および第2次調査では魚群探知機（ローランス製 Elite-5X）を用い，第3次調査ではサイドスキャンソナー

（ローランス製 HDS-10）を使用した。津波後の状況で使用できる機材や船舶に制約があったために，調査定線は調査毎に条件が少しずつ異なるが，漁場内をできるだけ網羅するように設定した。探知した物体については，GPSで位置（緯度・経度）を記録するとともに，魚群探知機およびソナーに形状が明確に表示されたものを「瓦礫」，形状が不明瞭で輪郭がぼやけて表示されたものを「ゴミ」と分類し，瓦礫分布マップを作製した。

#### 2 新しい操業方式の検討と実証試験

上記の状況を踏まえて，瓦礫の分布データと漁獲効率

<sup>\*1</sup>東北大学大学院農学研究科，<sup>\*2</sup>水産技術総合センター

の高い噴流式貝桁網を組み合わせた新しい操業方式として、瓦礫マップを参考に海図上で曳網ラインを決定し、現場海域で噴流式貝桁網を曳網する方式の検討および試験を行った。2013年7月から本方式の有効性についての実証試験を行った。

### 3 ホッキガイ資源調査

新しい操業方式の有効性の実証試験に併せて、資源調査を2013年8月9日、8月19日、9月9日、11月4日の4回行った。採集には噴流式貝桁網を用い、曳索長を150または200mとして、約20～30分で巻き上げた。貝桁網の掃過距離は70～120mであった。採集したホッキガイは場所毎に個体数、密度、破損率を算出した。また、8月9日および19日の採集個体について殻長組成から年級群を分解し、年級組成を解析した。

## 結果

### 1 瓦礫分布状況

図2～4は、ホッキガイ漁場域における第1～3次の瓦礫分布調査結果である。いずれも緯度を横軸、経度を縦軸として表示した。また、瓦礫分布状況をとらえやすくするために、経度方向に約1.4倍に引き伸ばしてある。

図2は第1次瓦礫分布調査の結果である。瓦礫およびゴミは漁場内に広く分布しており、また堆積物の種類によって分布に偏りがあった。ゴミは調査線上で連続して分布が認められ、水深12m付近までの漁場全体に散在していた。特に水深7～8m以浅の岸寄りの部分に多い傾向がみられ、大型のゴミも確認された。一方、瓦礫は漁場南部の磯の岩礁域に多くみられ、水深6～13m帯まで分布し、大きなものでは高さ2.5～4mに達していた。

後述の第2、3次調査で、水深約8m以浅にはテトラポッドなどの重量物の瓦礫が多数堆積していることが明らかになったが、その状況は第1次調査では十分に把握できなかった。これは魚群探知機の精度が低かったことにもよるが、この時期にはまだ、大型の瓦礫の周辺に不定形のゴミ類が多数混在していたことを示している。

図3は、被災から6ヶ月後の2011年9月に行った第2次調査の結果である。第1次調査時に比べて様相が大きく変化していた。全体的にゴミ類の堆積が減少しており、この

傾向は特に沖合側で顕著であった。岸寄りの海域には依然として瓦礫やゴミが多いが、分布は断続的で、長い距離にわたって連続する分布は少なくなっており、集積の程度は第1次調査時と比較して明らかに低下していた。瓦礫は水深6～8mの沿岸域に偏って分布し、特に磯から中浜、新浜までの漁場主要部に多く存在していた。

図4は第3次調査の結果である。第2次調査時に比べて、沖側の8～10m以深のゴミはさらに減少した。一方、沿岸部の水深5～8m帯には、依然として堆積物が集中しているのがみられた。瓦礫については沿岸部に偏って分布しているという、第2次調査と同様の状況がみられたが、これらの大部分は海岸構造物の破損した残骸等の重量物(テトラポッド等)が移動せず残留したものである。

著者らが行った第1～3次の調査を踏まえた宮城県漁業協同組合仙南支所(山元)の要請を受けて、2012年9～11月に国土交通省東北地方整備局仙台河川国道事務所が、さらに詳細な瓦礫分布調査を実施した。その調査による瓦礫の位置データの提供を受け、漁場域全体をカバーする瓦礫分布マップを作成した(図5)。図中の各点はソナーで探知された、1m×1mを超えるサイズの瓦礫を示しているが、これは第1～3次調査における瓦礫と分類上は同等である。分布状況は第3次調査と同様の傾向を示しており、瓦礫は岸寄りの10m以浅域に多く残存しているのが判る。探知された瓦礫の総数は4,168箇所であった。

### 2 新しい操業方式の検討と実証試験

上記1で述べたように、重量物の瓦礫が大量に漁場の主要部に堆積していることが、本漁業立て直しの上での最大の問題である。2012年度に実施した従来型貝桁網による試験操業では、瓦礫への漁具の引っ掛かりと破損が頻発しており<sup>1), 2)</sup>、これは震災前のように操業場所を自由に選択して曳網することができない状況にあることを意味している。

瓦礫調査の結果から、漁場内に堆積している瓦礫は数千個に上るとみられ、これらを100%撤去することは極めて困難であり、また、撤去作業には長い年月を要することは避けられない。しかし、瓦礫の堆積のために漁場の主要部を放棄した場合、本漁業自体が成り立たなくなる恐れがあるので、そのような事態は極力避けなければならない。

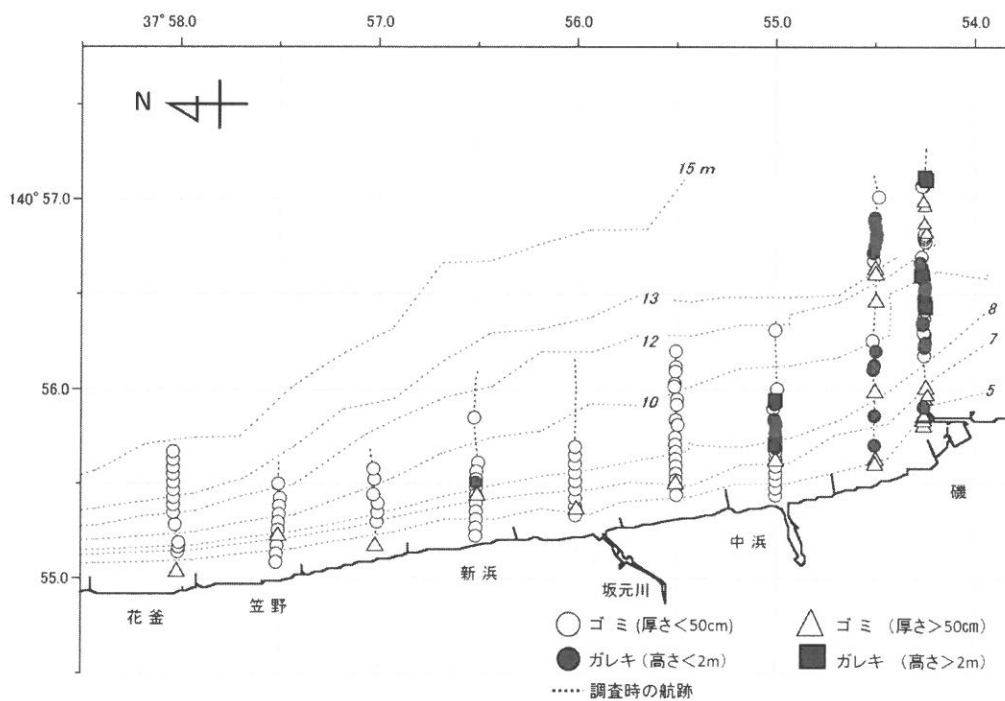


図2 第1次調査 (2011年6月)

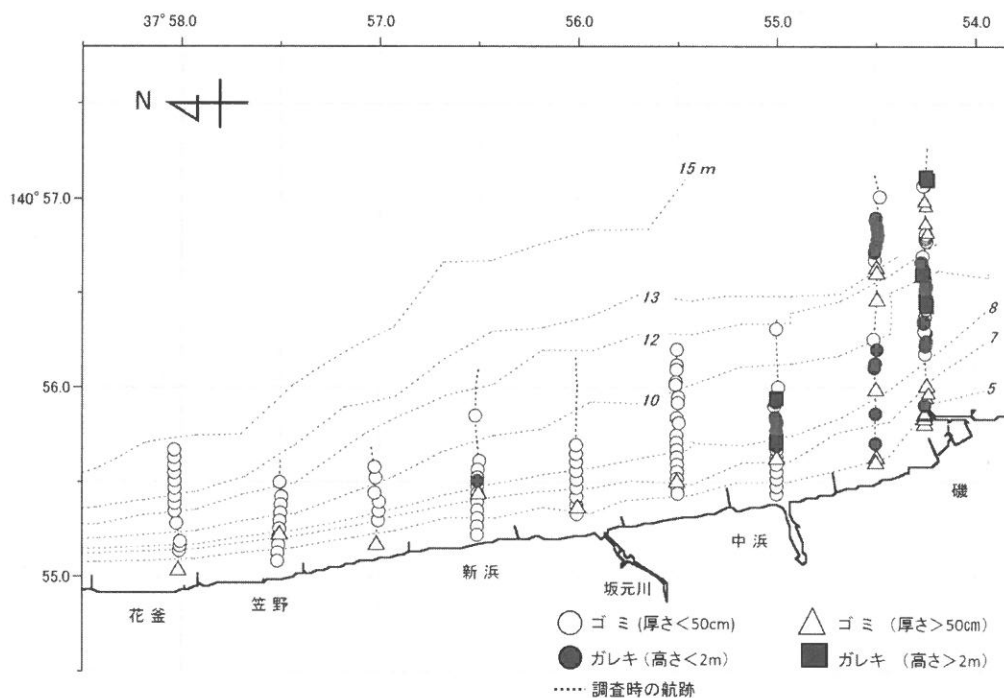


図3 第2次調査 (2011年9月)

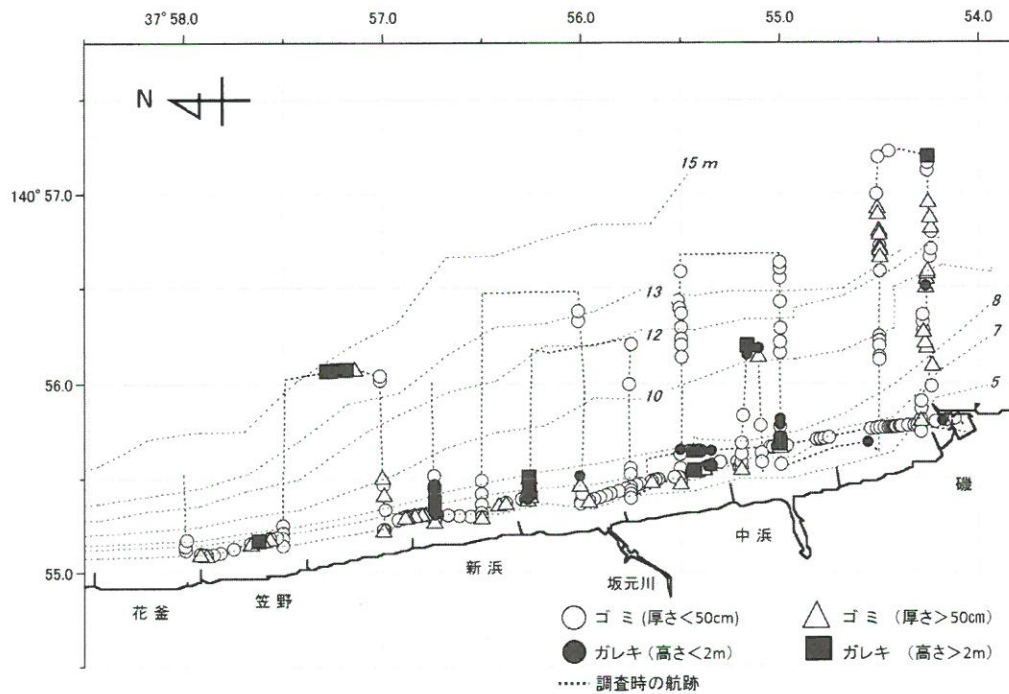


図4 第3次調査 (2012年4・6月)

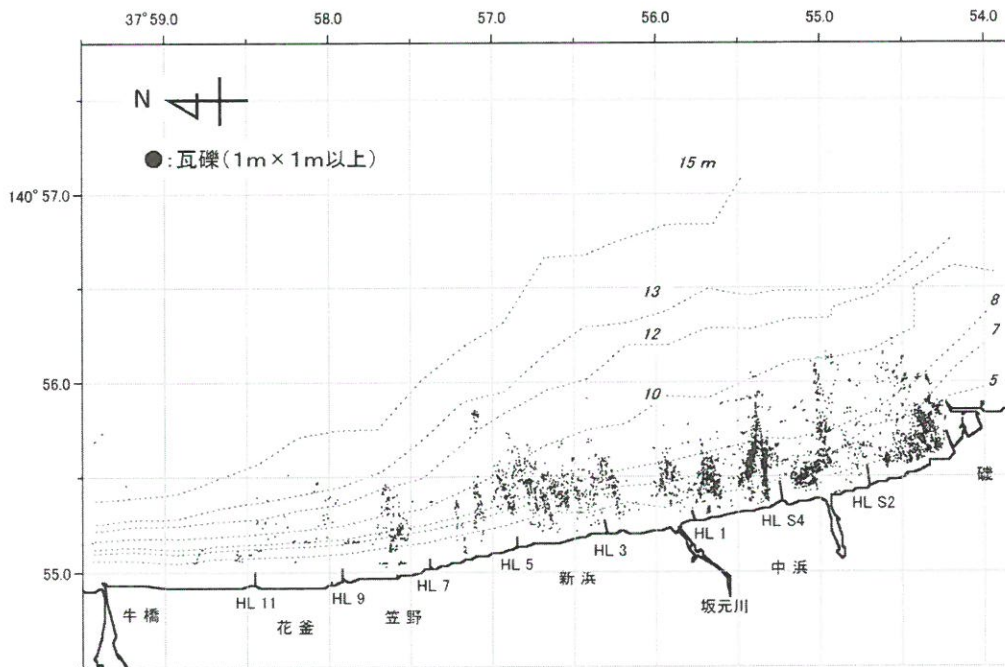


図5 山元町地先の瓦礫分布マップ  
(国土交通省仙台河川国道事務所の調査データより作成)



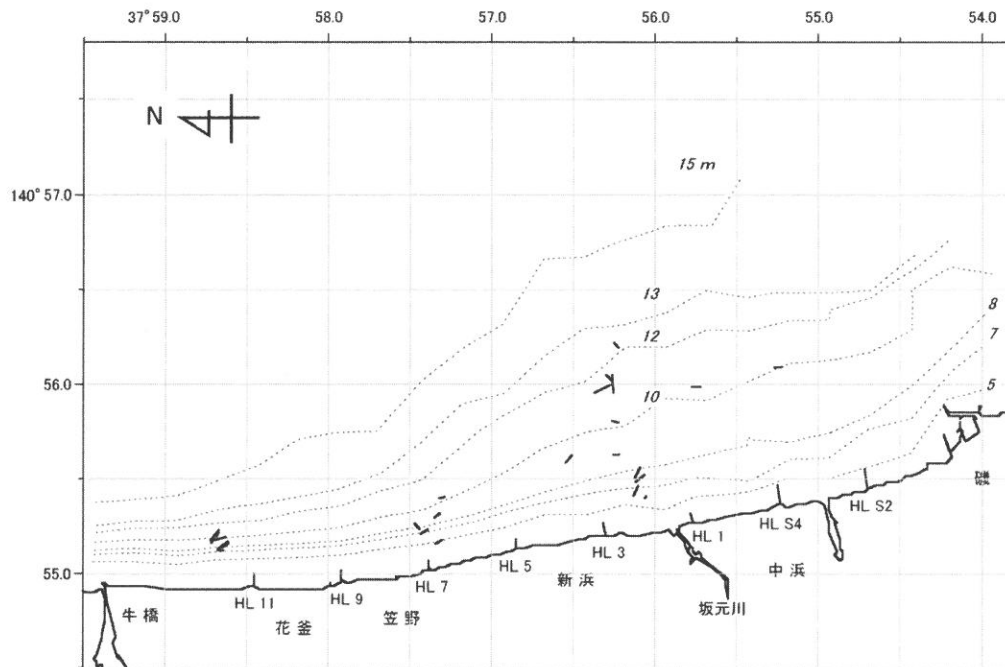


図6 ホッキガイ資源調査曳網地点（2013年8月～11月）

図中の直線は曳網ラインを示す。

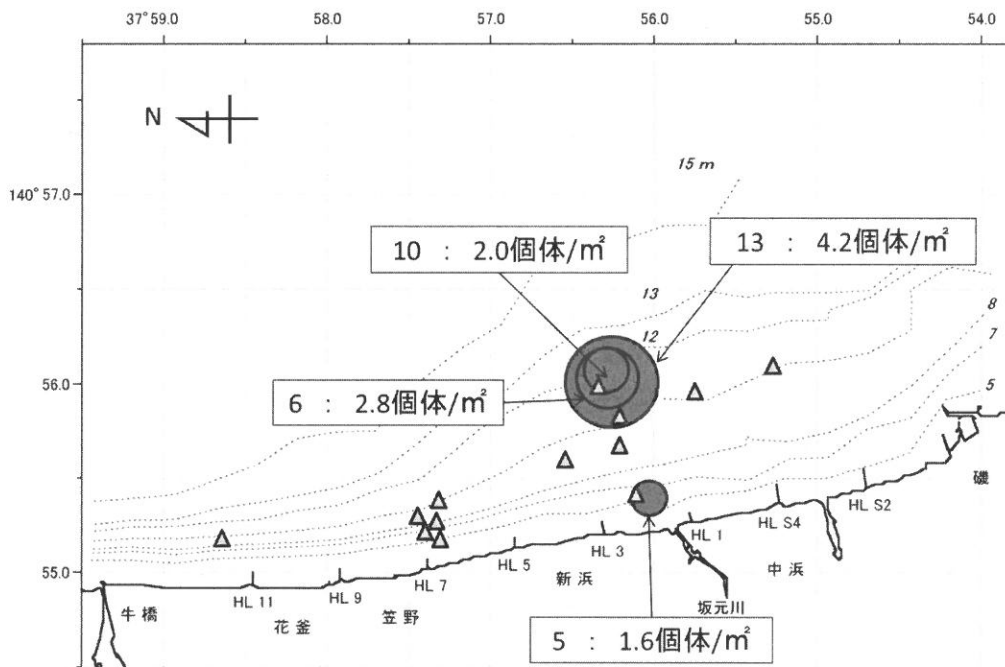


図7 漁場内ホッキガイ資源分布および密度（2013年）

○の大きさは個体数密度に比例し、矢印にて曳網地点および個体数密度を併記した。

△は1個体/m<sup>2</sup>以下の地点を示す。

この状況に対応するために、瓦礫が存在する条件下で操業可能な、新しい操業方式を策定した。新方式は、次の2つを主要な柱としている。第1は瓦礫分布の詳しい情報の活用、第2は漁獲効率の高い噴流式貝桁網の導入である。

①瓦礫分布の情報の活用では、第1～3次の瓦礫分布調査データに、東北地方整備局による調査結果を加えて、詳細な瓦礫分布図（以下「瓦礫マップ」）を作製した。新方式では、出漁前に予め瓦礫マップ上で、瓦礫にかからないように曳網ラインを決め、操業現場ではそれに基づいてGPSで位置を確認しながら、漁具を投入し、曳網する。

②噴流式貝桁網は、貝桁につけたノズルから高圧の海水を海底に噴射させ、ホッキガイを掘り起こして漁獲する漁具である。この漁具の導入の利点は2つあり、1つは瓦礫の多い海域において曳網ラインを調節することが容易なことである。従来式では、長さの固定した曳索の両端に漁具を装着して投網するため、曳網ラインの長さを変えるためには、その都度、長さの異なる曳索に付け替えないといけない。これに対して、噴流式貝桁網ではアンカー側の曳索の長さを調節することで曳網ラインの長さを変えることが可能である。もう1つは、従来式と比較して漁獲効率が高い<sup>3)</sup>ので、短い距離の曳網でもある程度の漁獲量を確保できることの2つである。噴流式貝桁網は爪がないため、従来型の貝桁よりも瓦礫などの障害物には対応しやすいとされているが、従来型貝桁網と同じく海底を引き摺る漁具であるため、それ自体に瓦礫を回避する機構や能力があるわけではなく、瓦礫に対して万能ではない。従って上記①の瓦礫マップで曳網ラインを適切に設定することが、新しい操業方式では重要になる。

この新方式については、2012年夏から小型の試験機を用いての予備的な調査を開始し、2013年7月に北海道や青森県沿岸域で使用されている市販品を導入して、本方式の有効性の実証試験を行った。2013年12月までの期間に延べ40回曳網したが、瓦礫に引っかかるなどのトラブルは皆無で、新方式が瓦礫堆積漁場において極めて有効であることが明らかになった。

### 3 ホッキガイ資源調査

新しい操業方式の実証試験と併せて、ホッキガイ資源の現状についてのデータも蓄積した。図6はホッキガイ資源調査曳網ライン、表1は試験操業の結果、図7は漁場内

表1 瓦礫マップを用いた噴流式貝桁網によるホッキガイ試験操業結果（2013年）

採集日	曳網地点	曳網時間(分)	ホッキガイ個体数	破損個体数	破損率(%)	曳網距離(m)	曳網面積(m <sup>2</sup> )	密度(個体数/m <sup>2</sup> )
8月9日	1	21	27	4	14.8	111.1	133.3	0.2
	2	14	8	2	25.0	93.2	111.8	0.1
	3	15	95	5	5.3	88.7	106.5	0.9
	4	19	61	2	3.3	74.6	89.5	0.7
	5	11	42	0	0.0	21.9	26.3	1.6
	6	19	268	11	4.1	82.9	99.5	2.7
	小計		501	24	4.8			
8月19日	7	23	1	0	0.0	93.4	112.1	0.0
	8	31	10	1	10.0	74.6	89.6	0.1
	9	22	8	0	0.0	67.6	81.1	0.1
	10	39	334	20	6.0	137.5	165.0	2.0
	小計		353	21	5.9			
9月9日	11	36	14	0	0.0	64.8	77.8	0.2
	12	21	2	0	0.0	80.2	96.3	0.0
	13	28	368	32	8.7	73.4	88.0	4.2
	小計		384	32	8.3			
11月4日	14	25	79	0	0.0	130.9	157.1	0.5
	15	35	29	2	6.9	205.8	247.0	0.1
	16	20	29	0	0.0	99.9	119.9	0.2
	17	24	29	0	0.0	88.9	106.7	0.3
	小計		166	2	1.2			
合計			1404	79	5.6			

のホッキガイの分布密度である。ホッキガイの分布は海域や水深によって異なっており、特に坂元川河口沖の水深10～12m付近で高密度の分布が確認された。また、採集時の平均破損率は5.6%であった。

図8は、年級組成解析の結果である。採集個体の殻長は67～122mmの範囲にあり、本海域における本種の成長から、年齢は2歳から9歳程度までを含むと推定される。

殻長組成は全体として二峰型を示す。殻長98～100mmに最頻値を持つ殻長85～115mmの大型個体の山は、被災前の年級組成を考慮すると大きく3グループに区分される。この山の左側を占める殻長90～100mm（ピーク93mm）は2009年級群が主体とみられる。殻長98mmにピークを持つ山は、非常に大きな卓越年級群であった2005年級群と中程度の2006年級群の複合したものである。殻長105mm付近を中心とする大型個体は2003年級群以前の卓越年級群の残存と考えられ、図中に示した正規曲線の適合はよくない。

殻長80mmにピークを持つ殻長範囲70～90mmの山は、被災直後に生まれた2011年級群である。採集時期を考慮すると殻長組成のピークは75mm付近にあると推定され、網目選択性のために、この年級群のうち大きい殻長部分のみが採集されたものと考えられる。この2011年級群は、主に水深6～8mの浅海側に多く分布する傾向が認められ、出現状況から比較的大きな年級群の可能性はある。

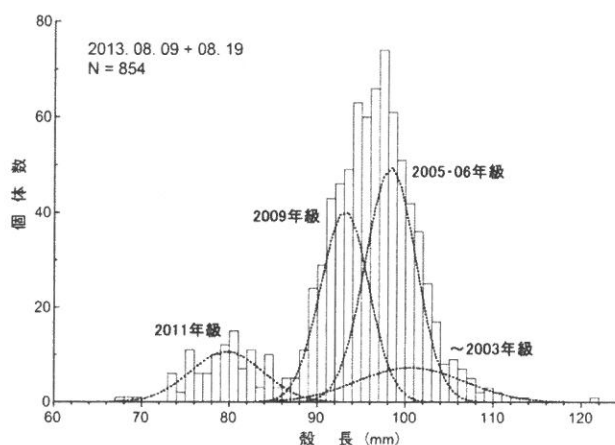


図8 山元町ホッキガイ資源の年級組成  
(2013年8月9日・19日)

## 考察

### 1 瓦礫分布状況

漁場内の瓦礫分布の経時変化から、流出した漁業資材、家屋の残骸、流木などのゴミ類のような、小型で比較的軽い堆積物は潮汐や潮流の作用によって主に沖合側に輸送・分散されたと推定されるが、浅海部では防潮堤の破損で生じたコンクリート塊や離岸堤のテトラポッドなどの重量物の瓦礫が漁場域に残存している状況が固定化してきている。現在、瓦礫は国土交通省および宮城県による撤去作業が進められているが、浅海部に分布が集中することから、大型の作業船による作業は天候・海況に左右され、進捗は必ずしも良くない。

瓦礫マップを見ると、瓦礫は岸—沖方向に筋状に分布する傾向があり、瓦礫の疎密が交互に並んでいるのが認められる。漁場として利用可能な海域の拡大を図るには、瓦礫の分布密度の低い海域からの撤去を先行させるのが現実的な対応であろう。

時間の経過に伴って、瓦礫が底質中に埋没し、貝桁網の操業に支障を来さなくなる可能性もあるが、どのくらいかかるのか予測できず、操業の早期再開を考える場合の選択肢にはならない。

### 2 今後の操業方式について

資源調査は、断片的ではあるが、被災前の当該資源の

残存を示しており、津波による資源状態の極端な悪化は免れたと考えられるが、引き続き漁場全域の資源分布状態を把握するための調査が必要である。本海域のホッキガイの分布の中心は水深5～10m帯であるが、今回確認された高密度域は、既往の知見より水深の深い沖合側に位置しており、津波による輸送、瓦礫による生息場所の物理的な制約や生息好適地の環境変化などが考えられる。年級組成については、2005年級群と2006年級群が複合して資源の中核となっている点および2011年級群が一つの山を形成していることは、操業を再開した場合の当面の漁獲対象資源の存在を示しているが、実際に漁獲可能な資源量について早急に調査を行う必要があろう。

今回の実証試験では、瓦礫マップを活用する新しい操業方式が瓦礫の堆積した海域に対して有効であることを明らかにした。この新方式のもう一つの利点は、瓦礫の密度の低い海域であれば従来型貝桁網の使用も可能なことである。今回の実証試験に用いた噴流式貝桁網は、従来型の貝桁網に比べて、機材構成が大きいことや、送水ホースの存在によって漁具操作が複雑になるなどの問題がある。また、破損貝が出現している問題では、破損割合を軽減するための曳網速度や噴流水圧の適正値の検討などが、今後の実証試験の課題となろう。

瓦礫マップの活用や噴流式貝桁網の長所を生かすためには、噴流式貝桁網と従来型貝桁網を併用するのが妥当である。瓦礫分布の詳細なマップを活用し、瓦礫が少なく、長い曳網ラインを取れる海域では従来型貝桁網を使用し、瓦礫の分布の多い海域では噴流式貝桁網を使用することで、漁場の状況に合わせた使い分けが可能になる。今後は、従来型貝桁網と噴流式貝桁網の併用を軸とした、効率的な運用方法および資源管理方を策定していく必要がある。

## 要約

東日本大震災による津波に伴う瓦礫の流入で、山元地先海域の基幹漁業であるホッキガイ貝桁網漁業が操業できない状態である。本研究では、漁場内の瓦礫分布状況を調べ、さらに瓦礫の存在を前提とした操業方式を検討した。

1) 2011年から2012年までの瓦礫の経時変化を魚群探知機



およびサイドスキャンソナーを用いて調査した結果、被災当初は瓦礫・ゴミが漁場全域に存在したが、時間とともにゴミは流出し、現在は主要漁場内に重量物の瓦礫が多数残存している。

- 2) 瓦礫分布の経時変化および国土交通省の瓦礫分布データから作成した瓦礫マップと、噴流式貝桁網を組み合わせた実証試験では、瓦礫への引っ掛かりは1度も発生せず、本方式が有効であることが示された。
- 3) ホッキガイ資源の現状についてのデータも蓄積できた。ホッキガイは10～12m帯に高密度の分布が見られ、漁業再開時の当面の漁獲対象資源の存在を確認した。2005、2006、2009および2011年級群が残存資源の主体を構成している。
- 4) 今後は、従来型貝桁網と噴流式貝桁網の併用を軸とした、効率的な運用方法および資源管理方策を策定して

いく必要がある。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、宮城県漁業協同組合仙南支所（山元） 運営委員長 大和郁郎氏はじめ組合員の皆様の多大なるご協力を頂きました。厚く御礼申し上げます。また、国土交通省東北地方整備局仙台河川国道事務所仙台湾南部海岸復旧推進室海岸課 片野正章氏、滝本隆也氏、同仙台海岸出張所 中村敏也氏、金子俊秋氏には瓦礫調査の詳細なデータをご提供頂きました。心より御礼申し上げます。本研究は「東北マリンサイエンス拠点形成事業」の一部として実施致しました。

## 参考文献

- 1) 庄子充広・清水駿・佐々木浩一．宮城県山元町地先漁場における瓦礫分布調査の経時変化．平成24年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，漁法震災，pp9
- 2) 渡邊一仁・庄子充広・佐々木浩一（2013）東日本大震災による仙台湾中南部海域の二枚貝漁業への影響．宮城水産研報，13，23-29.
- 3) 梨本勝昭・松山恵二・平石智徳（1994）噴流式貝桁網の漁獲効率．日水誌，60（1），79-83.