

日本海の漸深海栽培漁場の底質環境

日本海区水産研究所海区水産業研究部

海区産業研究室 木暮陽一・長沢トシ子

資源培養研究室 奥村卓二

〃 〃 企画連絡室 佐藤善徳

調査実施年度 平成9年～11年度

緒言

日本海域では岸近くで水深100m を超える海域が広く、深い海底は、ズワイガニ、ベニズワイやホッコクアカエビ(甘エビ)など、日本海の漁業にとって重要な深海性甲殻類の生息場(漁場)となっている。したがって、日本海域では今後、水深100～1000m 程度の海域(仮に漸深海域とした)を栽培漁場として開発していくことは重要な課題である。

富山湾は距岸数kmで水深が数100m になる急深の深い湾で、岸から極く近い海域が深海性の甲殻類、ズワイガニ、ベニズワイガニ、ボタンエビの仲間のトヤマエビなどの漁場となっている。しかし、近年トヤマエビの漁獲量は激減しており、このため、日本栽培漁業協会小浜事業所と富山県水産試験場はトヤマエビを栽培対象種として、その種苗生産技術の開発を行い、平成5年から生産した種苗を富山湾内のかつての漁場で放流試験を実施している。現在、放流方法など技術的な問題は徐々に解決されつつあるが、放流を行っている水深300m前後の海底環境の調査研究はほとんど実施されていないため、海底周辺の環境に関するデータがほとんど無く、放流試験結果の評価、解析の障害となってきている。このような漸深海域の栽培漁場化には基礎的な環境データの蓄積が必要であり、本研究ではトヤマエビの種苗放流試験海域の底質、餌料の供給過程に関する調査を実施し、今後、漸深海域を栽培漁場として開発するためのデータの蓄積に努めることを目的とする。

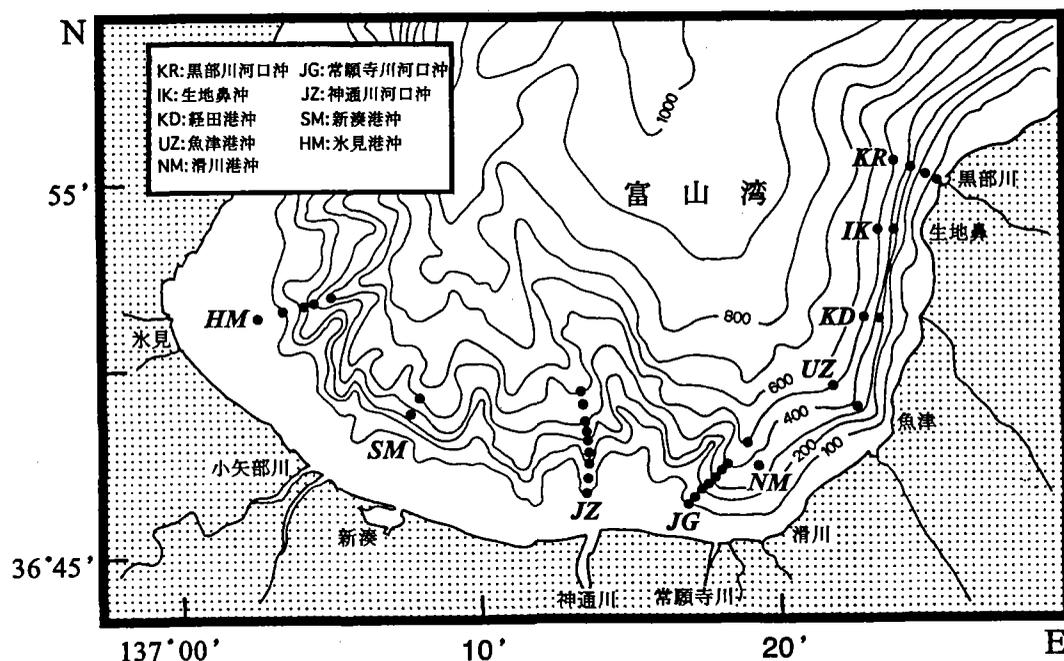


図1. 調査海域

調査方法

トヤマエビの漁場は、富山湾奥部の常願寺川河口から西の水深350mを中心とした沿岸海域で、近年の漁獲のほとんどは新湊から氷見港の沖の海域で行われている。富山湾の東部海域は以前から漁場とはなっていない。富山水試と日栽協小浜事業所は、常願寺川、神通川河口沖合の深く切れ込んだ海谷部の水深300~350mの地点を中心として、天然エビの生息量調査及び種苗放流試験を実施している。このため調査海域は富山湾奥部の沿岸域とし、調査点は水深350mを中心として設定し、常願寺川河口沖より西では海谷部に設定した(図1)。調査は日水研所属の調査船みずほ丸(156トン)で、平成9年9月、平成10年6月、平成11年8月に行った。調査項目、調査方法は、

- ・水温・塩分：CTD
- ・懸濁物採取：バンドーン採水器
- ・堆積物採取：スミス・マッキンタイヤー採泥器
- ・沈降物捕集：セジメント・トラップ

である。また、採取した試料は実験室で以下の分析を行った。

- ・懸濁物、沈降物：懸濁物量、全炭素・窒素量(CHNコーダー)、植物色素量(ジメチルホルムアミド抽出-蛍光光度計)、安定同位体比
- ・堆積物：粒度組成(湿式ふるい分け法)、強熱減量(強熱条件550℃6時間、900℃1時間)、全炭素・窒素量(CHNコーダー)

調査結果

(1) 水温

黒部川河口沖合、氷見港沖合の水温の鉛直分布(平成10年6月観測)を図2、3に示す。富山湾奥部の海洋構造は、年度毎に調査月は違うが、この図に見られるように、水深と共に変化するきれいな層構造をなしている。躍層はほぼ50m層に形成され、躍層より上層では河川水などの影

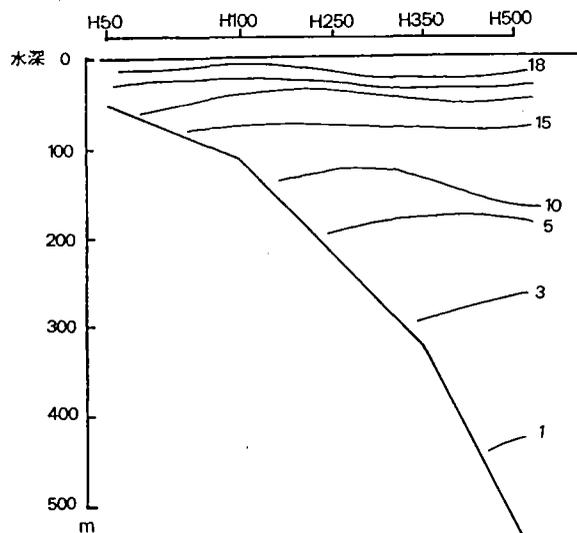


図2. 氷見港沖合海域水温分布(単位:℃)
平成10年6月

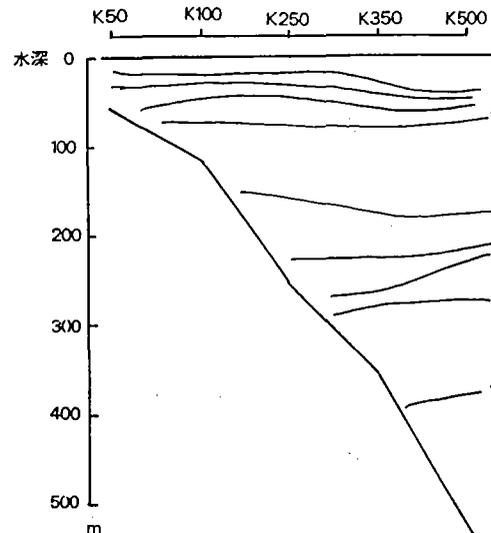


図3. 黒部川河口沖合海域水温分布(単位:℃)
平成10年6月

響で、海域や時期的変化がみられるが、下層では塩分も34.0～34.3 (PSU) とほぼ均一で、構造の差はほとんどみられなかった。トヤマエビの生息適水温は4℃以下とされており、湾内では水深350mを中心とした海底に生息しているといわれている。今回の調査で富山湾奥部の300m以深では安定的に3℃以下となっており、トヤマエビは非常に低温で安定した深層水に常に覆われている海底に生息していることが確認された。

(2) 海底堆積物

深度による変化を神通川河口、常願寺川河口沖の海谷底の堆積物（平成9年9月採取）で見てみる（図4～6）。常願寺川河口沖水深400m点を除いて、含泥率（粒径63μm以下の粒子の割合）は90%以上、含水率は50～60%で深度による変化は認められない（図4）。しかし、浅海内湾域では含泥率が90%程度であれば、一般的に、含水率は70%以上であることが多いことから、この海域の海底の底質は、泥質であるが、かなり締まった状況であるといえる。ただし、採泥をスミス・マッキンタイヤー採泥器で実施しており、表層に堆積している含水率の高い層が採泥時に流失し、採取できていない可能性は否定できない。また、含有有機物量の指標である強熱減量は3～8% (IL550℃, 6時間, 図5), 全炭素, 窒素量は4～17.5, 0.2～1.5mg/g (乾泥) で (図6), これらにも深度による差を認めることはできない。また、これらの値は日本海の他の深海域の堆積物の値より低いことがわかった (表1)¹⁾。

表1. 日本海域の海底堆積物の全炭素・窒素量

| | 隠岐島北東海域 水深 1000～2500m | 男鹿半島南海域 350m | 佐渡海峡中央部 530m | 仙崎湾奥部 20m |
|-----|--------------------------|-----------------|-----------------|--------------|
| 全炭素 | 20.3～31.7 | 19.7 | 20.9 | 23.3 |
| 全窒素 | 2.5～3.9 | 2.2 | 2.4 | 2.1 |

(単位 mg/g (乾泥))

次に水平的な状況を見てみる。水深350m点の堆積物の分析結果（図7～9, 魚津港沖はデータ無し）を見ると、滑川港沖と経田港沖の間に含泥率に大きな差が認められ、有機物量の指標値では経田港沖と生地鼻沖の間で大きく変化している。一方、水深500m点の堆積物では、常願寺川河口沖のデータがないが、滑川港沖と生地鼻港沖のいずれの値も他の点とは大きく違っている（図10～12）。しかし、滑川港沖水深500m点と常願寺川河口沖水深400m点の値（図4～6）はほぼ一致しており、深い海底域ではかなり複雑な底質分布をしているものと考えられる。湾奥西海域の神通川河口、新湊港、氷見港沖の水深350, 500m点の堆積物の分析値に大きな差は認められない。しかし、東海域の滑川港、経田港、生地鼻沖合では水深による差が大きい。これらの性状の違いは底層流によって引き起こされるものと考えられる。この海域での底層流の調査事例はないが、平成10年に黒部川河口沖水深350mの海底に設置したセジメント・トラップが設置直後に流されたことや、滑川港沖水深500m点の堆積物などの含泥率が低いことなどを考え合わせると、常願寺川河口から東の陸棚に沿った海域の底層流はかなり強いものと考えられる。

(3) 懸濁物

懸濁物については調査年、時期による変動は大きいと考えられるが、富山湾奥部の場合、かな

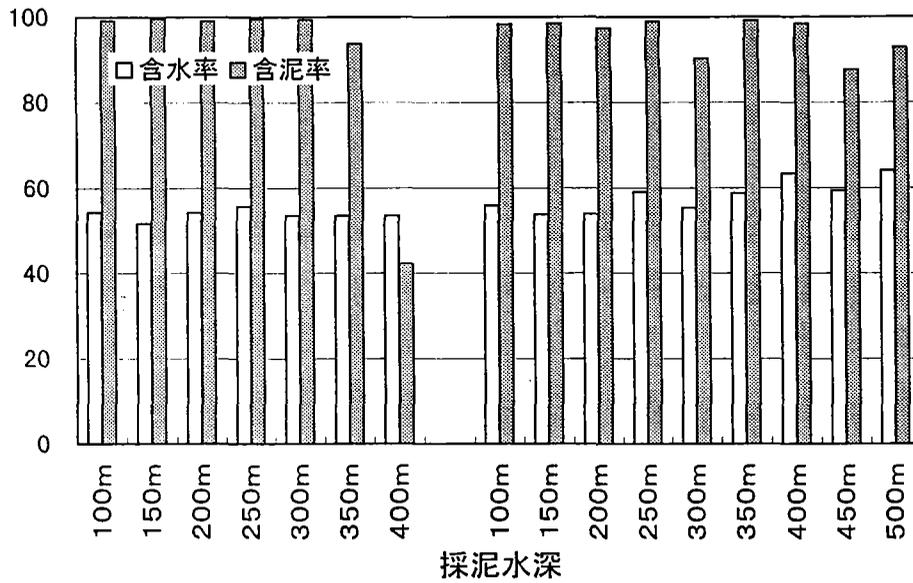


図4. 海底堆積物の含水率, 含泥率の深度変化 (左: 常願寺川河口沖, 右: 神通川河口沖 (単位: %))

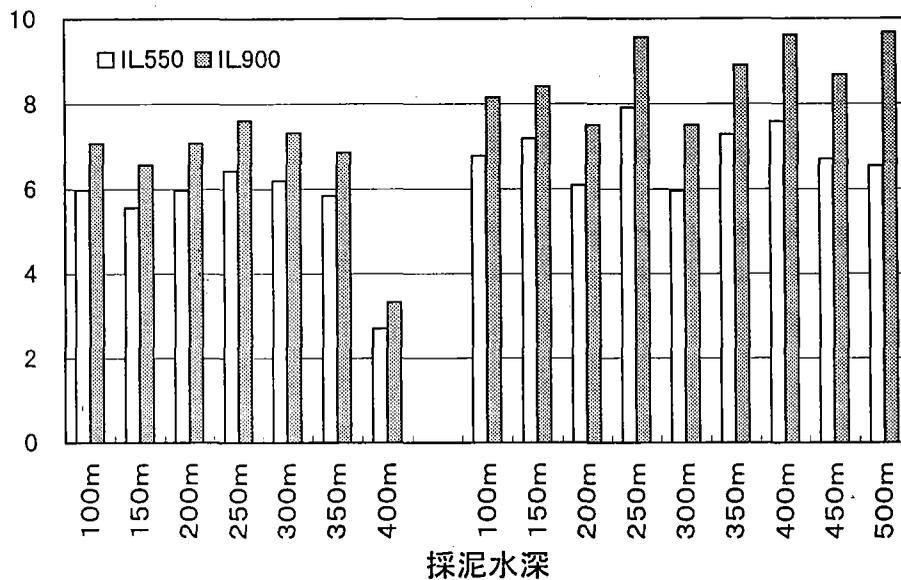


図5. 海底堆積物の強熱減量の深度変化 (左: 常願寺川河口沖, 右: 神通川河口沖 (単位: %))

IL500 : 550°C, 6時間強熱
 IL900 : 900°C, 1時間強熱

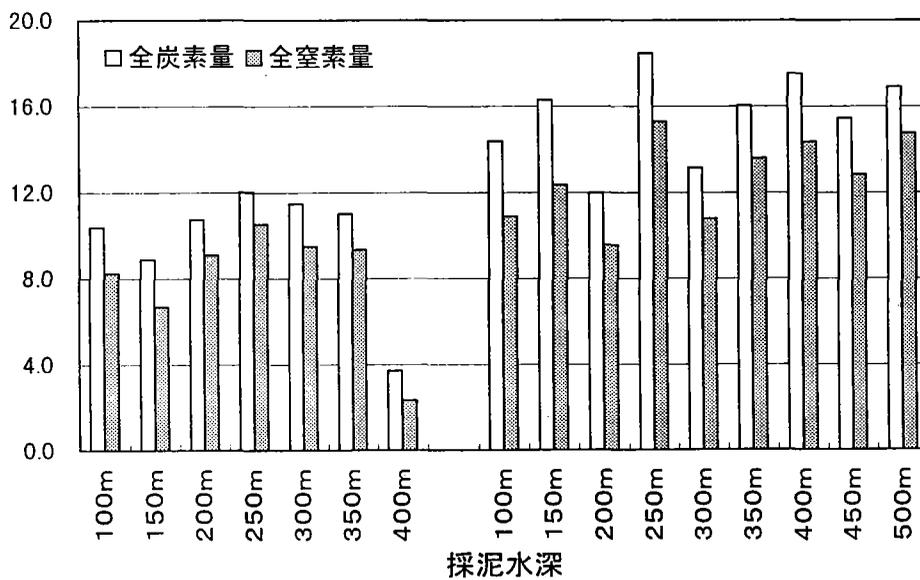


図6. 海底堆積物の全炭素・全窒素量の深度変化 (左: 常願寺川河口沖, 右: 神通川河口沖 (単位: mg/g(乾泥)) 窒素は値を10倍している。

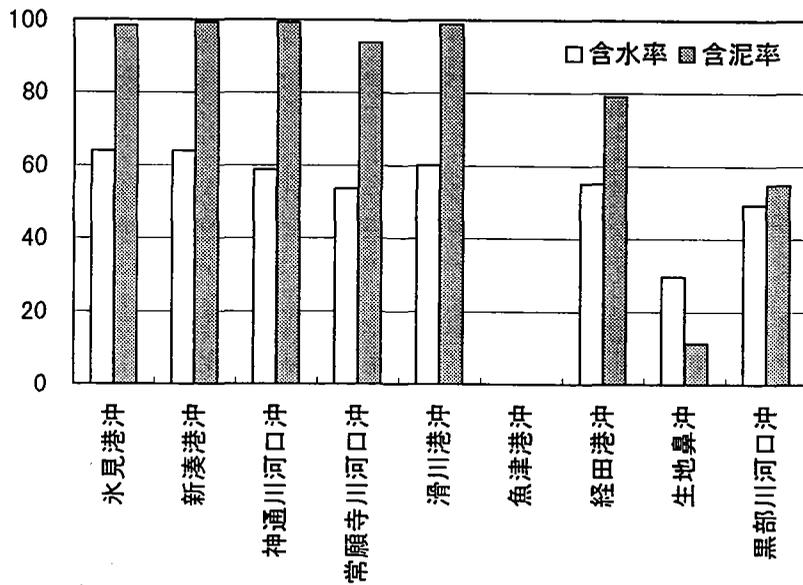


図7. 水深350mの海底堆積物の含水率と含泥率
(単位: %)

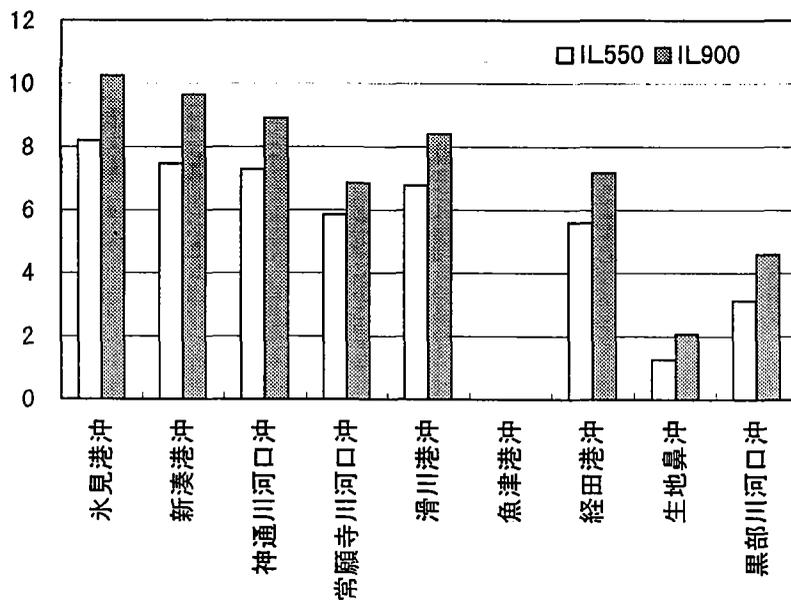


図8. 水深350mの海底堆積物の強熱減量 (単位: %)
IL500: 550°C, 6時間強熱
IL900: 900°C, 1時間強熱

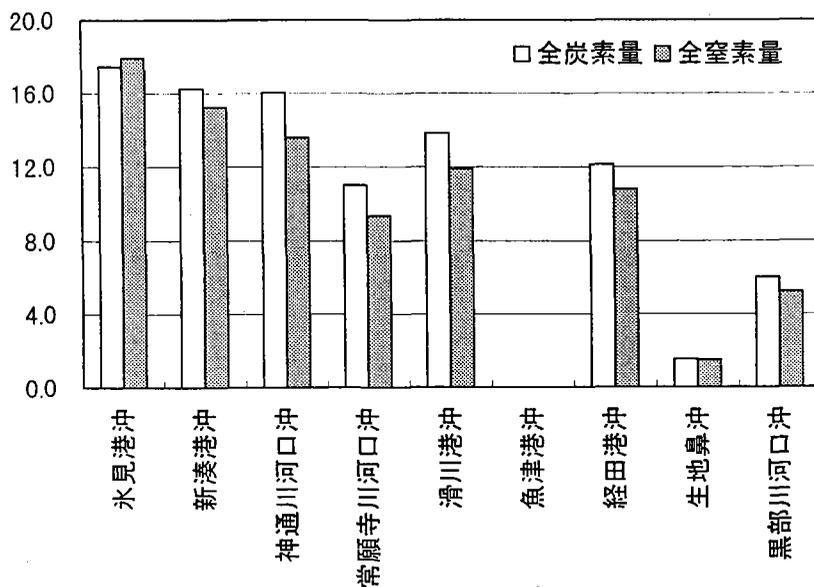


図9. 水深350mの海底堆積物の全炭素・全窒素量
(単位: mg/g(乾泥))
窒素は値を10倍している。

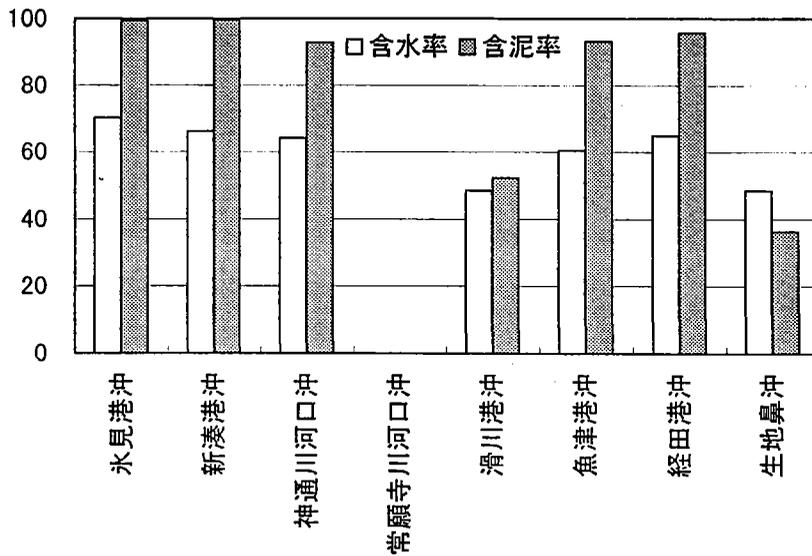


図10. 水深500mの海底堆積物の含水率と含泥率
(単位：%)

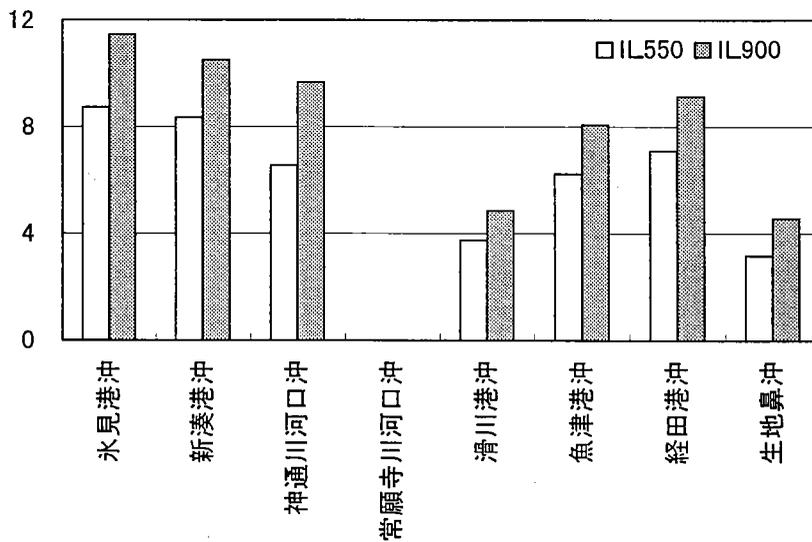


図11. 水深500mの海底堆積物の強熱減量 (単位：%)
IL500 : 550°C, 6時間強熱
IL900 : 900°C, 1時間強熱

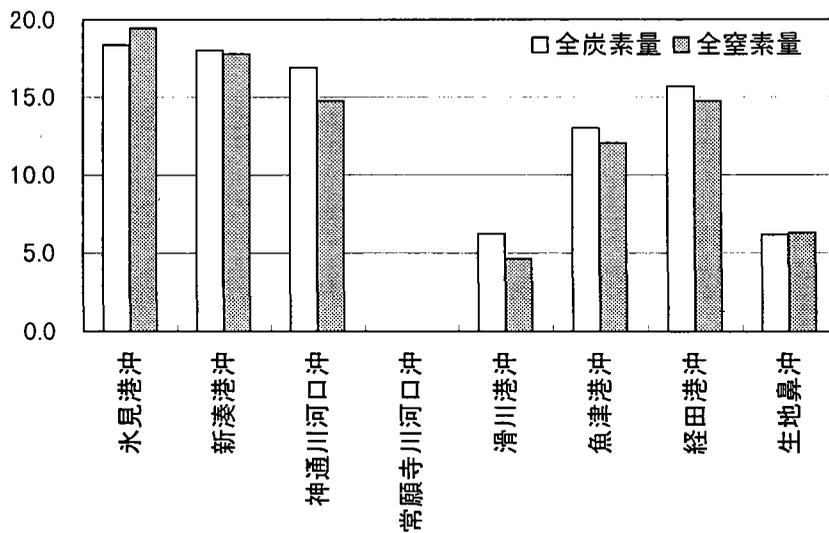


図12. 水深500mの海底堆積物の全炭素・全窒素量
(単位：mg/g(乾泥))
窒素は値を10倍している。

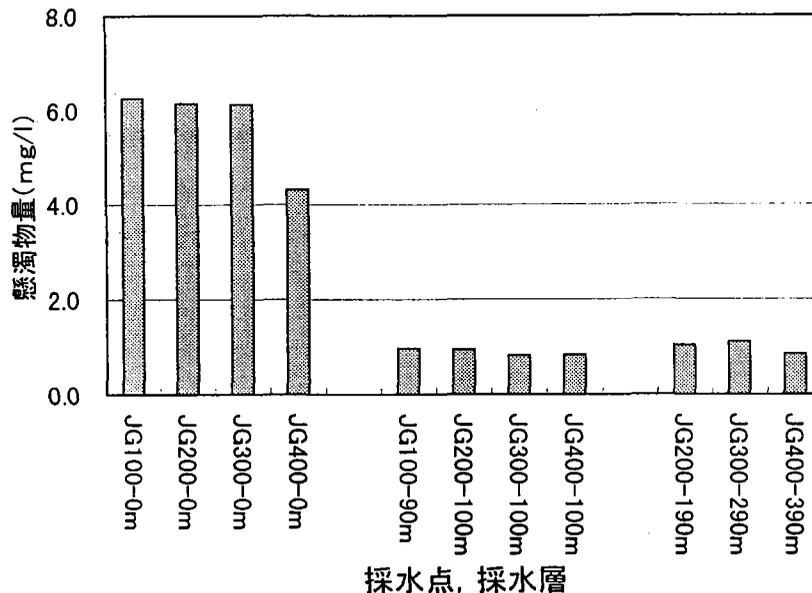


図13. 常願寺川河口沖合海域の懸濁物量

り強い躍層が発達しているため、図13に示すように躍層下部の懸濁物の量は極端に低くなり、時期、海域による差がほとんど認められなかった。すなわち、表層の高い現存量が下層に反映していないということがわかる。図14, 15に時期は違うが、氷見港、常願寺川河口、黒部川河口沖合海域の全炭素、窒素の現存量と懸濁物中の濃度を示す。現存量は氷見港、常願寺川河口沖では表面で高いが、躍層下部では差が認められない。常願寺川河口沖では表層から懸濁物が沈降しているようなようすがうかがえるが、氷見港、黒部川河口沖では上層の影響を受けているようには考えられない。湾奥部の河口周辺の表層では高い基礎生産が生じているが、生産物は発達した躍層などの影響で沖合に流され、直ぐ下の層には沈降していないものと考えられる。

海底への沈降量をみるため、平成10年6月、黒部川、常願寺川河口沖の水深350m点にセジメント・トラップを設置し、沈降物の捕集を試みた。しかし、黒部川河口沖の点ではかなり強い潮流があり係留系が流失してしまったが、常願寺川河口沖の点では24時間の捕集ができた。また、平成11年8月には氷見港沖の水深350m点に設置したが、揚収中に、ロープが絡まり捕集物の一部が流失したため、定量的な扱いができなかった。常願寺川河口沖の点での結果は、沈降量として2060mg/m²/day、沈降全炭素、全窒素量は111.1, 15.2mg/m²/dayで、捕集物中の全炭素・窒素濃度は53.9, 7.4mg/gであった。この時の底層の懸濁物の分析結果は図16に示す。単純に計算してみると、海底1m²に1日に沈降してくる量は底層水2トン、すなわち海底上2mの海水に含まれる量となる。また、捕集されたものと質的にな差を認めることはできない。

平成11年に懸濁物の起源を検討するため、懸濁物と沈降物の安定同位体比の測定を実施した。表2に氷見港沖の点の懸濁物とセジメント・トラップ捕集物の炭素、窒素の安定同位体比の分析結果を示す。炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) では、黒部川河口沖の表層の懸濁物で-24.5‰という値を示したが、その他の試料の値は-20~23‰であった。一般に中緯度海洋性植物プランクトンの値は-20‰前後、陸上植物では-27‰であることから、黒部川河口域の表層でのみ陸域からの有機物の供給が示唆されるが、他の調査点の懸濁物は海洋起源の植物プランクトンの強い影響を受けていると考えられる。また、懸濁物の窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) は表層で約6‰、底層で

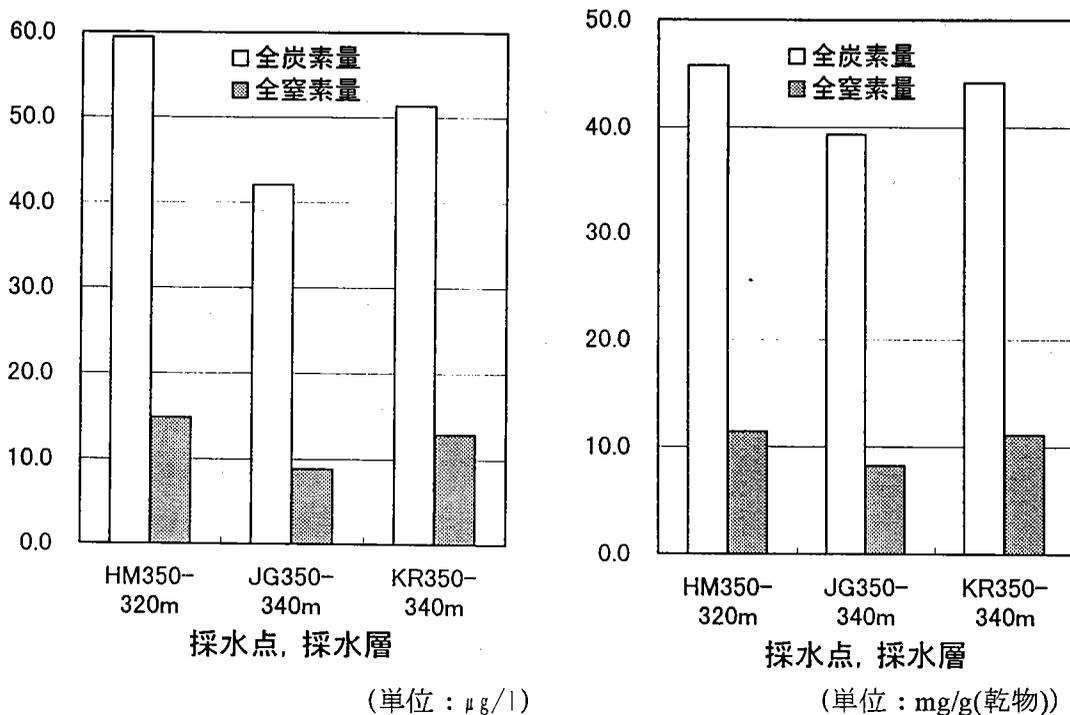


図16. 富山湾奥部海域の底層の懸濁態全炭素・窒素量 (左) と懸濁物中の全炭素・窒素量 (右)
 HM : 氷見港沖, JG : 常願寺川河口沖, KR : 黒部川河口沖 (平成10年6月採水)

表2. 氷見港沖合海域の懸濁物, セジメント・トラップ捕集物の安定同位体比

(平成11年8月採取)

炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) (単位: ‰)

| Depth | 8月1日 | 8月2日 | 8月3日 | 平均 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 m | -21.6 | -21.4 | -21.1 | -21.4 |
| 100 m | -22.0 | -23.2 | -23.2 | -22.8 |
| 310 m | -22.3 | -23.0 | -23.2 | -22.8 |
| Trap | | -20.9 | -21.7 | -21.3 |

窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) (単位: ‰)

| Depth | 8月1日 | 8月2日 | 8月3日 | 平均 |
|-------|------|------|------|-----|
| 0 m | 6.8 | 5.3 | 6.0 | 6.0 |
| 100 m | 8.9 | 8.1 | 7.9 | 8.3 |
| 310 m | 7.5 | 8.7 | 8.4 | 8.2 |
| Trap | | 4.3 | 7.6 | 6.0 |

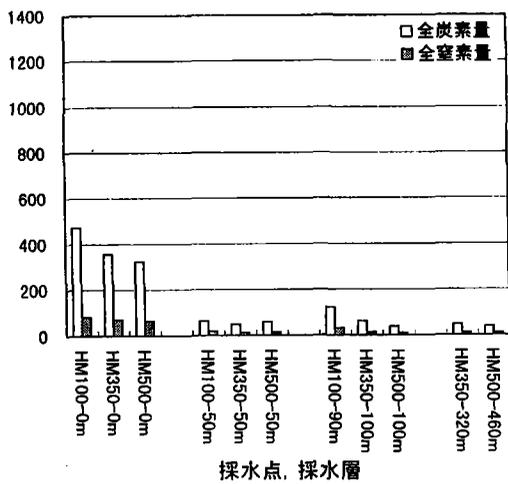
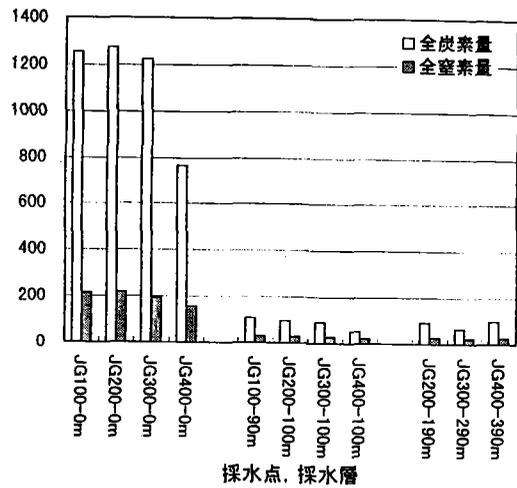
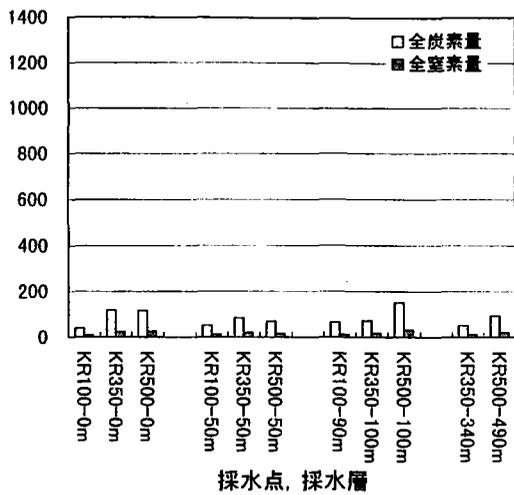


図14. 富山湾奥部海域の懸濁態全炭素・窒素量
単位： $\mu\text{g}/\text{l}$

採水年月

黒部川河口沖 (KR) : 平成11年 8月

常願寺川河口沖 (JG) : 平成 9年 9月

氷見港沖 (HM) : 平成11年 8月

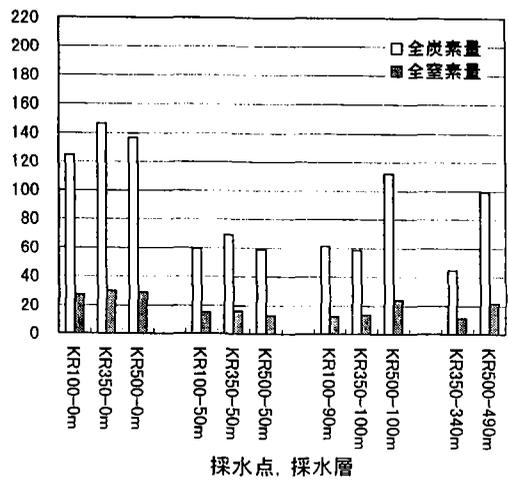
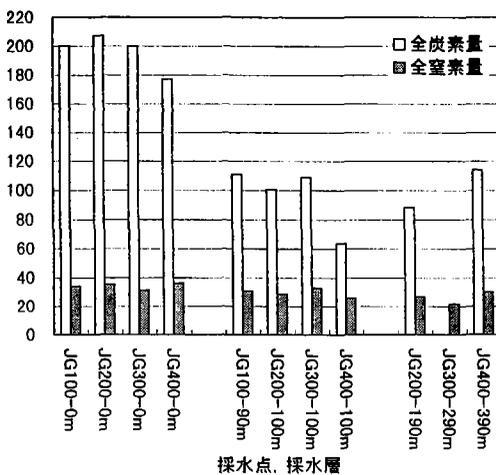


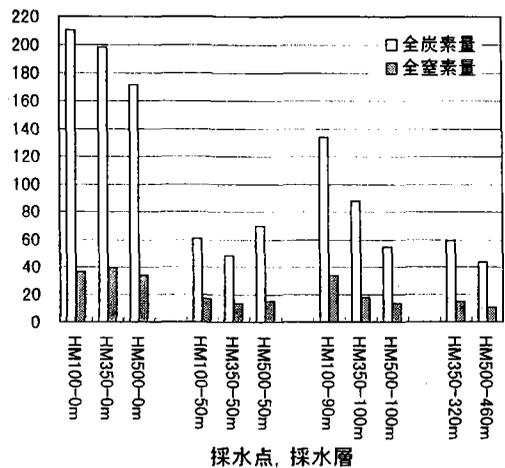
図15. 富山湾奥部の海域の懸濁物中の全炭素・窒素量
単位： mg/g (乾物)

採水年月

黒部川河口沖 (KR) : 平成11年 8月

常願寺川河口沖 (JG) : 平成 9年 9月

氷見港沖 (HM) : 平成11年 8月



約8%で約2%の値の上昇がみられた。窒素安定同位体比は栄養段階が1つ上がるごとに3~5%上がるとされており、ここでの懸濁物の値の変化は一次消費者の介在が推定される。しかし、セジメント・トラップ捕集物に値の変化がみられないことから、一次消費者が多量に沈降しているとは考えられない。これらのことから沈降物はほとんどが海洋起源の植物プランクトンに起因するものと考えられる。

考 察

調査海域とした富山湾奥部の水深300m以深の海底は、極低温の深層水に覆われている。底質は常願寺川河口沖より西部の海谷部分はかなり締まった泥質であるが、東部は西部ほど地形は複雑ではなく、粗い砂質の部分もみられ、必ずしも、均一といった状態ではない。このようなことから、海底近傍に海水の流れがあることが推測され、特に、東部ではかなり強い可能性がある。西部は多くの海谷が深く切れ込んでおり、この海谷内部の流動環境については良くわからない。トヤマエビは、このような海底の物理的な環境によって生息域を選択しているものと考えられ、‘しんかい2000’による目視観察では、泥質の海底表面に静止していたり、穴に入っていることが観察されている。一方、飼育環境下では水槽底、壁、しゃへい物などに静止していることが多い。これらのことから、生息基盤として泥底質が必要な条件ではないと思われる。運動能力などを考慮すると、トヤマエビの生息域は流動環境に影響されるのではないかと推測される。

トヤマエビが自然海域で何を餌としているかわかっていないが、生息するためには餌料（有機物）の供給がなければならない。海底は極低温で有機物の分解が不活発と考えられ、堆積物中にかなりの有機物の蓄積が見られるが、日本海域の他の深海域に比べてその値は小さい。生息の中心となっている西部では海底面が急勾配で堆積が起こりにくいことも考えられるが、底層水中の懸濁物量や、セジメント・トラップによる捕集量が少ないこと、また、捕集物中の陸起源と考えられる物質の沈降がみられない、ことなどから、調査対象海域では上層からの有機物の沈降は少ないものと考えられる。このような沈降物をトヤマエビが餌としているかどうかはわからないが、水温の低さと共に、沈降物を餌とする懸濁物食、堆積物食動物の生産力はかなり低いものと考えられる。トヤマエビは罾漁法によっても漁獲されることから、上層で死亡した魚などが沈降してきたものが餌として大きく寄与している可能性がある。トヤマエビは、飽食状態であるはずの飼育下でもその成長は悪く、これは低水温のため代謝が低いためと考えられている。したがって、漸深海底は低水温、餌料不足によって生産力は低いと考えられる。いずれにしても、漸深海底は、そこに生息する動物全てにとって餌料環境はかなり劣悪であると考えられ、栽培漁場として利用していくためには、対象生物の生態だけでなく、種苗放流などを行う海底周辺の生態系をさらに良く理解する必要がある。

摘 要

1. 富山湾奥部の漸深海底は極低温の深層水に覆われており、海底近傍に複雑な水の流れがあることが推測された。
2. トヤマエビは、生息基盤としての海底質の状況より、流動環境によって生息場所を選択している可能性がある。
3. 富山湾奥部の躍層下部、海底への上層から供給される有機物は、海域で生産された植物プランクトンがそのまま沈降したのと考えられ、量も少ない。
4. 富山湾奥部の漸深海底は低水温、餌料不足によって生物生産力は低いと考えられる。

5. 漸深海底を増殖場として開発していくためには、対象種の食性を明らかにするとともに、餌の供給過程など海底での生物生産構造を明らかにする必要がある。

引用文献

- 1) 佐藤善徳・長澤トシ子, 1996: 大和海盆南西斜面の海底堆積物中の有機物量, 日本海区試験研究連絡ニュース, 374.