

4 漁場環境試験

(1) 人工生態系機能高度化技術開発試験

人工干潟の造成技術の開発

鈴木輝明・青山裕晃・本田是人

キーワード；干潟，水質浄化機能，メソコスム

目的

大規模開発事業による漁場の喪失や漁場価値の低下に対し、本県海域全体の生産力を維持向上させるためには、富栄養化により悪化した環境を回復させることが必要である。本調査は栄養物質除去のため、高い浄化能力を持つ人工干潟，人工藻場，人工渚の造成技術を開発するため、天然干潟，藻場，渚の浄化能力を定量的に解明し、高い浄化能力を支える条件等を明らかにすることを目的とする。

材料及び方法

平面実験水槽底面に三河湾内において観測される粒径幅を目安として、2槽に中央粒径の異なる砂（No.1:φ0.19mm, No.3:φ0.95mm）を厚さ50cmに敷き詰め、淡水で洗浄し底生生物の初期値を0とした後、平成12年3月14日から1年間稼働した。砂面は基本水準面+30cmとなるよう設定し、潮汐は蒲郡予測潮位ファイル（海上保安庁水路部）を用いて実時間で再現した。水槽では最高水位が砂面+90cmであるため、これより高い潮位については、砂面+90cmを継続した。水平移流については、満ち引きの最強流時に最大25cm/secとし、潮止まり時（干潮・満潮時）には0cm/secとなるよう設定した。干潟の干出時には風速5mの風を砂面上に吹かせ、泥温の異常上昇を防止した。

底生生物は人的な移植を一切行わず、水産試験場地先150m沖合から導入した生海水による自然加入に任せた。干潟メソコスムは天井がガラス窓で覆われており、日射、水温の制御は行わなかった。

水質分析項目は水温、塩分、pH、DO、濁度及びクロロフィルaであり、アレック社製多項目水質測定装置（ACL220-PDK）により、No.1, No.3とも満潮時の潮止まり時に、潮汐発生水槽内に残っている海水（観測6時間前に干潟メソコスムへ流入した海水）と、干潟メソコスムに冠水している海水（観測時に6時間程度メソコスム

内で循環した海水）とを測定した。同時に栄養塩類測定の採水も行ない、ブランルーベ社製オートアナライザーにより分析を行った。

底生生物調査項目はバクテリア，メイオセントス，マクロベントスであり、一色干潟の現存量の平均値（平成8年～平成11年）と比較した。

結果及び考察

(1) 濁度，クロロフィルa

濁度，クロロフィルaの経時的変動を図1に示した。濁度，クロロフィルaともに，No.1及びNo.3水槽ではほぼ同じ挙動を示し，流入海水に比べ干潟海水は6月以降，低く推移した。これは，マクロベントス現存量が急増した時期（6月）と一致しており，底生生物により干潟海水中の懸濁物が除去された結果と思われる。しかし，マクロベントスでは二枚貝類等の懸濁物食者は非常に少なく，多毛類を中心とする表層堆積物食者が優占していた。このことは懸濁物食者のみが水中の懸濁態有機物の除去を行うという従来の水質浄化機構とは異なる結果となり，従来の食性分類での表層堆積物食者としての扱いを今後見直す必要も示唆された。

(2) 栄養塩類

栄養塩類の変動を図2に示した。DIN, DTN, DTP等の栄養塩類は短期間内に不規則な変動を示した。NH₄は海水導入後2ヶ月目頃から干潟メソコスムで減少し，No.1, No.3ではほぼ同じ傾向で推移した。一方，NO₂+NO₃はNH₄とは逆に2ヶ月後から干潟メソコスム内で増加する傾向にあり，NO₂, NO₃への酸化が起こったことを示している。また，DINではNo.1, No.3とも減少傾向にあったことから付着藻類による栄養塩の吸収があったと思われる。No.1とNo.3を比較すると，No.3ではNO₂+NO₃, DINともにNo.1より低く，脱窒の可能性が示唆された。PO₄についても流入海水に比べ，No.1, No.3とも減少しており，付着藻類による吸収があったと思われる。

(3) 底生生物

細菌、バクテリア、メイオベントスの現存量を図2に示した。バクテリアは初期に 10^6 cells/dg程度の増殖がみられ、以後増加した。No.1, No.3ではほぼ同じ傾向を示し、平均ではNo.1 (2.21×10^6 cells/dg) < No.3 (1.76×10^8 cells/dg)で、一色干潟の平均 (6.30×10^6 cells/dg) の31%であった。

メイオベントスは海水導入10日程度で加入がみられ、No.1に比べNo.3は増加傾向が顕著であった。干潟メソコスムではドロクダマシ等の節足動物の現存量が多く、平均ではNo.1 (0.170 gN/m²) < No.3 (0.545 gN/m²)で、一色干潟の平均 (0.052 gN/m²) の約7倍であった。

マクロベントスの食性別現存量を図4に示した。総マクロベントスの現存量は平均では、No.1 (0.304 gN/m²) < No.3 (0.613 gN/m²)であり、一色干潟の平均 (6.634 gN/m²) と比較すると7%程度と非常に少なかった。食性別では表層堆積物食者が優占しており、その代表種はゴカイであった。平均では、No.1 (0.2663 gN/m²) < No.3 (0.5652 gN/m²)で、一色干潟の平均 (0.175 gN/m²) の約4倍であった。懸濁物食者は平均では、No.1 (0.0210 gN/m²) < No.3 (0.0363 gN/m²)、一色干潟 (5.987 gN/m²) > 干潟メソコスムで、主な代表者はチヨノハナガイ、ドロオニスビオであった。干潟に優占するアサリ、バカガイ等の二枚貝類が非常に少なく、現存量は一色干潟の0.5%に過ぎなかった。下層堆積物食者はツツオオフエリアが代表種で、No.1 (0.0038 gN/m²) < No.3 (0.0057 gN/m²)、一色干潟 (0.014 gN/m²) > 干潟メソコスムであり、一色干潟の平均の34%であった。肉食者の代表種はウロコムシ科で、No.1 (0.0132 gN/m²) > No.3 (0.0057 gN/m²)で、一色干潟 (0.330 gN/m²) の2.9%であった。

干潟メソコスムでは、表層堆積物食者やメイオベントスが天然の干潟より多く現れていること、バクテリアや下層堆積物食者については天然の干潟の水準に近づいていることなど、干潟生態系が形成される初期の群集構造に特徴がみられた。また、干潟メソコスムの総マクロベントス現存量が一色干潟と比べて少なかった。これは懸濁物食者の加入がほとんどみられなかったためであり、一色干潟の懸濁物食者の値をメソコスムに加えると、総マクロベントス現存量は同程度となる。しかし、1月以降、懸濁物食者は増加傾向にあり、徐々に増加するものと思われる。

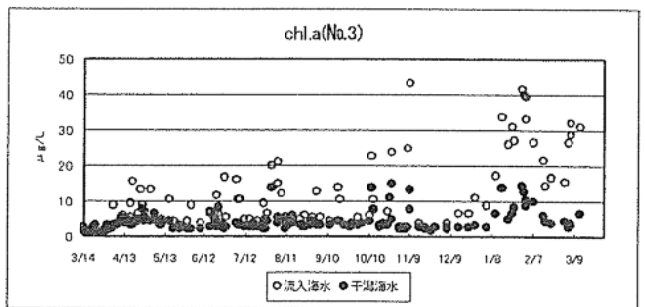
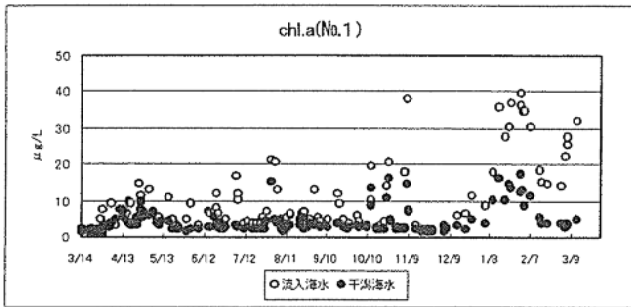
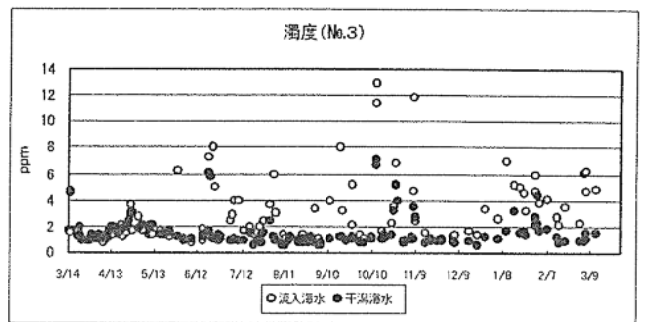
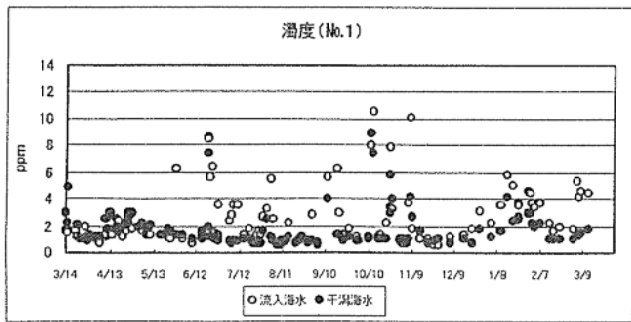


図1 濁度, クロロフィルaの変動

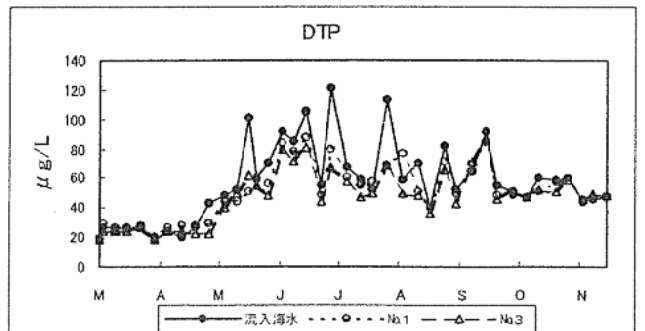
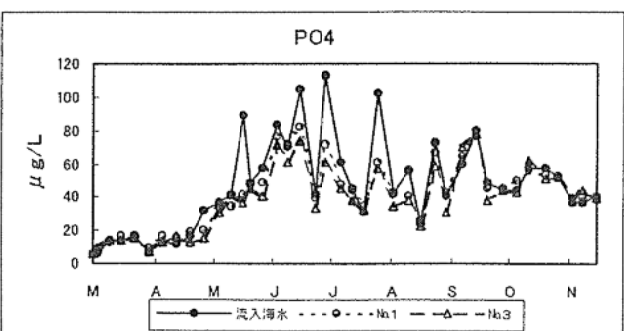
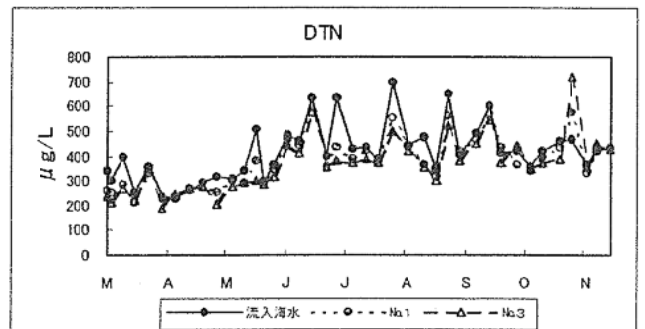
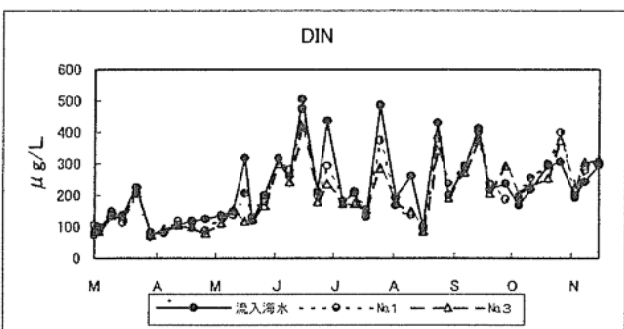
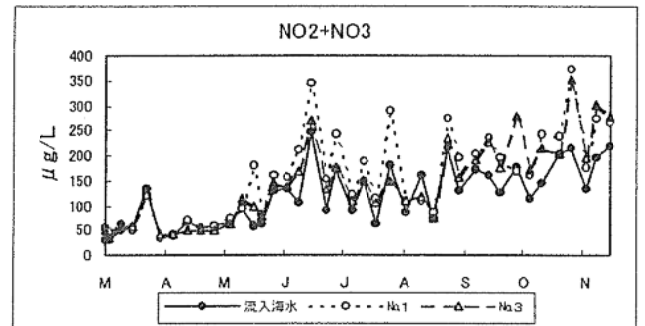
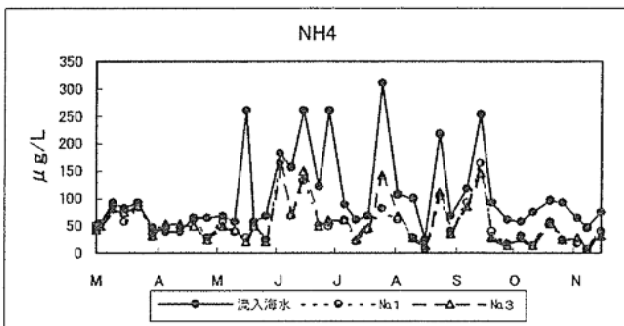


図2 栄養塩類の変動

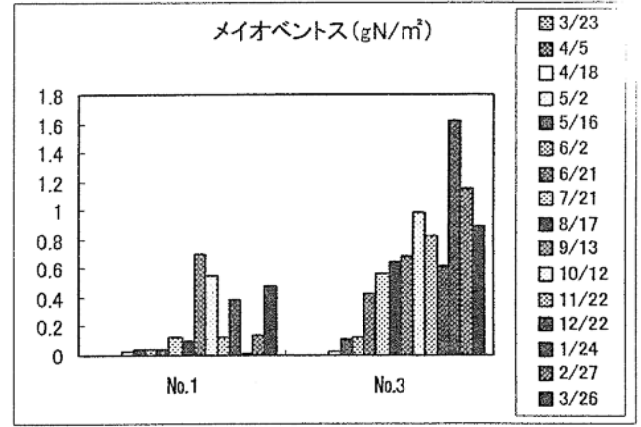
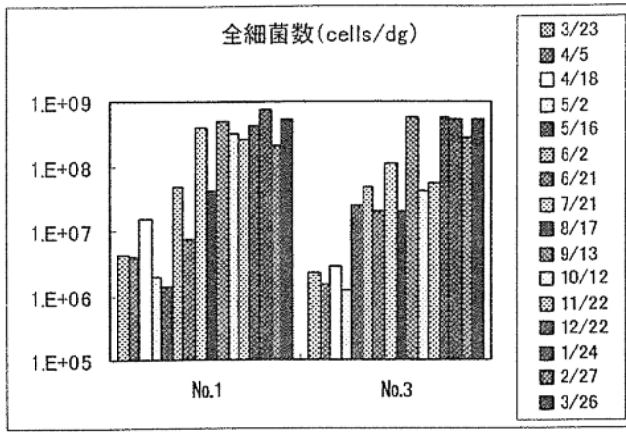


図3 全菌数及びメイオベントスの現存量

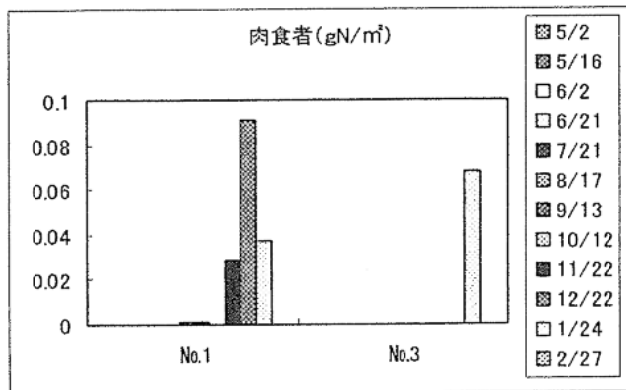
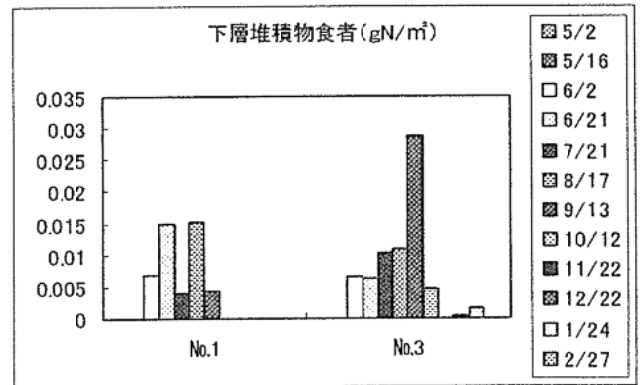
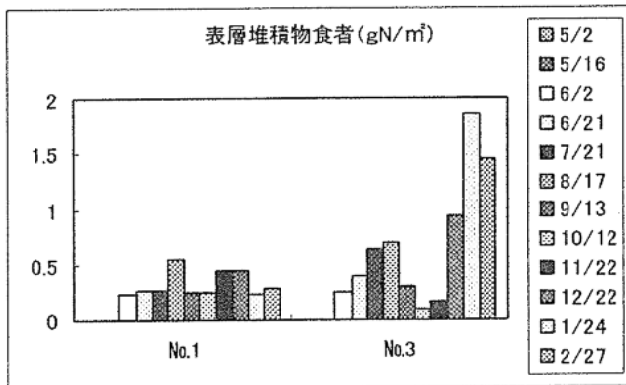
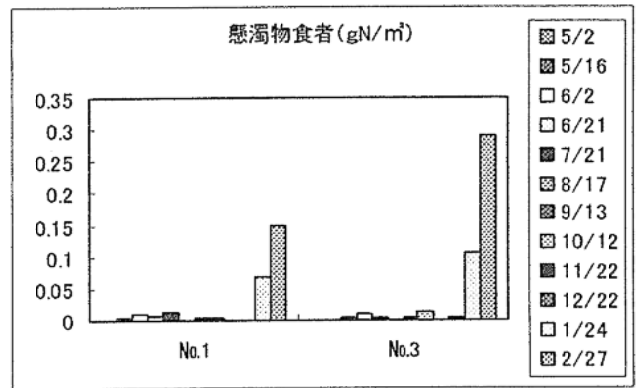
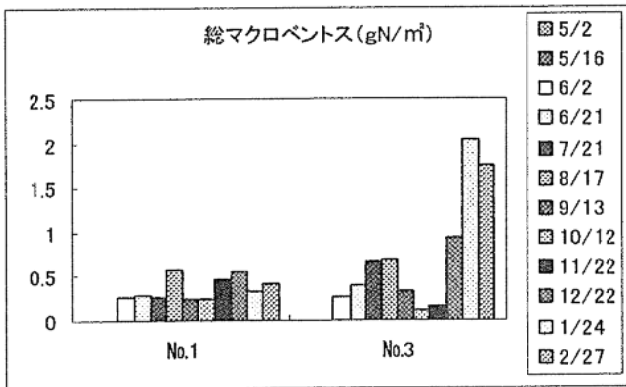


図4 食性別マクロベントスの現存量

人工藻場の造成技術の開発

鈴木輝明・青山裕晃・本田是人

キーワード；藻場造成，回流水槽，塩分

目 的

大規模開発事業による漁場の喪失や漁場価値の低下に対し、本県海域全体の生産力を維持向上させるためには、富栄養化により悪化した環境を回復させることが必要である。本試験は、伊勢湾東部の沿岸域に岩礁性藻場を造成するための基礎的知見を得ることを目的とし、対象海域で生育が可能と考えられる種について、低塩分水塊が出現する夏季における藻場形成状況、および人工藻場構成種としての適否を、低塩分耐性実験から検討した。

材料及び方法

小型水槽（60リットル）を用い、塩分（PSU）5、10、15、20、25および約28（夏季平均塩分）の中でアカモク、シダモク、タマハハキモク、アラメ、カジメの5種の幼体（約10体）を網地に着生させた状態で、48時間暴露し、その後、塩分約28（夏季平均塩分）の海水中で育成管理した。暴露後は小型シャーレに幼体を移し替え、シャーレ内で育成管理した。暴露後7日目までの海藻の歩留まり、および藻体の変化を観察した。水温は夏季を想定し20℃前後とした。光環境は、海藻培養用の蛍光灯を用い、12時間明条件（4,000Lux）、12時間暗条件とし、塩分の違い以外は全て実験条件を同一とした。使用海水は、水産試験場で得られる自然海水を所定の塩分に調整した後、PESI培地を加え、実験に用いた。

結果及び考察

(1) アカモク

48時間の暴露中および直後には変化が認められなかったが、塩分28の海水に戻した後の7日目に15PSU以下の低塩分区分で約40%の個体の葉部の一部に変色、脱色が認められた。

(2) シダモク

48時間の暴露中および直後には変化が認められなかったが、塩分28の海水に戻した後の7日目に5PSUの塩分区分で約30%の個体の葉部の一部に変色、脱色が認められた。

(3) タマハハキモク

48時間の暴露中および直後、塩分28の海水に戻した後

も葉体に変色、脱色は認められなかった。

(4) アラメ

48時間暴露した結果、25PSU以下で影響が現れた。塩分28の海水に移し替えた後も回復せず徐々に変色、脱色、脱落と葉体の変化が大きくなり、低塩分区分の方がより変化が大きかった。暴露後4日目では、15PSU以下で全体が脱落した。

(5) カジメ

48時間暴露した結果、25PSU以下で影響が現れた。塩分28の海水に移し替えた後も回復せず徐々に変色、脱色、脱落と葉体の変化が大きくなり、低塩分区分の方がより変化が大きかった。暴露後4日目では、20PSU以下で全体が脱落した。アラメと異なり葉状部に水膨れが現れる現象がみられた。

今回の実験結果では、48時間低塩分区分に暴露してもホンダワラ類が死滅するという結果はほとんど現れなかった。藻体の一部に脱色、白化が顕著に現れたのは塩分15～20PSU以下である。これは葉体の一部に変色がみられたもので、その後塩分28の海水に戻すと次第に新芽の生長がみられ、死滅個体は塩分5～10PSUの実験区以外はなかった。また、タマハハキモクでは、塩分5PSUに暴露してもその後明瞭な形態変化がみられ、生長が認められた。

アラメ、カジメについては、一部に塩分20以上という文献もみられるが、塩分25～30以上が必要であるという報告が多い。本実験結果では、低塩分区分に暴露直後にはそれほど影響はみられなかったが、その後、7月の平均塩分28の海水に移した後に次第に影響が現れ、48時間暴露では塩分25PSUまで影響が現れていた。

造成基質の開発

鈴木輝明・青山裕晃・本田是人

キーワード；アサリ，浅場，メソコスム

目 的

干潟を含む浅場は、アサリ稚貝の着底場として機能しているが、アサリは漁業生産に寄与するばかりでなく、海域の浄化にも機能している。そのため、環境影響緩和策として浅場を造成する場合には、アサリ稚貝が着底し、正常に生育する場としなければならない。しかし、人工的な干潟・浅場に関しては、その効果と持続性に関して疑問視する見解もあり、造成に当たってはその効果と持続性を明確にする必要がある。

アサリ浮遊幼生の着底について、止水条件では底質の粒径等によって、生残率に差があることが知られているが、流れの存在下での試験は実施されていない。そこで、本実験は室内において流れの存在下で浮遊幼生着底後の生残率と底質の粒径との関連を調べる目的で行った。

材料及び方法

(1) 親貝養成

採卵に用いた親貝は、三河湾吉良産のアサリ50個体(殻長25~30mm程度)である。4月中旬から1.5トン水槽で蒲郡地先の海水を流水式にして飼育した。また、親貝の成熟を促進するために、1日1回培養したパブロバ(Pavlova lutheri)を給餌した。

(2) 採卵および幼生の飼育

採卵は、2000年5月15日にろ過海水を入れた水槽(100×60×20cm)に成熟した親貝を重ねないように入れ、温度刺激(10℃および25℃)による産卵誘発を繰り返して行った。産卵後直ちにネットで採取し、洗卵後、別の水槽に移し一晩放置した。翌朝、ふ化して水面に浮上した浮遊幼生をサイフォンで取り出し、5トン水槽へ収容(収容密度:20個体/ml)した。幼生の飼育は、精密ろ過海水の流水式とし、親貝と同じパブロバを1日1回給餌した。

(3) 着底条件実験

5月26日、飼育していた浮遊幼生が、着底を開始し始めるとされる殻長0.15mm程度に成長したので、密度が0.5個体/m³となるように平面水槽へ移して着底実験を行った。平面水槽(5×8m)には5つの異なる粒径の砂を敷き詰め(1区画:幅1m×長さ5m×厚さ40cm)、流

速発生装置で流れを発生させた。使用した砂は、中央粒径が0.19mm, 0.30mm, 0.65mm, 0.95mm, 1.2mmの5段階とした。

設定流速は砂が激しく移動しない程度に設定し、水深は砂の表面から0.4mとした。また、平面水槽内の流速分布については、実験終了後の7月19日に35点で表層(水面下0.1m)、底質(砂面上0.3m)でドブプレー流速計(NORTEK社ADV)を0.04秒間隔で1分間、測定した。平面水槽では、パブロバを1日1回給餌しながら飼育を続けた。

6月1日、浮遊幼生の大部分が着底したと判断されたので、海水を排水して稚貝を採取し、着底量を計数した。着底稚貝は、135点(5区画×9ライン×3点)において直径55mmのアクリルコアを砂面に差し込み砂とともに採取した。

結果及び考察

(1) 流速分布

1分間の平均流速分布(図1)をみると、吐出口から2m程離れた地点ではほぼ様な流速が得られたが、吐出口近傍では流速変動や上下間の差が大きく、平均流速で下層と上層で逆の流れとなった地点もみられた。

(2) 着底稚貝分布

採取面積(0.002m²)当たりの稚貝数を図2に示した。計数された稚貝は全体で0~71個体(平均10.6個体)の範囲にあった。平面水槽の砂粒径の区画を吐出口側からみて左からA~Eとすると、中央部のC、Dの区画で多くみられ、特に水槽中央部の吐出口付近に多く出現した。

中央粒径と稚貝の着底稚貝数の関係(表1)をみると、中央粒径0.19mm(E)、0.30mm(A)の稚貝数が少なく、0.65mm(D)、1.2mm(C)が多く中央粒径の大きな底質に着底稚貝数が多い傾向がみられた。また、流速の乱れとの関連も無視できないので比較的流速が安定していた採取点2mから6mを取り出して着底稚貝数をみてみたが、その傾向は変わらなかった。いずれにしても本試験により、中央粒径の小さな底質においてもアサリの稚貝が着底することが判明した。

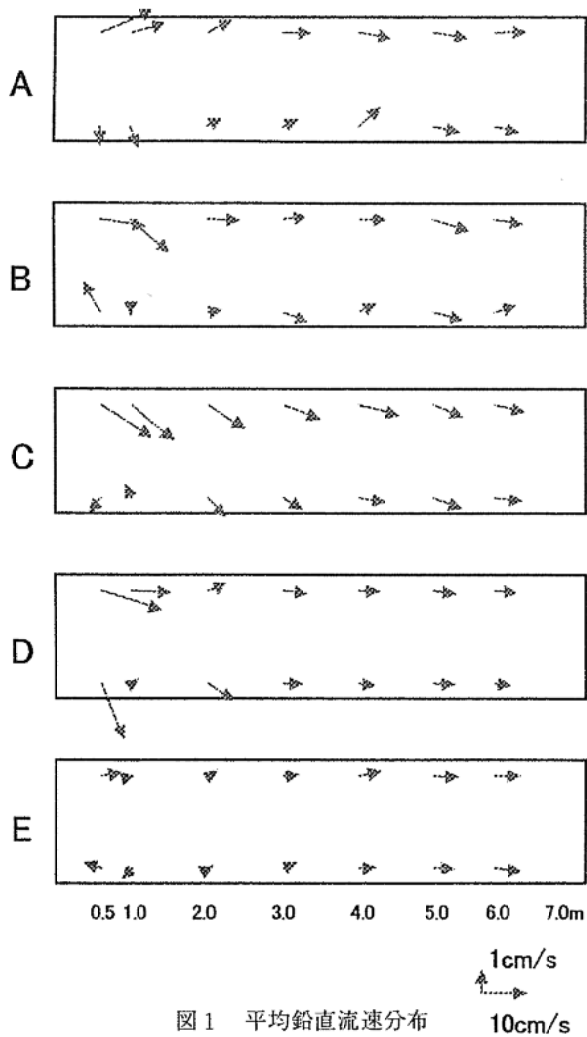


図1 平均鉛直流速分布

表1 中央粒径と着底稚貝数

区画	A	B	C	D	E
中央粒径(mm)	0.30	0.65	1.20	0.95	0.19
区画平均(個体/0.002m ²)	0.7	7.4	19.4	20.8	4.8
2-6m 平均(個体/0.002m ²)	0.7	8.2	21.1	19.2	4.7

一方、流速分布との関連は平面水槽の流れが予想以上に不均一であったため、うまく見いだすことはできなかったが、上下層間の流速差に起因する渦度の分布と着底稚貝の分布に関連が示唆された。今後は、流れがより均一に発生させることのできる回流水槽等で追試験することが望まれる。

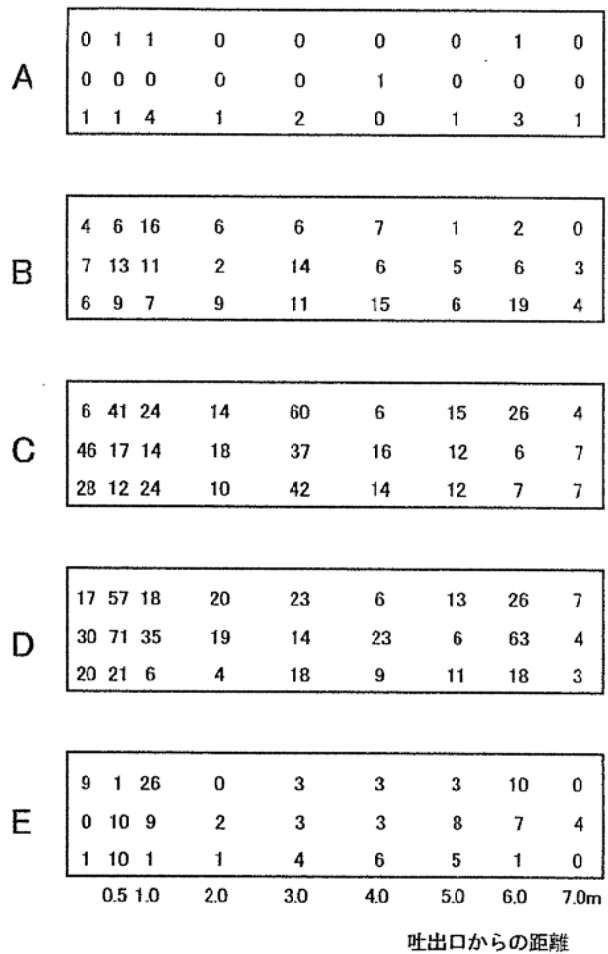


図2 アサリ着底稚貝分布 (個体/0.002m²)

(2) 漁場環境制御技術開発試験

青山裕晃・本田是人・鈴木輝明

キーワード；貧酸素水塊，干潟・浅場造成

目 的

大規模開発等に伴う漁場の喪失や漁場面積の減少に対し，本県海域の生産力を維持・向上させるには，悪化した内湾漁場の環境を緊急に回復させることが必要である。本事業は漁業生産の妨げとなる貧酸素水塊を解消するための漁場環境改善手法を開発することを目的とする。

本年度は，御津町地先において1998年8月に中山水道掘削砂を使用して造成された人工干潟前面の溶存酸素飽和度の鉛直分布を測定し，人工干潟の造成による地形変化が周辺の溶存酸素環境に与える影響を検討した。

材料及び方法

観測は2000年の夏季に計3回実施した。第1回は2000年6月23日（午前9時～10時），第2回は7月24日（午前11時～12時），第3回は8月22日（午前10時～11時）にそれぞれ実施した。観測は満潮時に図1の2測点において0.5mごとに水温，塩分，溶存酸素飽和度を測定した。水温・塩分はアレック社製ACT20D，溶存酸素飽和度は飯島電子工業製F102を使用した。

結果及び考察

第1回及び第3回の観測ではSt.1，St.2に顕著な鉛直分布の相違は認められなかったが，第2回の7月24日の水温，塩分，溶存酸素飽和度の鉛直分布は測点間に相違が見られた。図2に7月24日のSt.1，St.2の水温，塩分，溶存酸素飽和度の鉛直分布を示す。人工干潟前面

のSt.1では水深4mから5m付近に密度成層が観測され，溶存酸素飽和度も5mまでは70%以上を維持していた。しかし，St.2では水深3mから5mにかけて密度成層が見られ，水深3.5m付近から酸素飽和度が減少していた。この相違の理由は今回の調査からは不明であるが，干潟造成により，周辺海水の鉛直混合が促進されたことによる可能性があり，干潟・浅場の造成により周辺海域の酸素環境が改善される副次的効果も期待できる。しかし，酸素環境改善範囲は干潟周辺に限定されていると思われる，また，常時的には効果が観測されないため，今後，より詳細な溶存酸素飽和度の連続観測が必要である。



図1 調査海域と調査点

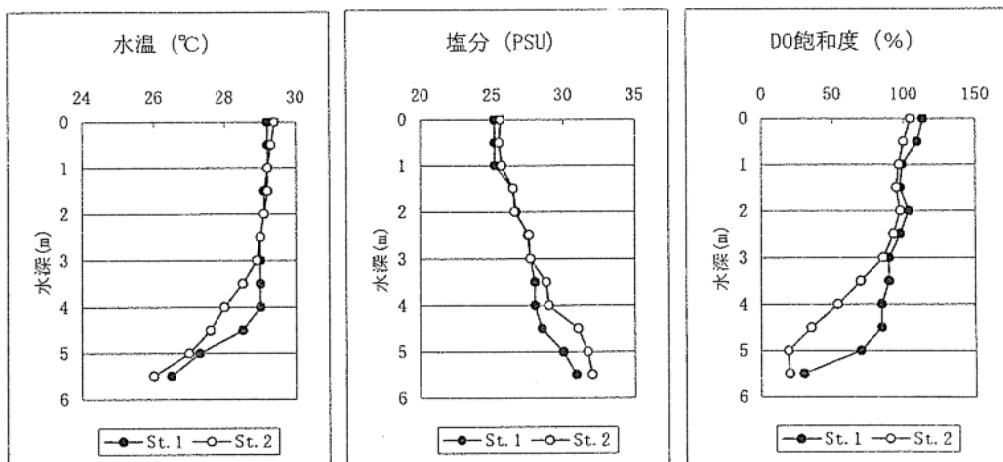


図2 第2回調査時における水温・塩分・溶存酸素飽和度の鉛直分布

(3) 河口域資源向上技術開発試験

青山裕晃・本田是人・鈴木輝明

キーワード；アサリ，干潟，着定

目的

本県の重要な水産生物であるアサリ資源を維持するためには，稚貝の安定的確保が必須である。豊川河口域は矢作川河口域と並び本県における有数のアサリ稚貝発生海域であるが，その発生量は年により大きく変動し，特に近年極めて不安定な状況となっている。本事業は豊川河口域の稚貝発生機構を解明し，その調査結果を踏まえ稚貝発生の安定化のための技術開発を行い，豊川河口域を本県におけるアサリ稚貝供給基地として開発することを目的とする。

材料及び方法

(1) アサリ稚貝着底量調査

2000年6月12日に図1のSt.T0～T5の海底に2基ずつ設置した着底稚貝トラップを14日に回収し，アサリ稚貝の加入状況を調査した。トラップは直径55mm，長さ20cmの亚克力パイプを2つ連結したもので1つはコントロールとして設置時にシリコン栓をし，残りは撤去時に栓をして回収した。回収時には砂ごと採取し上層1cmを中性ホルマリンにより固定した後，計数した。

また，同じ6月12日～14日にSt.T4において，ドップラー流速プロファイラー（NORTEC社 ADP 3MHz）により70層（0.1m間隔）流向流速を測定した。

(2) アサリ資源量調査

2000年6月20日，9月14日に腰マンガ（幅40cm，1～2m曳き）7～9地点及び水流ポンプ式貝桁網（幅110cm

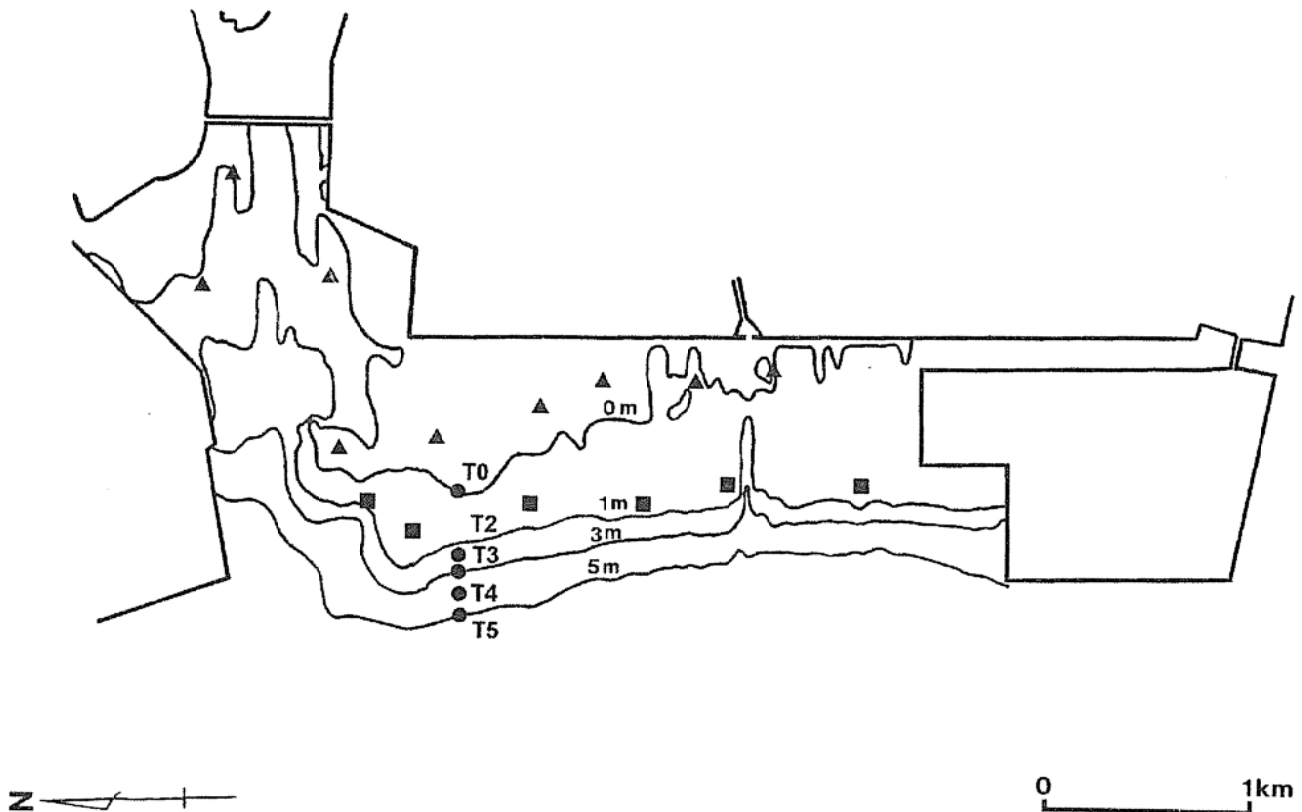


図1 調査位置

●アサリ着底稚貝調査点，▲腰マンガ調査点，
■水流ポンプ式貝桁網調査点

表1 現場トラップによるマクロベントス幼生等測定結果

単位:個体数/47.5cm²

測点					T0		T2		T3		T4		T5	
水深(m)					0.0		1.6		3.0		3.9		5.0	
底質					砂		砂		砂		シルト		シルト	
番号	動物門	綱	学名	和名	トラップ	コントロール	トラップ	コントロール	トラップ	コントロール	トラップ	コントロール	トラップ	コントロール
1	紐形		NEMERTINEA	紐形動物門			8				32			
2	軟体	二枚貝	<i>Musculista senhousia</i>	ホトギスガイ			2							
3	環形	多毛	<i>Eumida</i> sp.	(サシゴカイ科)			32							32
4			<i>Prionospio</i> sp.	(スズキ科)			16		8					
5			<i>Mediomastus</i> sp.	(イトコカイ科)					16					32
6			<i>Armandia lanceolata</i>	ツツオフエリ			856	176						
7			Polychaeta(others)	(その他多毛綱)			8	8	16					
合計					0	0	922	184	40	0	32	0	64	0

※) 0.125~0.25mmの分画内に出現したものについて示した。トラップ設置期間は6月12日~14日の46.5時間。底質は目視観察による。

約50m曳き4~5地点により資源量調査を行った。

結果及び考察

(1) アサリ稚貝着底量調査

着底初期の稚貝を明らかにするため、トラップで得られた試料のうち0.125~0.25mmの分画に出現した幼生について表1に示した。顕微鏡下の観察で明らかに着底直後と判断できるもので量的な変動がとらえられたものはT2のツツオフエリ1種のみであった。この種の1日当たり単位面積あたりの着底量は7.39×104個体/m²/dayと計算された。

観測期間中の流向流速を図2にベクトル図として示した。ベクトル図のy軸の()内は海面からの水深を示している。最下段のグラフは観測器が受ける圧力を表示したもので潮汐により変動する水深の変化を示している。

1号ブイのデータをみると6/12の0時~5時、6/14の0時~9時の間、北~北西の風(4~6m/s)が吹いたことにより、表層から1mでその間吹送流と思われる流れが観測されている。しかしながら、それ以外の期間では風が弱かったにもかかわらず、現場で感じた流れよりも大きな値となっていた。測器の特性(3MHz:測定範囲0~6m)から海面近くのデータの取り扱いには注意が必要であると考えられる。2m以深では、大きな流れは観測されず、主に潮汐流と考えられる南北流が観測された。1m以浅と2m以深では流向流速に差がみられることから、2層構造であったと推測されるが、同時に測定した水温塩分計による鉛直分布には顕著な2層構造はみられていなかった。

今回の観測ではアサリ着底稚貝がみられなかったが、後述の秋の資源量調査においてアサリ稚貝が大量にみら

れている。本年度はアサリの着底期が例年よりも遅かったため今回観測できなかったと思われる。しかし、今回流向流速の多層観測により、表層と下層では流れが異なることが解り、アサリ浮遊幼生の挙動解明の基礎資料にすることができた。

(2) アサリ資源量調査

6月の資源量調査は殻長約15mm以上の個体を対象に測定したが、腰マンガ調査で0~220個/m²(平均91個/m²)、0~617g/m²(平均316g/m²)がみられた。水流ポンプ式貝桁網も含め、面積加重して求められる豊川河口域全体の資源量は、約550トン(農林水産部水産課推定)となった。

9月の調査時点では腰マンガ調査で11~4,959個/m²(平均1,950個/m²)、54~5,550g/m²(平均2,218g/m²)がみられた。20mm程度のアサリ稚貝が大量に発生しており、6月の観測以降に着底したものと推定される。豊川河口域全体の資源量は、約3,700トン(農林水産部水産課推定)となった。

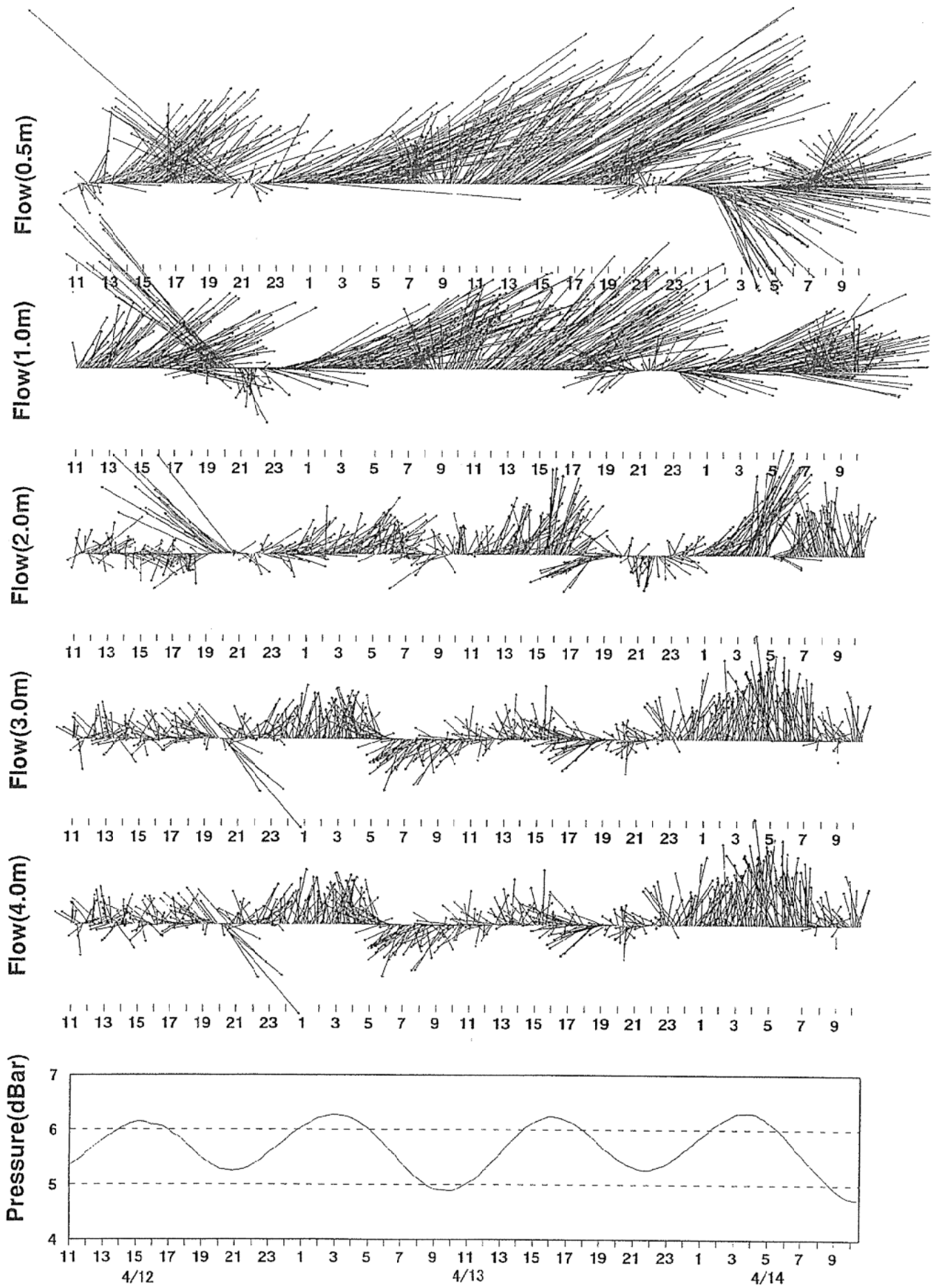


图2 流向流速

(4) 水産生物被害防止基礎試験

貝類大量へい死原因説明試験

鶴崎直文・大澤 博

キーワード；アサリ，貧酸素耐性，高水温，へい死，グリコーゲン

目的

夏期の伊勢・三河湾に出現する貧酸素水塊により、アサリ漁業は大きな被害を受けることがある。貧酸素水塊のような不適な環境の影響を受けて、アサリの活力がどのように変動しているかを把握できれば、アサリ漁場における現況の評価やへい死の予測に有効であると考えられる。

本事業では、アサリの代謝エネルギー源であるグリコーゲンに着目し、グリコーゲンがアサリの活力を表す指標として有効であるかの検討を進めてきた。今年度は、室内実験により無酸素状況下におけるグリコーゲン含量の変動と生残率の変化を調べた。

材料及び方法

試料のアサリは、平成12年12月に竹島地先で採取した。無酸素水は海水に窒素ガスを通気することにより作成した。水温15℃で酸素濃度0%及び100%、水温25℃で同じく酸素濃度0%及び100%の2つの試験区を設け、無給餌で実験を行った。グリコーゲンの定量はアンスロン-硫酸法によった。

結果

水温15℃の無酸素区では5日目までアサリにへい死はみられず10日後でもその生存率は約50%であるのに対して、25℃の無酸素区では3日目からへい死個体がみられ4日で全てへい死した（図1）。このときのグリコーゲン含量の変動は、25℃においては3日間で平均値は初期値の4分の1以下に、15℃でも10日間で10分の1以下に減少していた（図2）。また、水温25℃では対照区でも10日目までにほとんどがへい死した。

考察

無酸素下では、アサリはグリコーゲン含量を減少させ、その速度は水温が高いほど速いことが確認された。また、水温25℃では酸素濃度が100%であっても、15℃の無酸素条件下よりも生残率が低く、グリコーゲンの減少速度

も同程度であることから、実海域におけるアサリの衰弱は水温の影響も大きいと予想される。

貧酸素水塊発生時には、低酸素と高水温がアサリに悪影響を与えると考えられる。今回の結果より、アサリのグリコーゲン消費量は、酸素の豊富な状況下の個体よりも貧酸素状況下におかれた個体の方が多いと予測された。また、高温の条件下では代謝活性が活発となり、低温の条件下よりもグリコーゲンの消費量は増大すると予想される。よって、グリコーゲン含量は、アサリの貧酸素水塊による影響を表す指標になり得ることが示唆された。

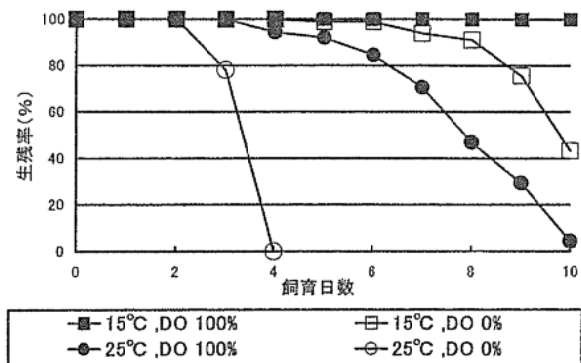


図1 無酸素水中におけるアサリ生残率の変化

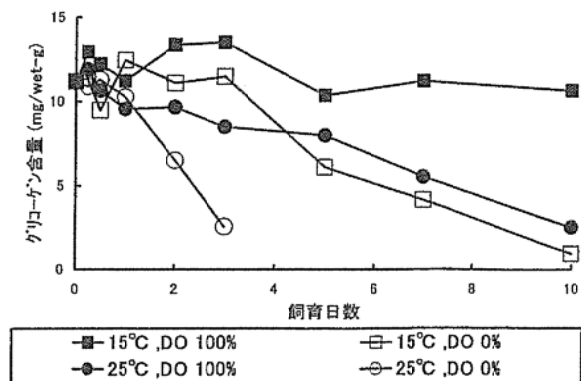


図2 無酸素水中におけるアサリのグリコーゲン含量の変化

底泥栄養塩溶出抑制試験

木村仁美・大澤 博・鞆壽直文・渡辺利長
岩瀬重元・石川雅章・島田昌樹

キーワード：ヘドロ、セメント系固化材

目 的

三河湾の海底にはヘドロ（有機汚泥）が大量に堆積しており、現場が実施した調査（昭和62・63年度三河湾採泥調査）によれば、その量は約6,550万m³（COD20mg/g以上）と推定されている。ヘドロの堆積は、底棲魚介類の減少や死滅につながるばかりでなく、夏季に底層で有機物が分解されてヘドロから栄養塩が溶出し、貧酸素水塊が発達する。栄養塩の溶出は、赤潮や苦潮の発生原因となるプランクトン増殖の供給源となり、ひいては漁獲の減少と漁家経営の圧迫の一要因となっていることから、漁業者等からはヘドロ処理の要請が強まっている。

今回はまず、セメント系固化材を使用してヘドロ固化の条件等を知ることにより、栄養塩溶出抑制等の可能性をみた。

材料および方法

ヘドロ：蒲郡市形原町地先の海底泥を港研式採泥器により採取した。

固化材：セメント系固化材

試験区の：ヘドロ（m³）に対する固化材の量（kg）を、設定 80kg/m³、120kg/m³、200kg/m³の3区とし、それぞれエアレーション有区と無区に分けた。

溶出試験：ヘドロと固化材とを混練して60リットルアクリル水槽にそれぞれ約8cm層高まで入れ、十分に乾燥固化後、現場沖から導水貯水した生海水を注入し、水温、塩分、溶存酸素量pH、COD、T-N、T-Pについて、換水無しで6週間その経日変化をみた。

表1 固化泥溶出試験結果

	固化泥区	海水成分	注入生海水	注水2hrs後	1日後	2日後	3日後	7日後	14日後	28日後	42日後		
止水 エアレーション有 Airation	80kg/m ³ 区 (A-80)	WT (°C)	24.87	24.78	24.47	22.98	22.83	23.67	22.98	21.05	19.59		
		S (PSU)	30.92	30.89	30.92	31.08	31.16	31.17	31.41	31.62	31.96		
		DO (mg/l)	4.00	5.80	5.60	6.10	6.00	5.90	5.80	6.60	6.50		
		pH	7.91	8.16	8.33	8.25	8.07	7.96	7.51	7.64	7.36		
		COD(mg/l)	2.55	3.95	6.46	7.27		7.68	11.24	6.70	8.98		
		T-N (mg/l)	0.92	1.40	3.13	4.12	4.79	6.30	6.33	5.05	4.86		
		T-P (mg/l)	0.120	0.117	0.083	0.071	0.065	0.053	0.130	0.039	0.036		
		120kg/m ³ 区 (A-120)	WT (°C)	24.87	24.78	24.36	22.85	22.76	23.69	23.07	21.10	19.71	
			S (PSU)	30.92	30.85	30.88	30.94	31.06	30.97	31.13	31.45	31.77	
	DO (mg/l)		4.00	5.80	5.40	6.10	5.90	6.00	5.90	6.30	6.60		
	pH		7.91	8.19	8.40	8.25	8.08	7.95	7.64	7.62	7.42		
	COD(mg/l)		2.55	3.81	7.62	8.52		9.09	11.50	7.05	9.10		
	T-N (mg/l)		0.92	1.44	3.76	5.04	5.90	7.33	6.95	5.67	5.56		
	T-P (mg/l)		0.120	0.111	0.079	0.069	0.057	0.043	0.113	0.026	0.062		
	200kg/m ³ 区 (A-200)		WT (°C)	24.87	24.80	24.25	22.69	22.65	23.64	23.03	20.99	19.60	
			S (PSU)	30.92	30.78	30.81	30.83	30.95	30.70	30.77	31.15	31.55	
		DO (mg/l)	4.00	6.30	5.70	6.20	6.10	6.00	6.00	6.40	6.50		
		pH	7.91	8.40	8.69	8.43	8.23	8.04	7.72	7.72	7.53		
		COD(mg/l)	2.55	3.87	5.16	6.33		8.24	11.73	10.96	13.56		
		T-N (mg/l)	0.92	1.32	3.26	4.35	5.24	7.03	9.22	11.11	12.59		
		T-P (mg/l)	0.120	0.114	0.069	0.056	0.046	0.026	0.071	0.014	0.012		
		止水 エアレーション無 Non-airation	80kg/m ³ 区 (N-80)	WT (°C)	24.87	24.87	24.90	24.36	23.98	23.85	23.21	21.21	20.01
				S (PSU)	30.92	30.66	30.74	30.89	30.65	30.87	30.78	30.82	30.81
	DO (mg/l)			4.00	4.70	0.50	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.30	
pH	7.91			8.06	8.19	8.31	8.39	8.52	8.40	8.08	7.88		
COD(mg/l)	2.55			3.05	5.08	6.27		9.41	10.58	8.61	8.90		
T-N (mg/l)	0.92			0.86	1.93	2.42	2.81	3.91	4.84	6.46	6.81		
T-P (mg/l)	0.120			0.110	0.094	0.095	0.088	0.083	0.118	0.053	0.046		
120kg/m ³ 区 (N-120)	WT (°C)			24.87	24.91	24.78	24.28	23.91	23.87	23.23	21.25	20.06	
	S (PSU)			30.92	30.86	30.17	30.80	30.80	30.71	30.63	30.49	30.41	
	DO (mg/l)		4.00	4.70	0.00	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20		
	pH		7.91	8.07	8.35	8.55	8.63	8.70	8.53	8.45	8.47		
	COD(mg/l)		2.55	3.53	7.62	8.70		11.69	12.25	9.36	9.70		
	T-N (mg/l)		0.92	1.22	3.15	4.37	5.19	6.99	8.77	11.12	12.38		
	T-P (mg/l)		0.120	0.109	0.088	0.092	0.091	0.102	0.130	0.045	0.035		
	200kg/m ³ 区 (N-200)		WT (°C)	24.87	24.91	24.84	24.31	23.92	23.88	23.30	21.27	20.03	
			S (PSU)	30.92	30.77	30.37	30.70	30.62	30.46	30.22	29.95	29.70	
DO (mg/l)			4.00	4.80	0.80	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.40		
pH			7.91	8.15	8.85	9.24	9.46	9.97	9.98	9.97	10.11		
COD(mg/l)			2.55	2.89	4.65	5.73		8.95	10.63	8.53	11.72		
T-N (mg/l)			0.92	0.96	2.49	3.22	3.79	5.25	6.70	8.33	9.77		
T-P (mg/l)			0.120	0.107	0.078	0.077	0.067	0.116	0.034	0.019	0.017		

実験期間：平成12年9月26日～11月7日

アサリ潜：溶出試験終了後、エアレーション有と無の両区の泥試験 80kg/m³、120kg/m³区を使用し、排水後固化泥が乾燥してから細かく砕き、各々にアサリ20個（平均殻重9.13g）を表面に置いて生海水注入後、換水無しでエアレーションをして、3週間潜泥状況を観察した。

結果及び考察

(1) 溶出試験

溶出試験結果は表1のとおりであった。このうち、pHについては、図1に示すようにエアレーション有区の全区とエアレーション無区の80kg/m³、120kg/m³区で試験開始7日後まで8.3～8.7まで上昇したが以後漸減し終了時には7.4～8.5になったのに対し、エアレーション無区の200kg/m³区では終始上昇して10.1ほどになった。下降したのは空気中のCO₂ガスによるものと考えられるが、固化材が多くて空気供給の無い場合は上昇一途になるものと推測された。CODについては、エアレーションの有無にかかわらず全区で期間中増加して8.9～13.6mg/lになった。T-Nについては、図2のようにエアレーション有区の80kg/m³、120kg/m³区で7日後の6.3～7.3mg/lをピークに終了時には4.9～5.6mg/lであったのに対し、他は期間中増加して6.8～12.6mg/lになった。固化材が少なく空気供給があればNの溶出は少ないものと思われた。T-Pについては、図3のとおり試験期間途中で一時増加したときがあったが、エアレーションの有無にかかわらず全区で開始当初より大きく減少した。

(2) アサリ潜泥試験

アサリ潜泥試験結果は表2のとおりであった。固化材の少ない80kg/m³区の方が潜泥数の多かったのは予想したとおりであったが、そのうち、溶出試験においてエアレーション無区で使用した方が潜泥数の多かった理由は不明である。

以上のことから、全般に固化材の量は少ない方が好ましく空気供給もある方が良いことがわかった。今回の試験は、セメント系固化材によるヘドロ固化の試験方向の模索といった域であったが、ヘドロだけの対象区を設けることができなかったことと、水温が一定でなかった。このことから、次回は、固化材の量を100kg/m³に固定してこれらを考慮した試験をする考えである。

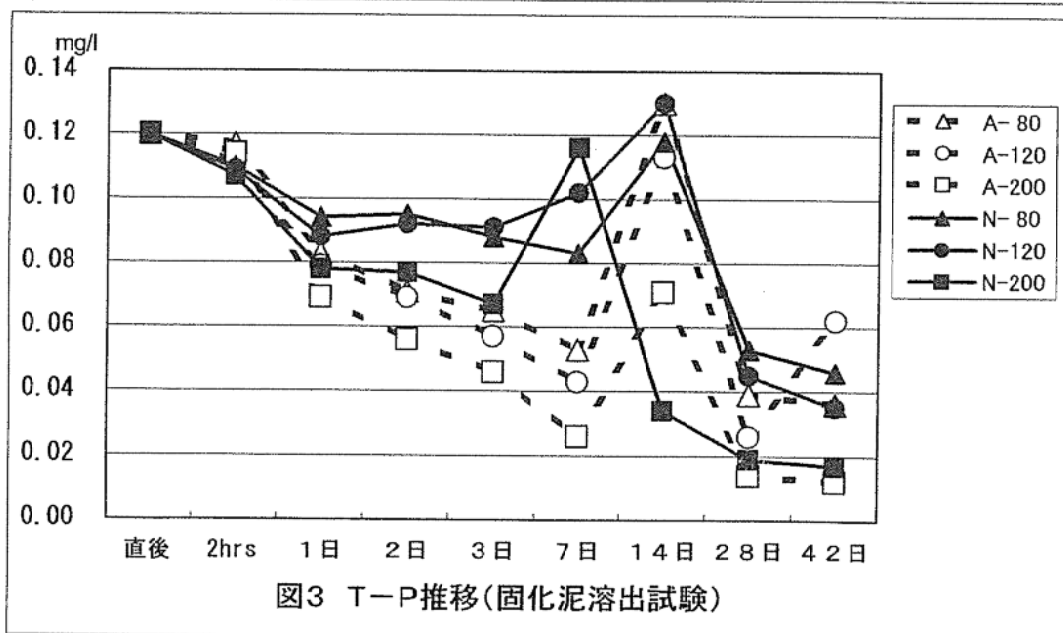
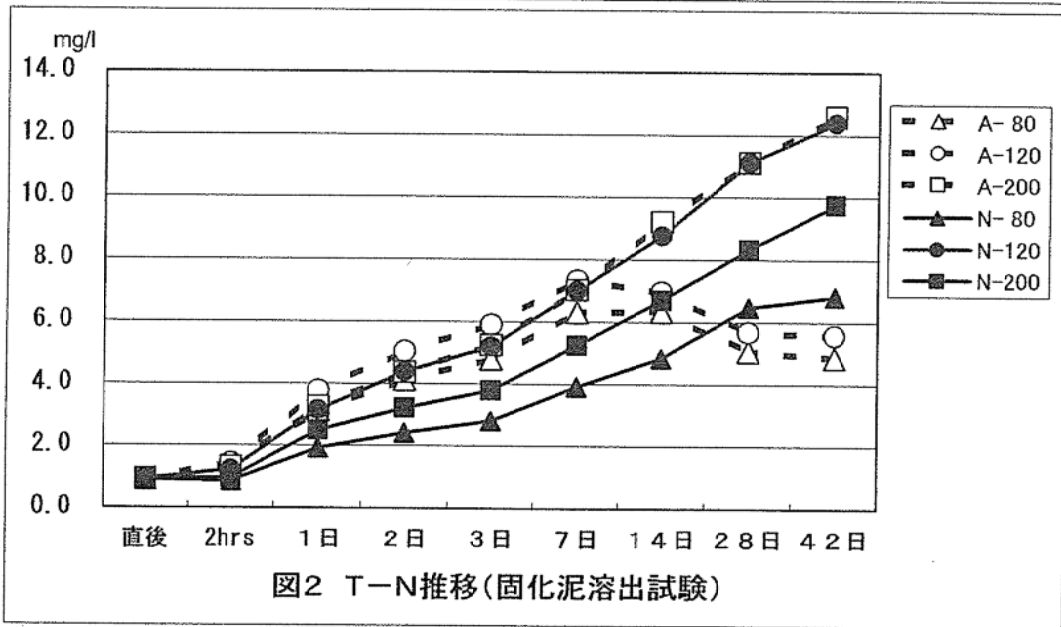
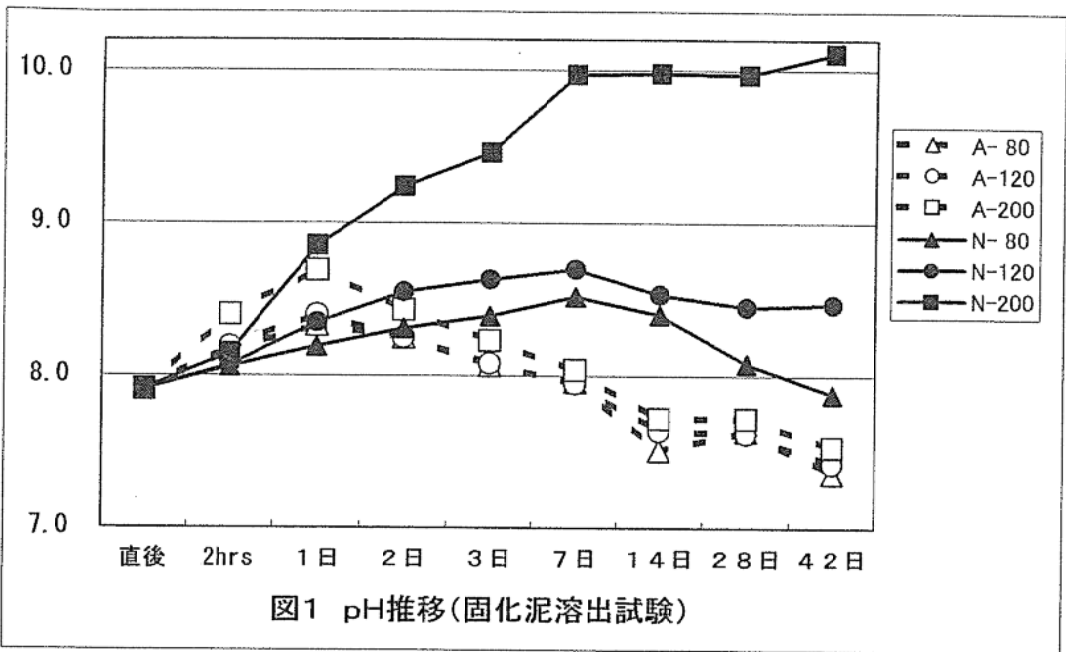
参考文献等

- 1) 昭和62・63年度三河湾採泥調査 愛知県水産試験場
- 2) セメント系固化材による地盤改良マニュアル（第二版）（社）セメント協会
- 3) 昭和60年度CTG固化底泥利用技術開発（魚礁）報告書 千代田デイムス・アンド・ムーア
- 4) 熊本県における養殖場堆積泥処理システム実証実験報告書（S62年8月）千代田化工建設㈱
- 5) CTG固化汚泥の有効利用（平成7年4月）中井研究室
- 6) 浚渫土の有効利用に関する調査研究 平成6年度成果報告（社）底質浄化協会

図2 アサリ潜泥試験結果

	固化泥区	海水成分	アサリ投入時	2日後	6日後	8日後	20日後	
止水 エアレーション有	80kg/m ³ 区 アサリ20個	WT (°C)	12.03	11.64	9.67	8.89	8.22	
		S (PSU)	32.40	32.54	32.86	32.83	33.81	
		DO (mg/l)	8.10	8.20	8.60	8.90	8.90	
		pH	7.72	7.35	7.44	7.35	7.29	
		アサリ潜泥数(累積)	0	3	3	3	3	
		アサリ死数 (累積)	0	0	0	1	1	
		120kg/m ³ 区 アサリ20個	WT (°C)	11.99	11.84	10.07	9.07	8.17
	S (PSU)	32.10	32.17	32.44	32.57	33.18		
	DO (mg/l)	8.20	8.30	8.40	8.80	8.90		
	pH	8.88	8.69	8.49	8.39	8.07		
	アサリ潜泥数(累積)	0	0	0	0	0		
	アサリ死数 (累積)	0	0	0	0	0		
	止水 エアレーション無 から エアレーション有	80kg/m ³ 区 アサリ20個	WT (°C)	12.24	11.90	10.05	9.30	8.23
			S (PSU)	31.00	31.36	31.71	31.91	32.67
DO (mg/l)			8.00	8.30	8.40	8.70	8.90	
pH			7.93	8.83	8.60	8.32	8.11	
アサリ潜泥数(累積)			0	11	11	11	11	
アサリ死数 (累積)			0	0	1	1	1	
120kg/m ³ 区 アサリ20個			WT (°C)	12.20	11.81	10.22	9.30	8.23
S (PSU)		31.05	31.27	31.06	31.64	32.31		
DO (mg/l)		8.00	8.30	8.30	8.70	9.00		
pH		8.22	9.51	9.29	9.06	8.74		
アサリ潜泥数(累積)		0	0	0	0	0		
アサリ死数 (累積)		0	0	0	0	1		

実験期間：平成12年12月20日～13年1月9日



底棲生物による赤潮抑制試験

尊田佳子・大澤博・木村仁美

キーワード；アサリ，ろ過速度

目 的

赤潮プランクトンの捕食者である二枚貝類を中心とした底棲生物の赤潮抑制能力を明らかにする。

材料及び方法

今年度は、昨年度の追試験として、アサリを用いてろ過能力測定実験を行った。実験は内径25cm×高さ25cmの塩ビ製水槽の底部に砂を敷き詰め水量5ℓで行った。水槽内の海水が均質になるように底面から3cmの位置に小型のエアストーンを設置した。実験区には5個体のアサリ（殻長35.7～42.0mm，殻重12.3～15.2g）を収容し、実験前日からあらかじめ潜砂させておいた。また、アサリを収容しない対照区を同様に設置した。

ろ過能力の測定については、培養したプランクトン（*Chaetoceros* spp.）を投与し、その減少量をろ過能力算出の指標とした。

分析用海水は、水槽の中間位置から採水チューブを用いて200mlを、実験開始時、30分後、1時間後の計3回それぞれ採水した。採水した海水は、WHATMAN GF/Cろ紙でろ過し、90%アセトンで抽出後、蛍光法によりクロロフィル量を求めた。

低水温期のアサリろ過能力を把握するために、設定水

温は、10℃及び15℃で行った。

結 果

対照区におけるクロロフィル量は実験開始から1.5時間後まではほぼ一定の値で推移した。一方、実験区では時間経過とともにクロロフィル量の減少が認められ、その経過は、昨年度とほぼ同様であった。

以上の結果からアサリのろ過速度をJorgensen(1966)¹⁾が示した次式により算出した。

$$\ln (P_t/P_o) = R t / V$$

P_t = 初期濃度

P_o = t時間後の濃度 (μg/ℓ)

R = ろ過速度 (ℓ/hr)

V = 水槽の水量 (ℓ)

この式から求めたアサリ1個体1時間当たりの海水ろ過速度は水温10℃の時には0.609ℓ/hr、15℃では0.839ℓ/hrとなり、昨年度実施した本試験とほぼ同様の結果が得られた。

参考文献

- 1) Jorgensen (1966) : The biology of suspension feeding. Pergamon Press, Oxford, 337pp.

有害物質動態調査

鶴崎直文・木村仁美

キーワード；有機スズ，体内濃縮，アサリ

目的

漁網・船底の防汚剤として用いられてきた有機スズ化合物は、依然として環境中に残留しており、水産生物への影響が懸念されている。そこで、残留量が大きい底泥に生息する二枚貝の有機スズ化合物の蓄積を明らかにするために、主要7漁場のアサリについて実態調査を行った。

材料及び方法

試料：小鈴谷，大井，日間賀，衣崎，吉良，竹島，福江の各漁場から，平成12年4月4日に採取されたアサリを用いた。

有機スズの分析：試料はヘキサン・酢酸エチル混液で抽出後，定法にしたがってペンチル化し，GC-FPDでトリブチルスズ（TBT）・トリフェニルスズ（TPT）濃度を定量した。アサリはむき身数個体分を1検体として分析を行った。

結果及び考察

分析結果を表に示した。各有機スズ濃度は塩化物換算し，貝肉湿重量あたりで示した。

TBTは測定した全ての検体から検出されたが，TPTが検出されたのは小鈴谷の1検体のみであった。アサリに蓄積していたTBT量は110～8 μ g/kgであり，TPTは6 μ g/kgであった。漁場間による違いをみると，小鈴谷での蓄積量が高く，他漁場の3～10倍の結果が得られた。しかし，今回の調査で検出されたアサリ貝肉中の有機スズ蓄積濃度は，全ての漁場で，一日摂取許容量（1.6 μ g/kg体重/日，昭和60年厚生省）から計算される魚介類許容濃度870 μ g/wet-kgを下回っており，食品衛生上特に問題はないと考えられる。

表 アサリの有機スズ化合物蓄積量調査結果

	TBT	TPT
小鈴谷	102.6	6.0
大井	17.2	nd
日間賀	33.1	nd
衣崎	36.1	nd
吉良	10.3	nd
竹島	13.4	nd
福江	9.7	nd

単位： μ g/kg-wet，nd：不検出

(5) 漁場環境管理施設運営

海況自動観測調査

木村仁美・大澤 博・渡辺利長
岩瀬重元・石川雅章・島田昌樹

キーワード；三河湾，海況変動，自動観測ブイ，猛暑，東海豪雨

目 的

三河湾の海況変動を把握し，関係機関に情報を提供することによって，赤潮対策及びノリ生産・アサリ生産の安定に資する。

方 法

三河湾内の3ヶ所（蒲郡市沖、吉良町沖、渥美町沖；図1）に設置したテレメーター方式自動観測ブイの保守点検を行うとともに，毎正時に得たデータを蓄積・整理した。

観測項目は，各ブイとも気温，風向・風速，表層及び底層の水温，塩分，溶存酸素飽和度（DO），流向・流速の13項目である。なお，センサーの位置は表層は水面下3.5m，底層は海底上2mである。

結 果

観測結果は，旬報および自動観測ブイ情報としてそれぞれ関係機関へ送付した。

ブイNo.	設置位置
1号（蒲郡）	34°44.4' N 137°13.4' E
2号（吉良）	34°44.5' N 137° 4.5' E
3号（渥美）	34°40.3' N 137° 6.0' E



図1 海況自動観測ブイ設置位置

旬報では，各ブイの気温，表層及び底層の水温，塩分，DOの7項目に限り，その日の平均値と旬期間における毎正時の最大値及び最小値等を関係機関（25機関）に送付した。また，自動観測ブイ情報では，夏期（6月から9月まで）に，底層のDO，表層及び底層の水温についてそれぞれの経日変化を示した情報を県水産関係機関へ通報した。

図2に，各ブイにおける表層水温和底層DOの日平均値について，平成12年度と過去9年間（平成3～11年度）平均の変動を示したが，平成12年度における特徴は以下のとおりであった。

・4～5月：4月の表層水温は，冬期の強い寒波が影響して低く経過したが，5月からは過去9年間平均値を上回った。底層DOは，両月とも北西系の風の日が多かったため貧酸素にならなかった。

・6～7月：7月の表層水温は，梅雨間の晴天強日射と雨なし猛暑が影響して，過去9年間平均値より2℃ほど高かった。底層DOは，6月中旬から低下したが台風や前線の影響で大きく下がらなかった。

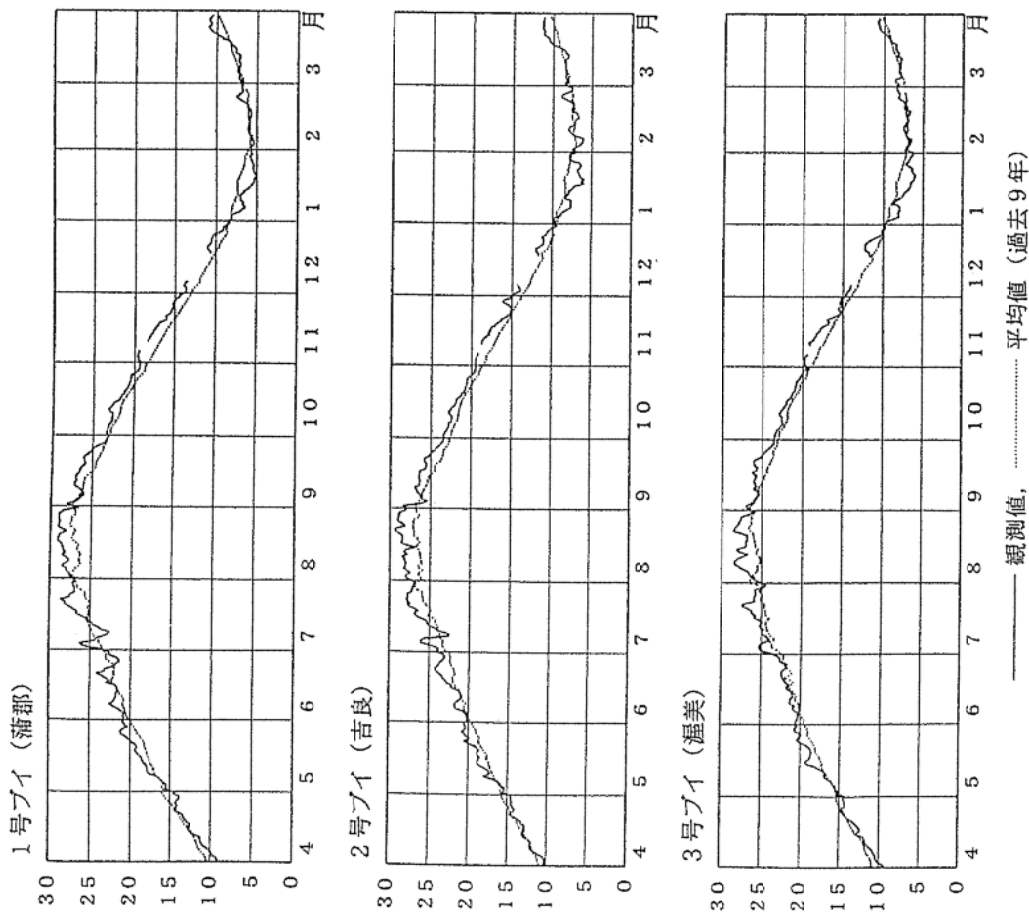
・8～9月：猛暑のため，表層水温は過去9年間平均値より最大2℃以上高く経過した。底層DOは，8月に1号ブイを中心に貧酸素水塊状態となったが，9月11日の東海豪雨以後解消に向かった。

・10～11月：暑い秋により，表層水温は両月とも過去9年間平均値より高く，特に11月は2℃ほど高い日が続いた。

・12～3月：12月下旬～1月に強い寒波が訪れ，表層水温は過去9年間平均値より最大2℃ほど低く経過し，同平均値並みに戻ったのは2月になってからであった。

なお，平成12年度の観測値については，前年度分と合わせ「1999～2000年度三河湾海況自動観測データ集」として別に報告した。

表層水温℃ (水深3.5m)



底層酸素% (海底上2m)

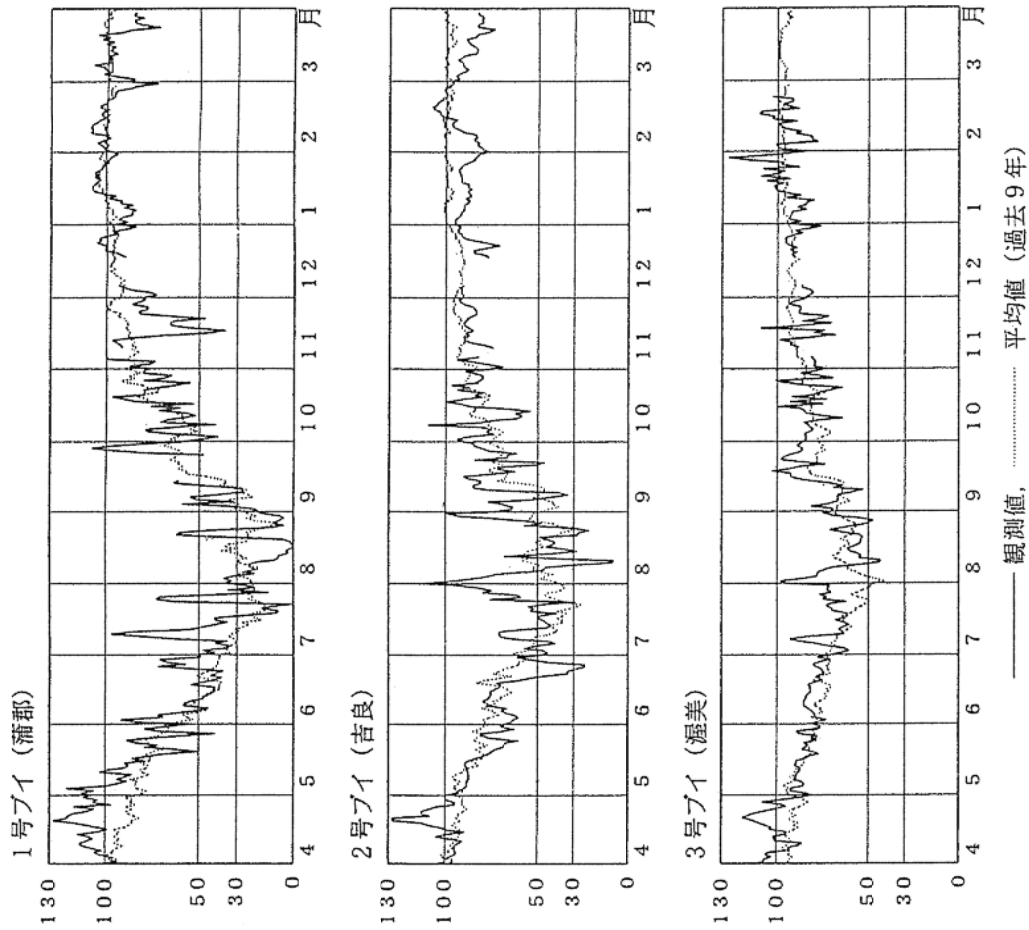


図2 自動観測ブイにおける表層水温と底層溶存酸素飽和度の経年変化