

# 紀伊水道の栄養塩環境が二枚貝生産に及ぼす影響解明

葦澤崇博・賀集健太（増養殖部）

## 目 的

近年、瀬戸内海のアサリやハマグリ生産量は減少しているが、和歌山県の干潟域でも同様である。浜口<sup>1)</sup>は、アサリ・ハマグリ生産性低下の原因のひとつとして、海域の栄養塩の低下や冬季水温の上昇など環境変化による影響を考察している。

本課題では、和歌山市和歌浦漁港内（以後、「和歌浦」と表記）（図 1）において、二枚貝漁場周辺海域における栄養塩などの水質等環境調査を実施するとともに、アサリ等二枚貝を用いた飼育試験を行い、海域の栄養塩動態や餌料環境、二枚貝の成長量等を把握し、海域の栄養塩環境が二枚貝の生産性に及ぼす影響を検討する。

なお、本調査は、令和 4 年度漁場環境改善推進事業のうち栄養塩、赤潮・貧酸素水塊に対する被害軽減技術等の開発「栄養塩の水産資源に及ぼす影響の調査」（水産庁委託）により実施した。



図 1 調査地点

## 方 法

### 1. 水質等環境調査

和歌浦において、2022 年 5～9 月の各月 1 回、多項目 CTD（RINKO-Profiler, JFE アドバンテック株式会社）による水温、塩分の測定を行った。（調査日：5/31, 6/28, 7/25, 8/29, 9/27）

栄養塩環境およびアサリ等二枚貝の餌料環境を把握するため採水し、自動分析機器（SWAAT, BLTEC 株式会社）による海水の栄養塩分析（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$ , DIN）および蛍光分光光度計（FP-6500, 日本分光株式会社）による海水中的クロロフィル *a* の分析に供した。

海水の採取は、和歌浦の筏に設置したアサリ飼育カゴ試験区（垂下水深：1m）（以下、「筏区」と表記）と筏から数m離れた試験区（以下、「岸壁区」と表記）の 2 定点で行った。採水方法は、筏区では、簡易採水ポンプ（ZenCT アウトドアポンプ）を用いて、筏に設置している飼育カゴの中から採水し、岸壁区においては、水深 1m で北原式採水器を用いて行った。採取した海水は水産試験場に持ち帰り、 $0.2\mu\text{m}$ ,  $2\mu\text{m}$ ,  $10\mu\text{m}$ ,  $20\mu\text{m}$  の濾紙で濾過し、その濾紙から NN-ジメチルホルムアミドを用いて、クロロフィル *a* を抽出後  $0.2\sim 2\mu\text{m}$ ,  $2\sim 10\mu\text{m}$ ,  $10\sim 20\mu\text{m}$ ,  $20\mu\text{m}$  以上の分画別のクロロフィル *a* 量を測定した。微細藻類は、上記の方法で採取した海水試料 1L を MF ミリポアフィルター（孔径  $5.0\mu\text{m}$ ）を用いて自然濾過により約 100 倍に濃縮し、グルタルアルデヒド（終濃度 1%）で固定後、微細藻類の種ごとの組成、細胞密度を測定した。

### 2. 二枚貝飼育試験

筏区において、和歌浦干潟で採取したアサリ（平均重量：8.6g）40 個と軽石（300g）を入れた袋網（目合 5mm）を提灯カゴ（ $350\times 350\times 100\text{mm}$ , 目合 20mm）に収容した試験カゴを 4 基設置し<sup>2)</sup>、5～9 月まで月 1 回アサリの成長等を調べた。

アサリは、各月に無作為に抽出した 20 個体（5 個体×4 カゴ）について、デジタルノギスで殻長、殻高、殻幅、重量を測定し、測定後に提灯カゴに戻した。軟体部湿重量は、各カゴからアサリを 2～3 個体、カゴ 4 個で計 10 個体を無作為に取り出し、殻長、殻高、殻幅を測定後、メスで切開して取り出した軟体部をペーパータオルで水分除去して電子天秤で計測した。軟体部湿重量の測定に用いたアサリの各個体データから各月の肥満度〔軟体部湿重量 g / (殻長×殻高×殻幅 cm) ×100〕を算出するとともに、9 月末に生残個体を計数し、生残率を求めた。

### 3. 降雨影響調査

和歌浦における栄養塩環境と微細藻類密度との関係を明らかにするため、6月下旬から9月末までの間、降雨前後を主体に調査を行った。採水は、岸壁区において、1と同様の方法を用いて海水を採取し、持ち帰って栄養塩および珪藻類の分析に供した。

(連続調査日：7/7, 7/12, 7/13, 7/26, 8/30, 9/8, 9/9, 9/21, 9/22, 9/26, 9/28)

## 結果及び考察

### 1. 水質等環境調査

水温、塩分、栄養塩濃度 ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$ , DIN) の調査結果を図2～7に示した。

水温は、8月にピーク ( $27.1^\circ\text{C}$ ) を示し、塩分は、 $32.2\sim 33.5\text{PSU}$  の範囲で推移し、9月に最も低下した (図2)。  $\text{NO}_2\text{-N}$  (図3) は、岸壁区で、8月に  $1.25\mu\text{M}$  と最も高く、 $0.20\sim 1.25\mu\text{M}$  で推移する一方、筏区では、 $0.14\sim 0.21\mu\text{M}$  でやや低く推移した。  $\text{NO}_3\text{-N}$  (図4) は、岸壁区では  $0.97\sim 1.22\mu\text{M}$  で推移し、筏区では  $0.16\sim 1.62\mu\text{M}$  で推移した。  $\text{NH}_4\text{-N}$  (図5) は、岸壁区で6月 ( $3.66\mu\text{M}$ ) にピークとなった他は、 $0.97\sim 2.03\mu\text{M}$  で推移し、筏区では7月 ( $3.43\mu\text{M}$ ) にピークとなった他は  $0.61\sim 1.82\mu\text{M}$  で推移した。  $\text{PO}_4\text{-P}$  (図6) は、岸壁区において、8月にピーク ( $1.86\mu\text{M}$ ) となった他は  $0.24\sim 0.32\mu\text{M}$  で推移した。 DIN (図7) においては、5～8月の間は、それぞれ岸壁区では、 $2.07\sim 5.07\mu\text{M}$ 、筏区では、 $1.03\sim 5.26\mu\text{M}$  で推移し、いずれも9月にピーク (岸壁： $5.84\mu\text{M}$ ) (筏区： $6.34\mu\text{M}$ ) を示した。

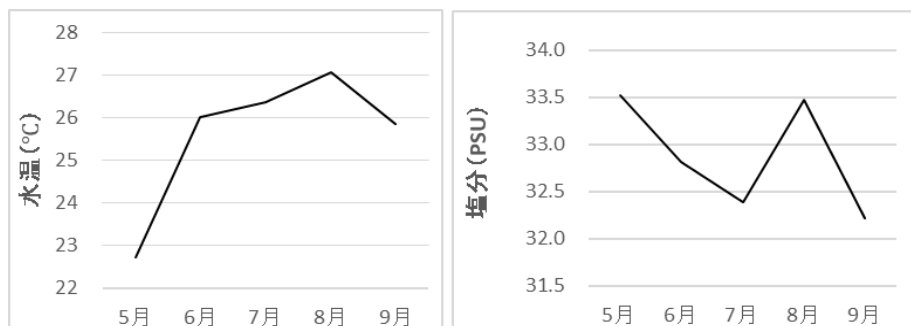


図2 試験区における水温、塩分の変動

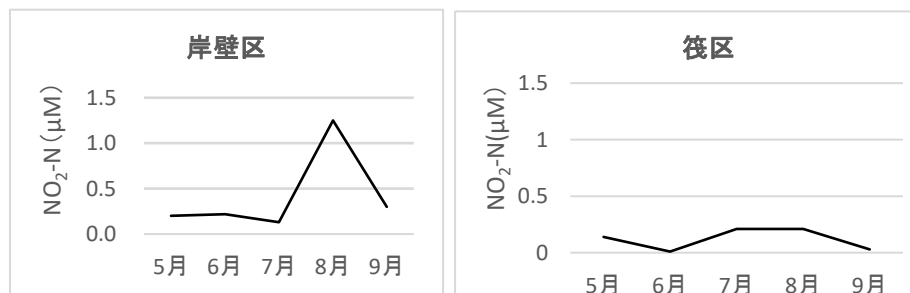


図3 各試験区における  $\text{NO}_2\text{-N}$  濃度の変動

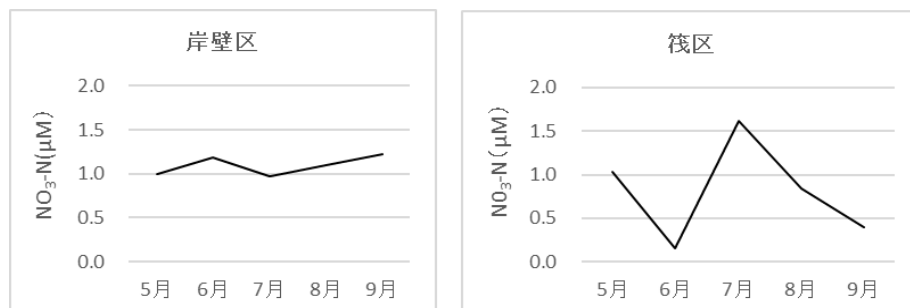


図4 各試験区における  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度の変動

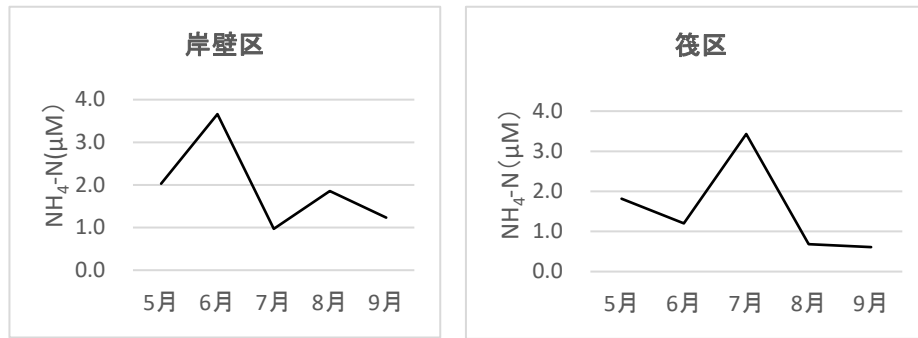


図 5 各試験区における  $\text{NH}_4\text{-N}$  濃度の変動

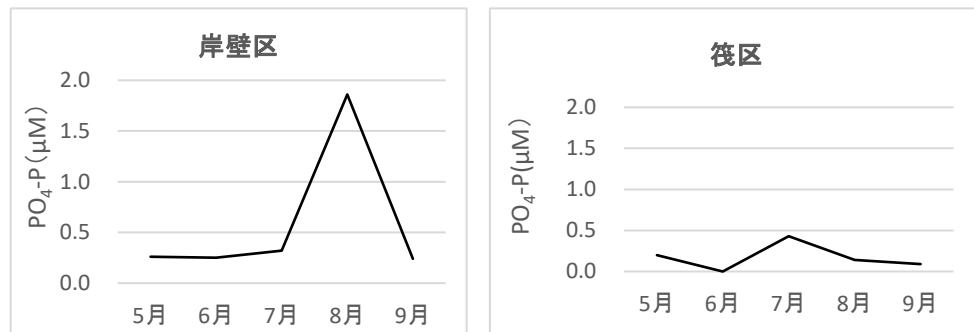


図 6 各試験区における  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度の変動

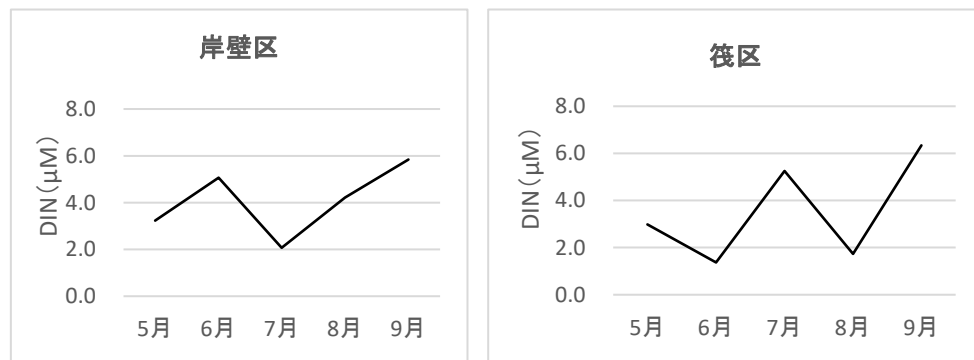


図 7 各試験区における DIN 濃度の変動

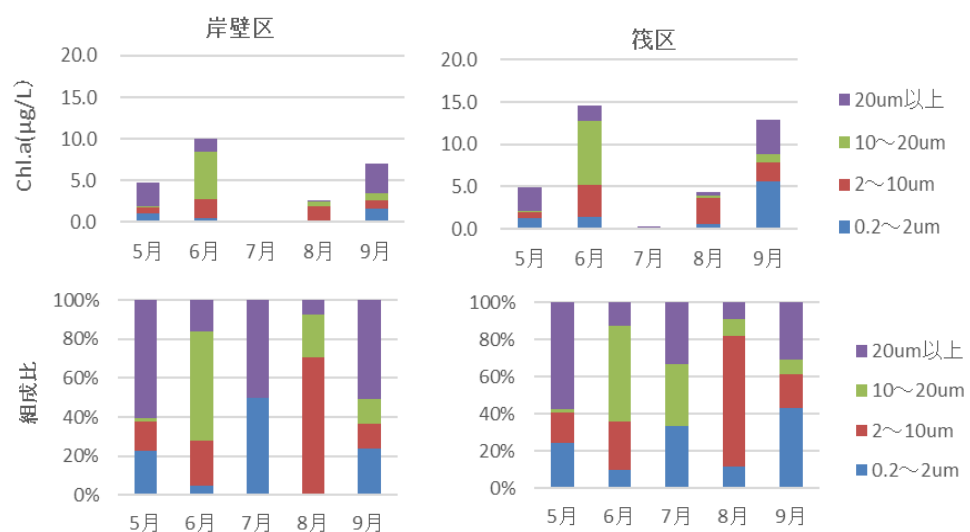


図 8 各試験区における海水 1 L 中の分画別クロロフィル  $a$  量 (上段) と組成比 (下段)

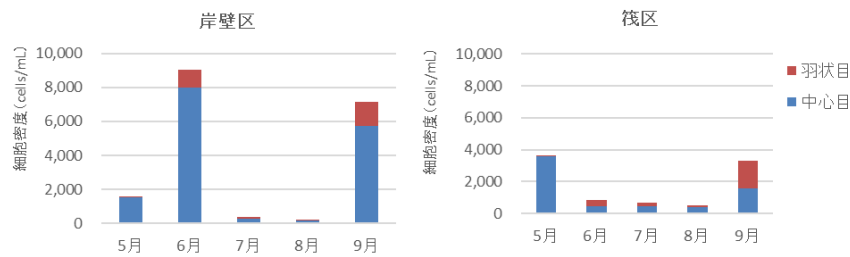


図9 各試験区における微細藻類の細胞密度

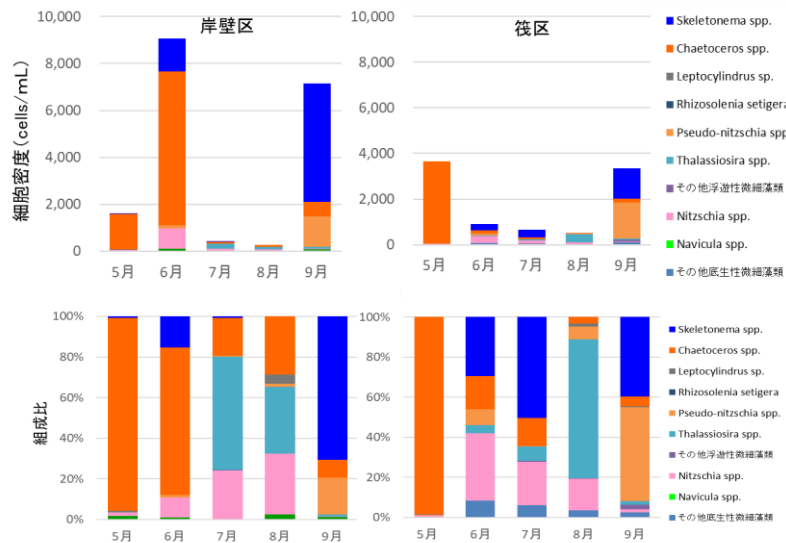


図10 各試験区における海水中の微細藻類細胞密度（上段）と組成比（下段）

海水中のクロロフィル *a* 量（図8）は、岸壁区、筏区とも6月に最も多く、岸壁区で  $10.0 \mu\text{g/L}$ 、筏区で  $14.6 \mu\text{g/L}$  であった。他の月は岸壁区で  $0.2 \sim 7.1 \mu\text{g/L}$ 、筏区では  $0.3 \sim 12.9 \mu\text{g/L}$  で推移した。

また、岸壁区、筏区とも5月に  $20 \mu\text{m}$  以上、8月には  $2 \sim 10 \mu\text{m}$  の分画別クロロフィル *a* 組成比の割合が多くなる傾向が見られた。海水中の微細藻類の細胞密度を浮遊性（中心目）と底生性（羽状目）に分けて表示したグラフ（図9）と種組成比を図10に示した。細胞密度は、中心目が岸壁区で6月に最も多く、 $7,969 \text{ cells/mL}$ 、次いで9月に  $5,743 \text{ cells/mL}$  となり  $178 \sim 7,969 \text{ cells/mL}$  で推移した。筏区においては、5月に中心目が最も多く  $3,603 \text{ cells/mL}$ 、羽状目は、9月に最も多く  $1,706 \text{ cells/mL}$ 、次いで6月に  $380 \text{ cells/mL}$  となった。組成比をみると、岸壁区では、5、6月は *Chaetoceros* 属、9月は、*Skeletonema* 属が主体であったのに対し、筏区では、5月は *Chaetoceros* 属、9月は *Pseudonitzschia* 属、*Chaetoceros* 属が主体であった。

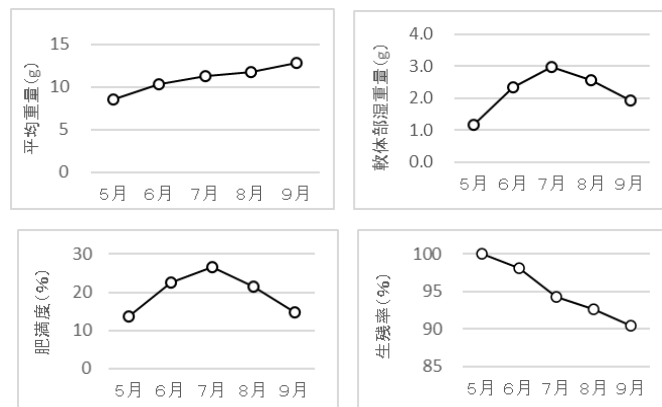


図11 筏区におけるアサリ飼育試験結果

## 2. 二枚貝飼育試験

アサリの平均重量、軟体部湿重量、肥満度及び生残率の調査結果を図 11 に示した。平均重量は 5 月下旬から 9 月まで 8.5g から 12.9g まで増加した。軟体部湿重量は、7 月をピーク（3.0 g）に増加し、その後、低下した。肥満度についても同様に 7 月をピーク（26.5%）まで増加し、その後、低下した。生残率は、1 月後 98.4% であったが、9 月には 90.4% まで低下した。北村ら<sup>3) 4)</sup> は肥満度の低下は、アサリの生殖腺の萎縮に伴う身痩せを考察しており、今回の 8～9 月の肥満度の減少は、この期間に産卵に伴う身痩せが起こったものと考えられた。

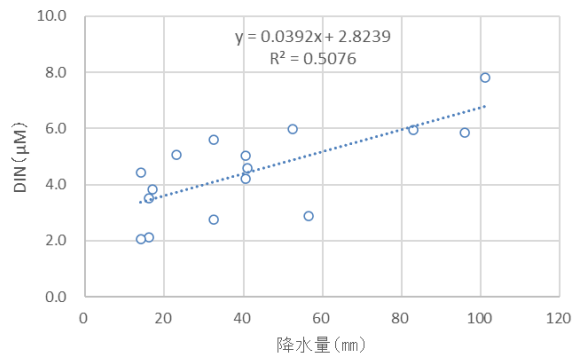


図 12 調査日 7 日前から調査日までの累積降水量（和歌山市）と DIN

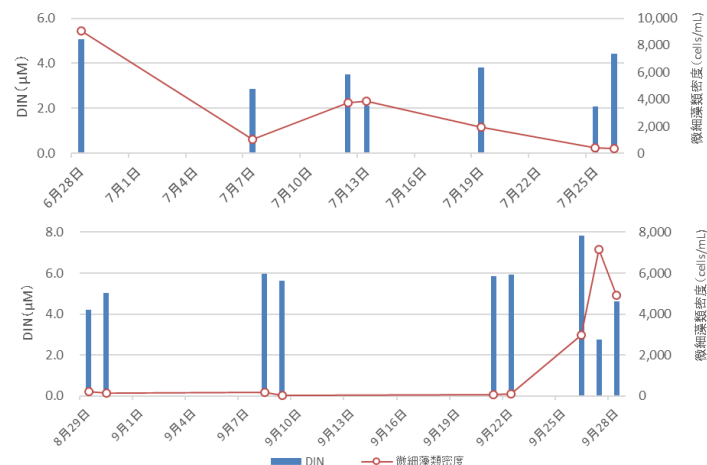


図 13 DIN と微細藻類密度との関係

## 3. 降雨影響調査

北村他<sup>4)</sup>、諏訪他<sup>5) 6)</sup> は和歌浦干潟における降雨後の河川水流入による陸域からの栄養塩供給を考察している。このため降雨量、海域の栄養塩環境と微細藻類密度との関係を把握するため、2022 年は、降雨の前後で 6 月下旬から 9 月下旬まで間、連続した調査を実施した。2022 年前半（7～8 月）においては、まとまった降雨がみられなかったが、9 月後半には降雨がみられた。調査日の 7 日前から調査日まで和歌山市内における累積降水量と和歌浦漁港内の DIN との関係を図 12 に示した。和歌浦海域における DIN と累積降水量との間に一定の相関がみられたことから、和歌浦への栄養塩供給は、降雨後の陸域からの河川水の流入が影響していることが示唆された。

微細藻類密度と DIN との関係を図 13 に示した。9 月後半から DIN の増加に伴い、微細藻類が増加する傾向が認められたが、他の期間ではそのような傾向は認められなかった。

## 謝 辞

調査を実施するにあたり和歌浦漁業協同組合の関係者にご協力をいただきました。厚く御礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 浜口昌巳 一次生産の変化と有用種の関係(二枚貝). 水産総合研究センター研究報告, 独立行政法人水産総合研究センター, 神奈川. 2011, 33-47.
- 2) 畑直亜, 長谷川夏樹, 水野知己, 藤岡義三, 石樋由香, 渡部論史, 浅尾大輔, 山口恵, 今井芳多賀, 森田和英, 日向野純也(2017) アサリ垂下養殖における飼育容器と基質の検討. 水産技術 9 (3), 125-132
- 3) 北村章博, 森康雅, 竜田直樹(2019) 平成 30 年度漁場環境改善推進事業「栄養塩の水産資源に及ぼす影響の調査」報告書. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所, 26-32.
- 4) 北村章博, 森康雅, 竜田直樹(2020) 平成 31 年度漁場環境改善推進事業「栄養塩の水産資源に及ぼす影響の調査」報告書. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所, 26-34.
- 5) 諏訪剛, 葦澤崇博, 内田簾(2021) 令和 2 年度漁場環境改善推進事業のうち栄養塩, 赤潮・貧酸素水塊に対する被害軽減技術等の開発「(1) 栄養塩の水産資源に及ぼす影響の調査」報告書. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所, 2021, 28-36.
- 6) 諏訪剛, 葦澤崇博, 内田簾(2022) 令和 3 年度漁場環境改善推進事業のうち栄養塩, 赤潮・貧酸素水塊に対する被害軽減技術等の開発「(1) 栄養塩の水産資源に及ぼす影響の調査」報告書. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所, 28-36.