資料４

博多湾の漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度

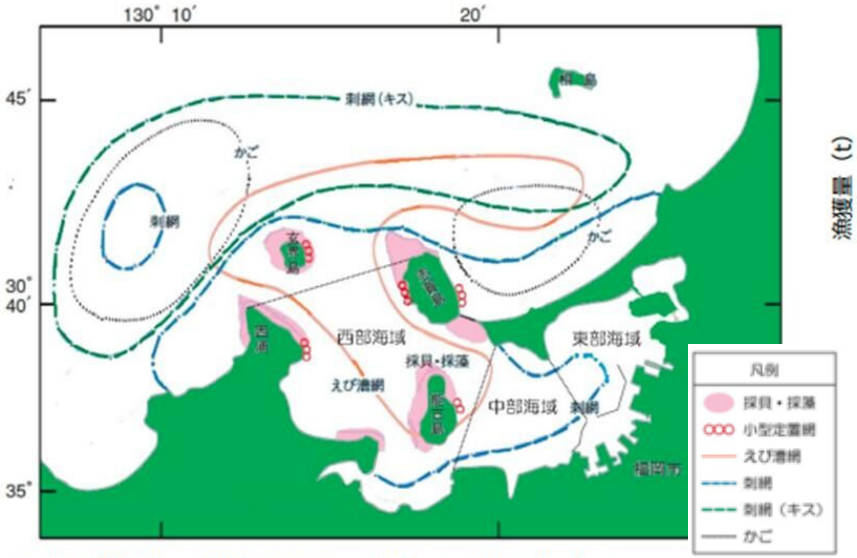
令和８年８月

福岡県水産海洋技術センター

1．博多湾における漁業生産の状況
2．博多湾におけるリン不足による漁業生産への影響
3．指標種（ノリ、ワカメ、アサリ）の漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度
4．まとめ

1．博多湾における漁業生産の状況

・博多湾では、小型底びき網漁業や刺網漁業、採貝漁業などの漁船漁業、ノリやワカメ、カキの養殖漁業により、四季折々の魚種を漁獲
・漁獲量は年々、減少



資料：福岡県水産海洋技術センターの提供データをもとに作成

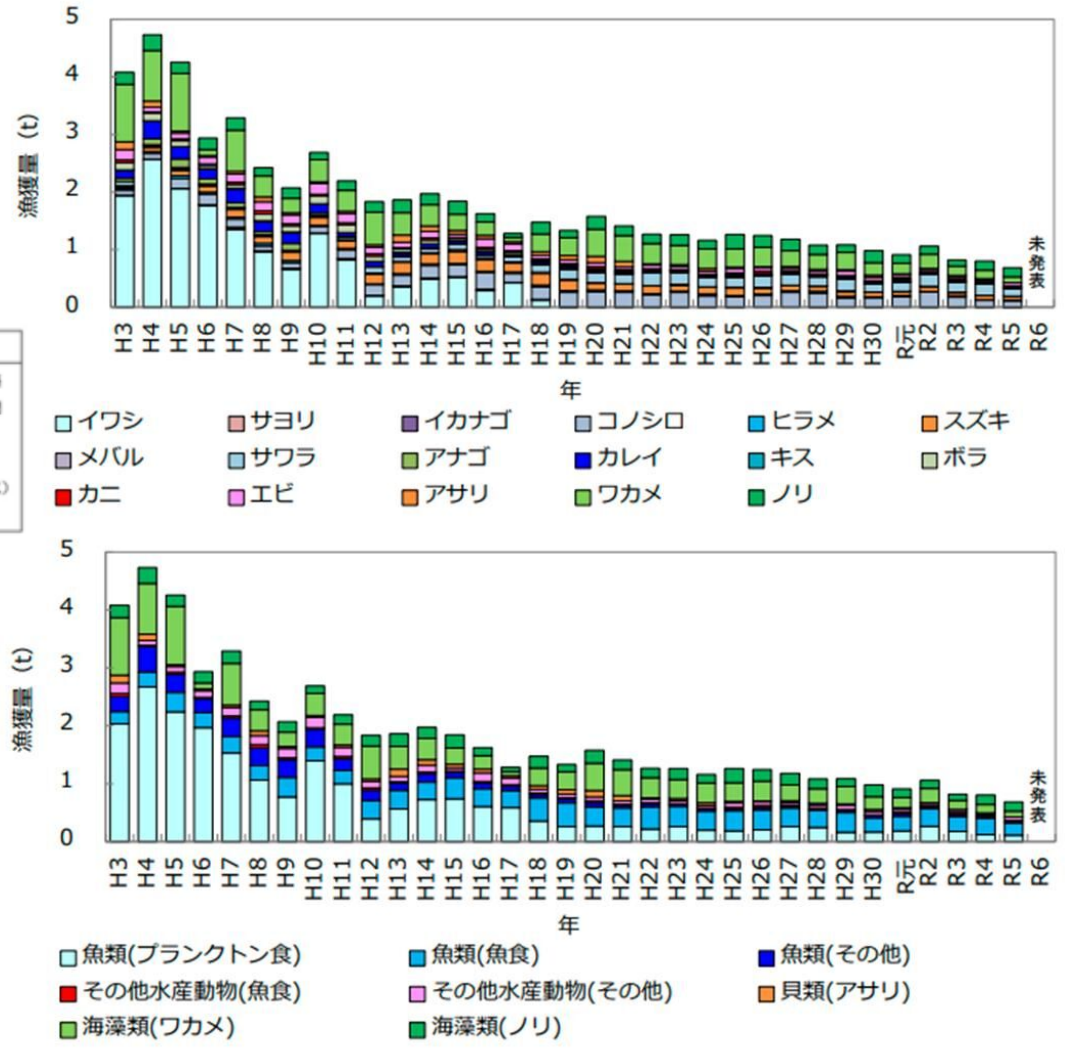
図１　沿岸漁業の漁場（博多湾内および湾口域）

漁船漁業

・小型底びき網
・刺網
・かご
・採貝　など

養殖業

・ノリ
・ワカメ
・カキ



注）図中の漁獲量は、表７に示す博多湾内で漁獲される魚種・支所を対象として年毎に集計したものである。

図２　漁獲量の推移（上段：魚種別、下段：食性別）

1．博多湾における漁業生産の状況
2．博多湾におけるリン不足による漁業生産への影響
3．指標種（ノリ、ワカメ、アサリ）の漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度
4．まとめ

2．博多湾におけるリン不足による漁業生産への影響
2－1）ノリ養殖への影響

・博多湾は、昭和61年以前から各地先でノリ養殖が行われるなど、生産力の高い海域であったが、平成5年以降の高度処理導入によるリンの除去などにより、海域の全リンは低減傾向
・ノリ養殖漁場では、ノリの生長に必要なリンの不足に伴い、色落ちや生育不良による品質の低下がみられ、養殖の早期終了につながるとともに、秋季の水温上昇による養殖開始の遅れと併せて養殖期間が短縮（図１，２）。
※博多湾内のノリの生長に必要な無機のリン酸態リン（PO_4-P）濃度：0.012mg/L以上（福岡県水産海洋技術センター研究報告）

年度	10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
H19			開始		色落		摘採								色落		終漁	
H20		開始			色落		摘採							色落				
H21		開始				摘採								色落ち・終漁日不明				
H22		開始				摘採								色落		終漁		
H23		開始				摘採										終漁		
H24		開始				摘採								色落ち日不明			終漁	
H25		開始			色落	摘採						色落					終漁	
H26		開始	色落			摘採										終漁		
H27		開始		色落		摘採									終漁			
H28		開始				摘採				色落						終漁		
H29		開始				摘採								色落			終漁	
H30		開始				摘採					色落						終漁	
R1		開始					摘採			色落						色落		
R2		開始				摘採						色落					終漁	
R3		開始				摘採								色落		終漁		
R4		開始					摘採							色落			終漁	
R5			開始				摘採	色落									終漁	
R6			開始				摘採					色落					終漁	
R7			開始				摘採							色落	終漁			

図１　ノリ養殖時期及び色落ち状況

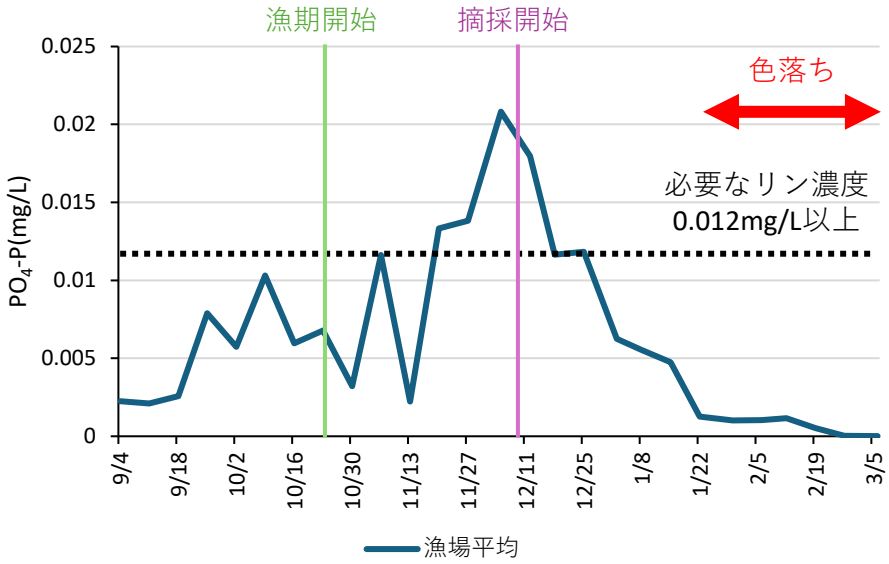
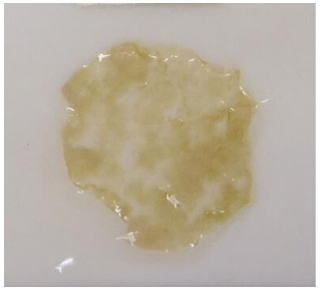


図２　色落ち発生年（令和6年度）における養殖漁場のリン酸態リン（PO_4-P）の推移

（参考）室内試験によるリン不足による色落ち



色落ちしたノリの葉体
(リン欠の培地で培養)



正常なノリの葉体
(通常の培地で培養)

2．博多湾におけるリン不足による漁業生産への影響
2－2）ワカメ養殖への影響

・ワカメ養殖漁場では、平成5年以降の高度処理導入によるリンの除去などにより、ワカメの生長に必要なリンが不足しており、平成5年以降概ね2年に１回の頻度で斑点性先腐れ症などによる生長不良が発生し、生産が不安定（図１）。
※博多湾内のワカメの生長に必要な無機のリン酸態リン（PO_4-P）濃度：0.003mg/L以上（福岡県水産海洋技術センター研究報告）

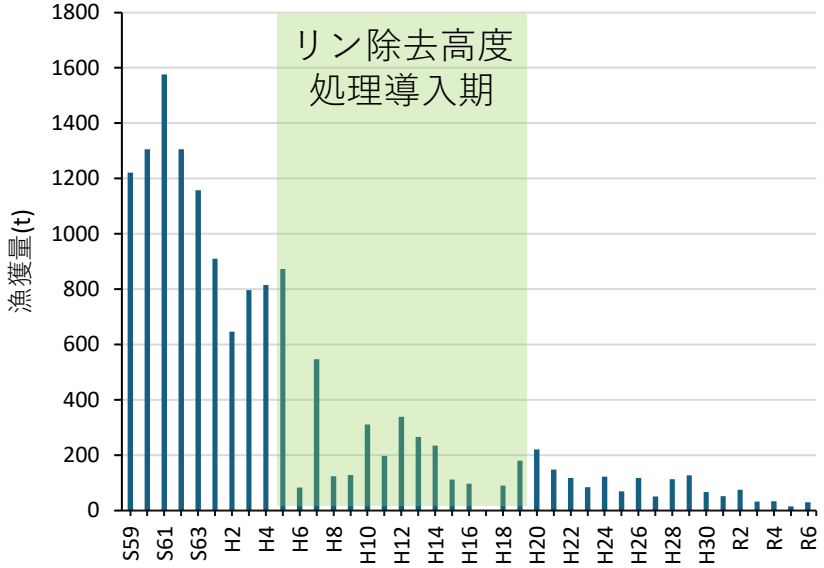


図１．ワカメ漁獲量の推移

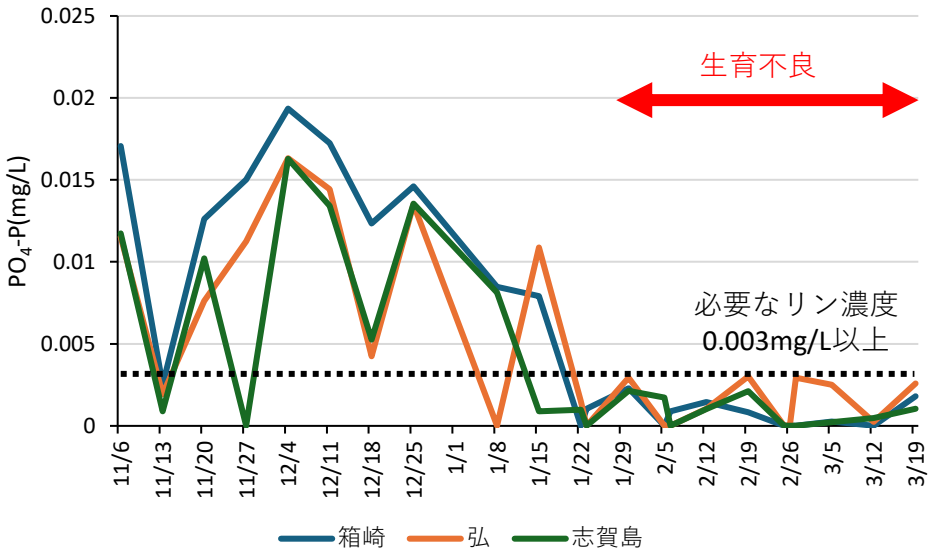


図２．生育不良発生年（令和6年度）における
養殖漁場のリン酸態リン（PO_4-P）の推移

（参考）志賀島地先の養殖漁場で発生した斑点性先腐れ症（平成26年2月）
斑点性先腐れ症：リン不足によりワカメの生理活性が低下することで
常在菌が増殖し、ワカメの先端に穴が開く障害



2．博多湾におけるリン不足による漁業生産への影響
2－3）アサリ漁業への影響

・博多湾におけるアサリ漁場は、能古や今津、室見川、和白などの干潟域やその周辺域に点在（図１）
・アサリの漁獲量は、平成19年頃までは埋立による漁場の縮小や全リンの減少により増減を繰り返しながら緩やかに減少し、高度処理が本格化した平成20年以降、急激に減少（図２、３）
・埋立の影響が少ない能古においても、同様の動向を示し、近年は1トン未満で推移（図２）
・博多湾におけるアサリの減耗要因は、食害や出水による逸散、餌料不足、埋立による漁場の縮小などがあげられる



図１　博多湾内のアサリ漁場

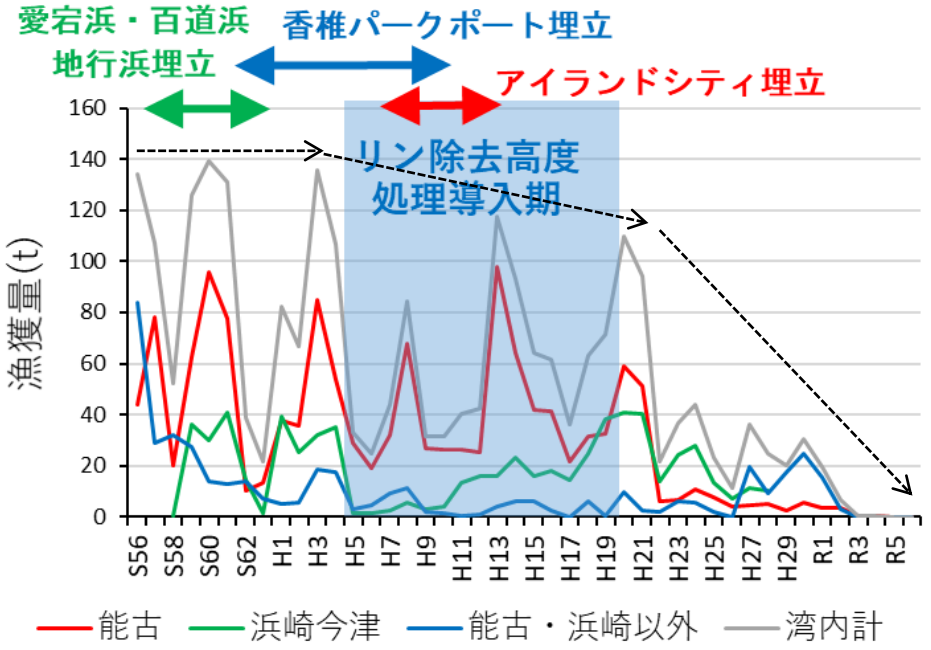


図２　アサリ漁獲量の推移

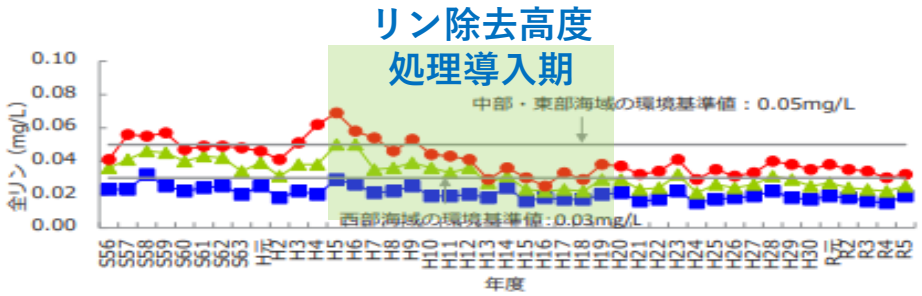


図３　全リン(T-P)の推移(表層平均)

2．博多湾におけるリン不足による漁業生産への影響
2－3）アサリ漁業への影響

・アサリには様々な減耗要因があり、資源を増やす対策として、移植放流や母貝の確保等に取り組んでいるが、漁獲量は低水準にとどまっているため、餌料環境の改善について検討
・植物プランクトンやデトリタスを摂餌するアサリの餌料の指標として有効な浮遊物質量（SS）の濃度は、全リン（T-P）やクロロフィル量（Chl-a）と正の相関あり（図１）
・博多湾のSS濃度は、高度処理の導入を経て大きく減少（図２）
・さらに、W-7の表層水温は上昇傾向で、水温の上昇により摂餌に関係するろ水量（秋山,1985)や鰓の繊毛運動（喜多村,1937）が増加することから、餌料量が少なく高水温の時期には、基礎代謝にかかるエネルギー消費量が増加し、体内の蓄積エネルギーが消費され、肥満度が低下（慶野ほか,2006）（図３）

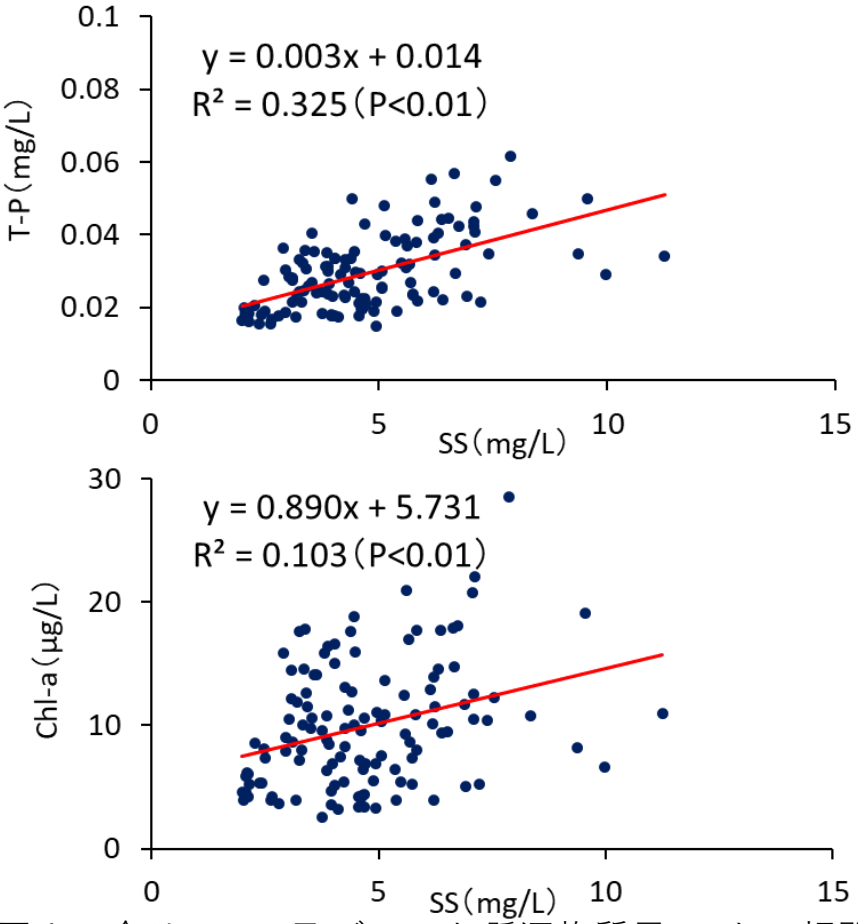


図１　全リン(T-P)及びChl-aと懸濁物質量(SS)との相関

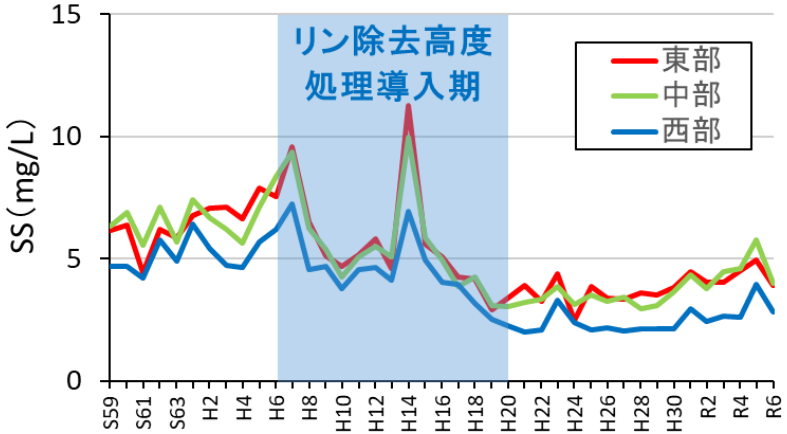


図2　懸濁物質量(SS) の推移(3層平均)

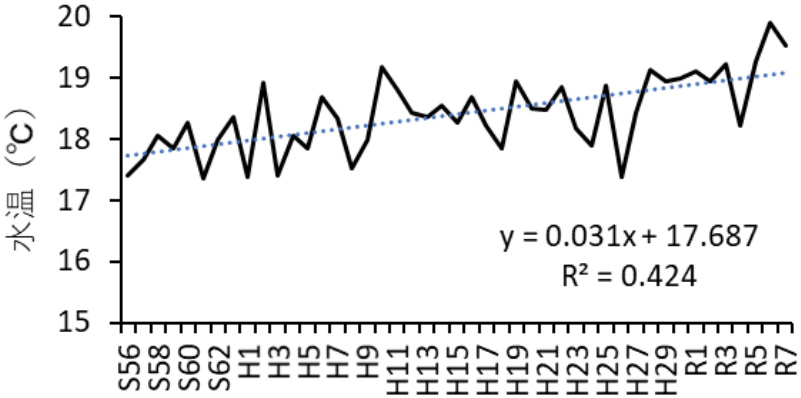
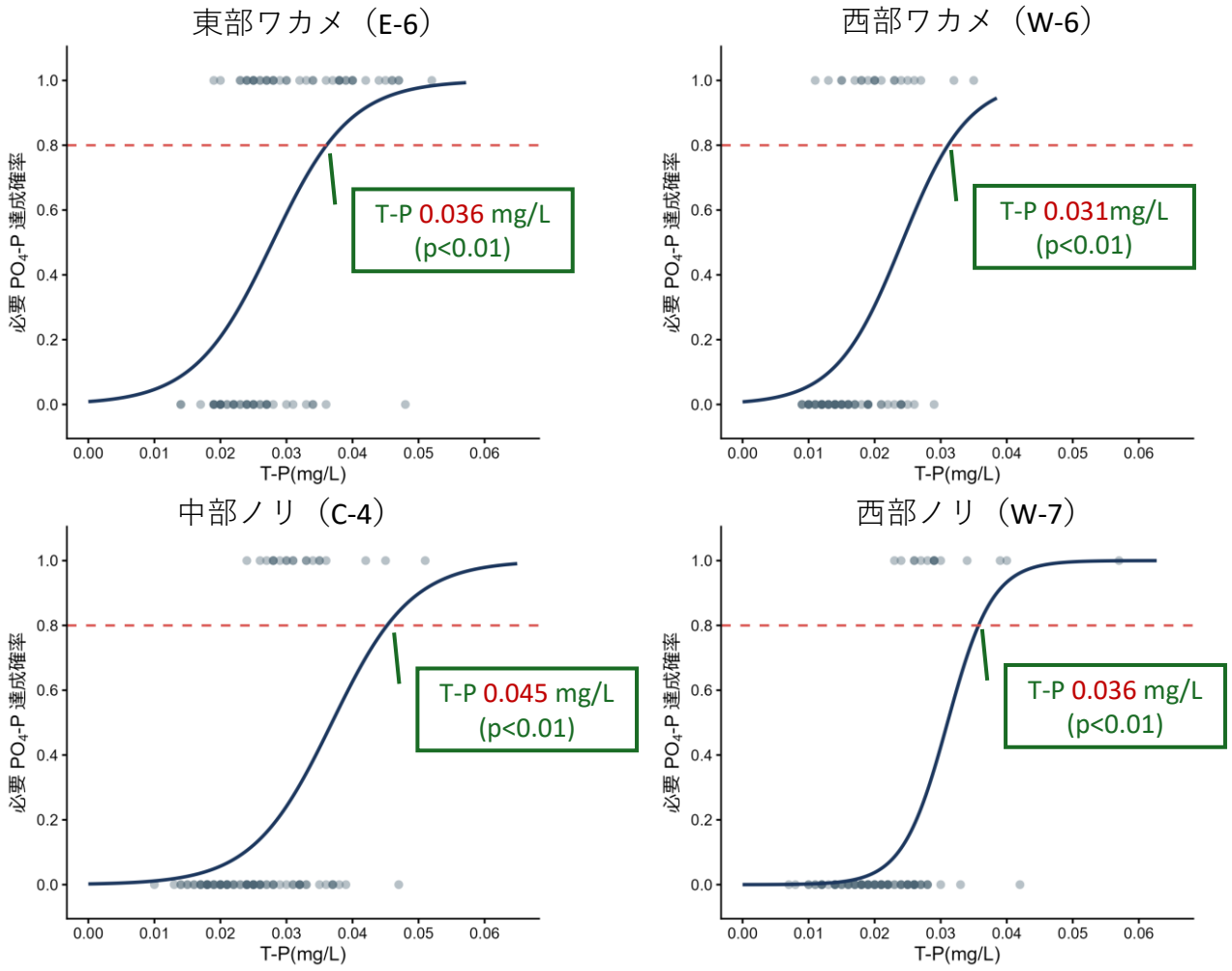


図3　環境基準点(W-7)における水温の推移(表層)

1．博多湾における漁業生産の状況
2．博多湾におけるリン不足による漁業生産への影響
3．指標種（ノリ、ワカメ、アサリ）の漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度
4．まとめ

3．指標種の漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度
3－1）藻類（ノリ、ワカメ）の生産に必要な全リン濃度

・リン除去高度処理に加え、窒素リン同時除去高度処理が本格化した平成20年以降、漁期中（ワカメ:1～5月、ノリ:10～3月）の藻類漁場に近傍の環境基準点（東部ワカメ:E-6、中部ノリ:C-4、西部ワカメ:W-6、西部ノリ:W-7）において、海藻に必要な無機のリン酸態リン（PO_4-P）の水準を達成した場合を1，達成していない場合を0とし、ロジスティック回帰分析を実施
・80％確率を、藻類漁場に近傍の環境基準点における必要な全リン濃度（T-P）として算定（図１）
東部ワカメ漁場：0.036mg/L以上、中部ノリ漁場：0.045mg/L以上、西部ワカメ漁場：0.031mg/L以上、西部ノリ漁場：0.036mg/L以上



博多湾の海藻に必要な無機のリン酸態リン（PO_4-P）の水準

ノ　リ：0.012mg/L以上
ワカメ：0.003mg/L以上

図1　藻類に必要なリン酸態リン（PO4-P）の達成確率と全リン（T-P）

3．指標種の漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度
3－2）アサリの生産に必要な全リン濃度

・能古におけるアサリの漁獲量は、平成21年以前の最盛期には10～100 トンで推移していたが、平成22年頃を境に急激に減少し、現在は1トン以下で推移
・漁業の成立に必要な漁獲量の基準として、当時の漁業実態をもとに「30トン以上」を閾値として設定
・基準の30トンを達成した場合を１、達成していない場合を0とし、ロジスティック回帰分析を実施
・80％確率を漁業成立水準とし、アサリ漁場近傍の環境基準点（W-7)における漁業成立に必要な全リン（T-P）を算定（図１）
西部アサリ漁場：0.034mg/L以上

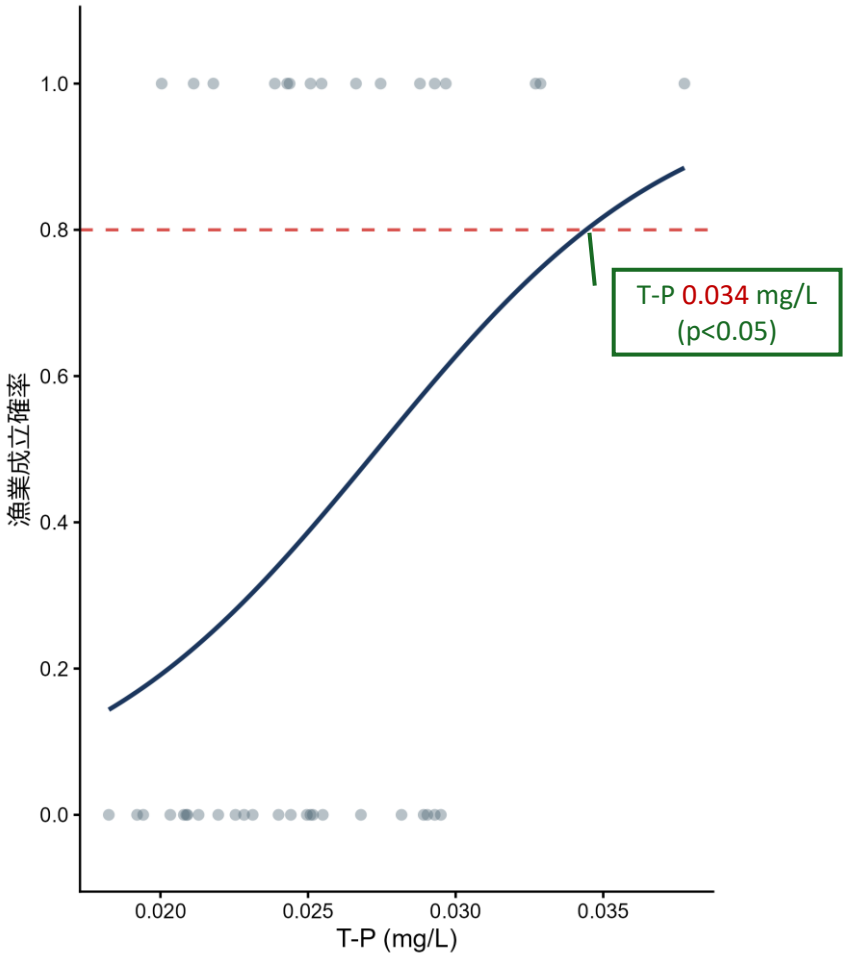


図１　アサリ漁業の成立に必要な漁獲量の達成確率と全リン（T-P）

3．指標種の漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度
3－2）アサリの生産に必要な全リン濃度

・西部海域の環境基準点（W-7）と、その他のアサリ漁場に近傍の環境基準点（E-2及びC-4）の全リン濃度から回帰直線を作成し、漁業成立に必要な全リン（T-P）からその他の漁場に近傍の環境基準点で必要な全リン（T-P）を算定（図１）

東部アサリ漁場：0.053mg/L以上、中部アサリ漁場：0.041mg/L以上

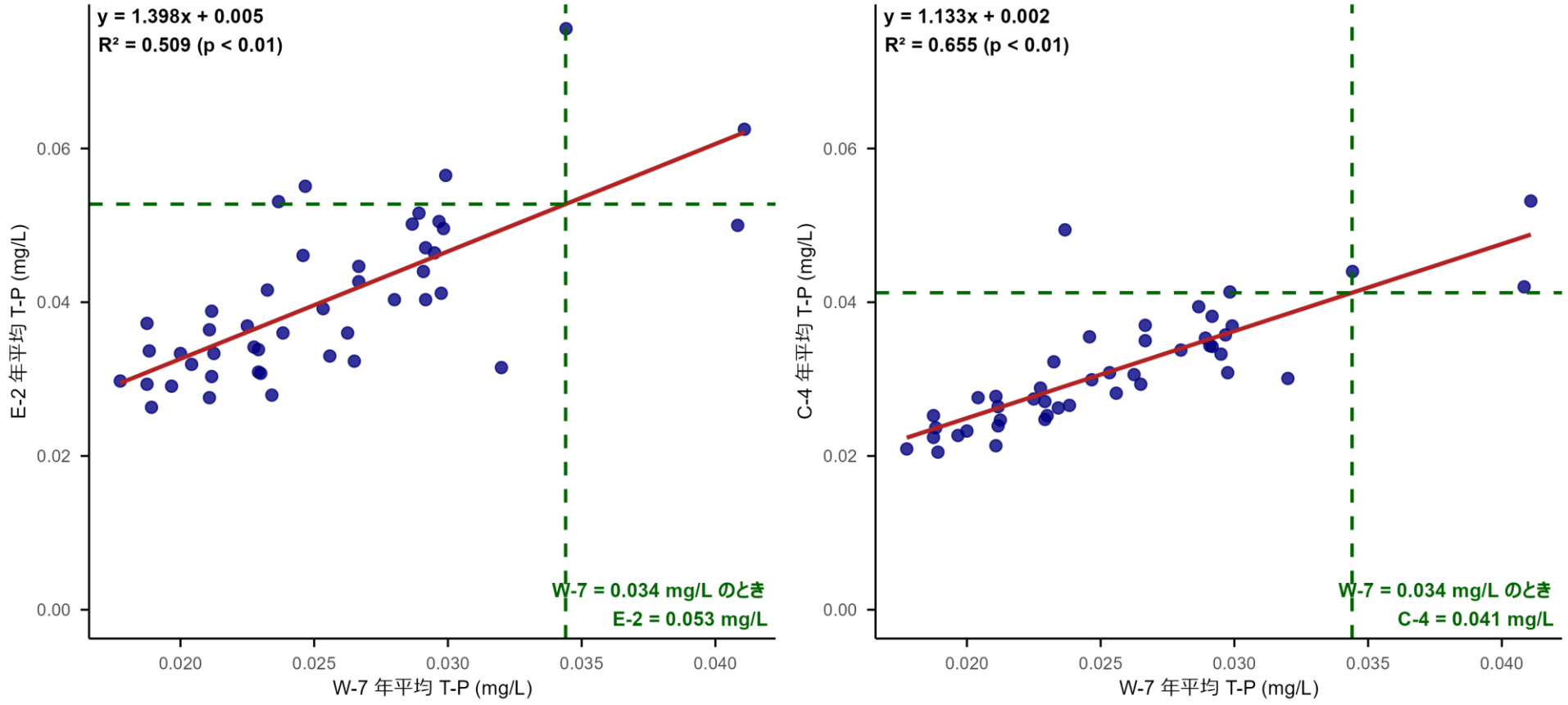
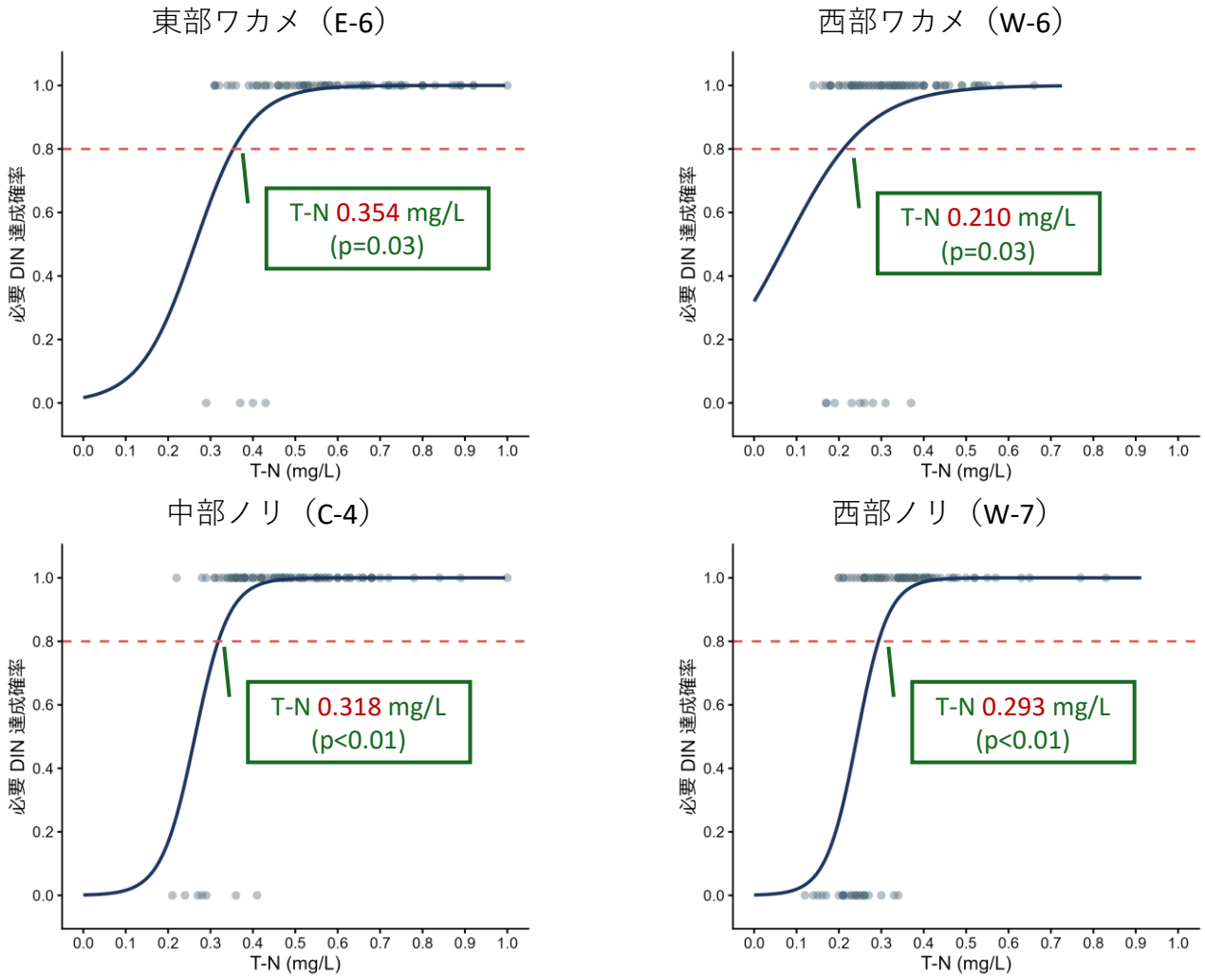


図１　環境基準点W-7とE-2及びC-4との相関

3．指標種の漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度
3－3）藻類（ノリ、ワカメ）の生産に必要な全窒素濃度

・平成20年度以降、ノリ、ワカメの養殖漁場では、ノリやワカメに必要なDIN濃度をほぼ達成しており、窒素は足りている状況
　博多湾内のノリの生長に必要な無機の溶存態窒素（DIN）濃度：0.098mg/L以上
　博多湾内のワカメの生長に必要な無機の溶存態窒素（DIN）濃度：0.028mg/L以上
・必要な全リン濃度と同じ算定方法（ロジスティック回帰分析）で、ノリ、ワカメ養殖に必要な全窒素濃度を算定
東部ワカメ漁場：0.354mg/L以上、中部ノリ漁場：0.318mg/L以上、西部ワカメ漁場：0.210mg/L以上、西部ノリ漁場：0.293mg/L以上



博多湾の海藻に必要な無機の溶存態窒素（DIN）の水準

ノ　リ：0.098mg/L以上
ワカメ：0.028mg/L以上

図1　藻類に必要な無機の溶存態窒素（DIN）の達成確率と全窒素（T-N）

3．指標種の漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度
3－4）アサリの生産に必要な全窒素濃度

・必要な全リン濃度と同じ算定方法（ロジスティック回帰分析）でアサリ生産に必要な全窒素濃度を算定すると、全窒素濃度と漁業成立確率との間に有意な関係なし
・そこで、必要な全リン濃度（東部アサリ漁場：0.053mg/L以上、中部アサリ漁場：0.041mg/L以上、西部アサリ漁場：0.034mg/L以上）とのレッドフィールド比（質量比で、全窒素濃度は全リン濃度の7.2倍必要）からアサリ生産に必要な全窒素濃度を算定
東部アサリ漁場：0.382mg/L以上、中部アサリ漁場：0.295mg/L以上、西部アサリ漁場：0.245mg/L以上

表1　レッドフィールド比による必要な全窒素濃度の算定

	必要な全リン濃度	必要な全窒素濃度
典型的なレッドフィールド比（モル比）	1	16
典型的なレッドフィールド比（質量比）	1	7.2
東部アサリ漁場	0.053	**0.382**
中部アサリ漁場	0.041	**0.295**
西部アサリ漁場	0.034	**0.245**

1．博多湾における漁業生産の状況
2．博多湾におけるリン不足による漁業生産への影響
3．指標種（ノリ、ワカメ、アサリ）の漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度
4．まとめ

4．まとめ

〇全リン

・指標種に必要な全リン濃度は表1のとおり、アサリに必要な栄養塩濃度を満たせば、ノリやワカメに必要な量を満たすことから、博多湾全域で周年にわたり0.04mg/L以上が必要と整理

・必要な全リン濃度は、①アサリ、ノリ、ワカメの漁場に近いW-6、W-7を含む西部海域の全リンの環境基準値0.03mg/Lを上回っていること、②リン除去高度処理に加え、窒素リン同時除去高度処理が本格化した平成20年以降では、Ⅲ類型の海域の漁場近傍の環境基準点においても必要な全リン濃度をほぼ下回っていることから、漁業生産に必要な全リンを達成するためには、類型指定の見直しやリン濃度の増加方策について検討が必要

〇全窒素

・指標種であるノリ、ワカメの漁場では、必要な溶存態無機窒素（DIN）の濃度を満たしており、博多湾全域で周年にわたり0.3mg/L以上が必要と整理

・必要な全窒素濃度は、中部及び東部の環境基準点の全窒素濃度を下回っているが、W-6、W-7を含む西部海域の全窒素の環境基準値0.3mg/Lと同等であることから、漁業生産に必要な全窒素濃度を達成するためには、類型指定の見直しが必要

・博多湾では様々な漁業種類の漁船漁業や養殖業が行われている中、漁業者サイドからの要望もあり、これまでの知見や調査データをもとに、ノリやワカメ、アサリを指標種として漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度を算定

・博多湾の環境保全に向け、多様な生物の生息環境や適切な水質、親水空間などの保全とあわせ、漁業との調和も重要

表１　漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度

対象とする水産生物	時期	全リン（mg/L）	全窒素（mg/L）	漁場・漁期平均値(H20~R7)
ノリ	10～3月	0.036～0.045以上	0.293～0.318以上	全リン 0.022~0.026　全窒素 0.337~0.478
ワカメ	1～5月	0.031～0.036以上	0.210～0.354以上	全リン 0.017~0.029　全窒素 0.325~0.614
アサリ	周年	0.034～0.053以上	0.245～0.382以上	全リン 0.022~0.034　全窒素 0.312~0.556
漁業生産に必要な濃度	周年	0.04mg/L以上	0.3mg/L以上	全対象生物で全リンのみ不足