

海域の健全性指標の検討

1. 健全性指標を検討する上での考え方

【海域の健全性について】

海域の健全性については、これまでの検討の中で「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが健全であること」を基本としている。

海域の健全性を高めるためには、バランスが損なわれた物質循環（栄養塩循環）を陸域・海域一体となった取組により改善する必要がある。

物質循環は、基本的には図 1 のようなストック（□囲みや○囲み）とフロー（矢印）から成り立っており、これらが複雑に関連し「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組み」が構成されている。

また、このような物質循環は、それぞれの海域に特有な「場」（位置、地形、水深等）における水の流れ（河川流、潮流、海流等）の影響を大きく受けている。

さらに、物質循環は、常に一定の状態で開催しているわけではなく、出水による一時的な増加や、貧酸素の発生により生物が死滅し、生物による取り込み量が減少する等のイベントに応じて変化する事もある。

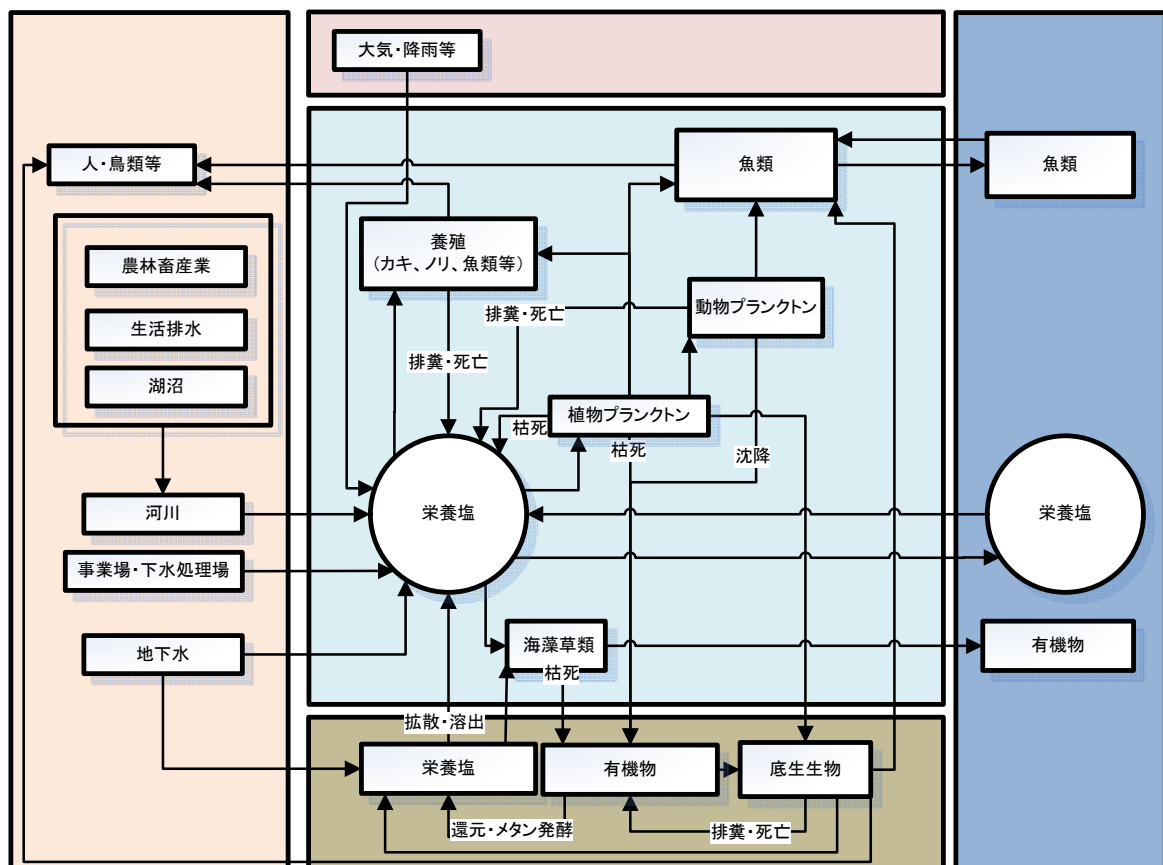


図 1 物質循環のストックとフロー

【物質循環に重点を置いた指標について】

このように、物質循環は様々なストックとフローが変動しながら絡んでおり、健全性を表す指標は様々なものが考えられる（例えば、ストック同士の比率、ストックの積算量、ストックの変化量、フローの太さ（速さ、量）、フロー同士の比率、フローの差し引き、フローの変化量等）。

前回の委員会では主に、生物を介して循環する物質に主眼をおいて「恒久的なバランス向上対策に対応した健全性の指標」として以下のような指標（案）をお示しした。

・栄養塩の各要素への配分バランス

→海藻草類、植物プランクトン、動物プランクトン、魚類等のストック量への配分バランス（ストック同士の比率、フロー同士の比率）。なお、シミュレーションでは、上位の生物として動物プランクトンまでは計算可能。

・植物プランクトンから動物プランクトンへの転換効率

→上位の生態系への物質の移動を表す指標。シミュレーションでは摂餌量（フローの太さ）は計算可能。実海域ではフローの太さは調査が難しいため、現存量（ストック量）の調査結果から推定（ストック同士の比率）。

・有機物の難分解性、易分解性の比率

→栄養塩のうち、一次生産者に利用されやすい溶存無機態に分解されやすい有機物が占める割合（ストック同士の比率）。

・C:N:Pの比率（レッドフィールド比）

→一次生産者がバランスよく栄養塩を利用できるNとPの比率（ストック同士の比率）。

・底質への沈降・溶出の収支量

→植物プランクトンの死骸等の有機物（栄養塩）の海底への沈降量と海底に堆積した有機物から溶出する栄養塩の量の差（フローの差し引き）。

・負荷滞留濃度

→海域に負荷される栄養塩の量と湾が持つ許容量の比率（フロー量とストック量の比率）。

・「緩衝力」や「復元力」といった観点

→あるストックやフローに変化が生じたときに、元の状態に戻るまでに要する時間（元に戻る時間が早いほど、緩衝力や復元力が高いと仮定）（フローの時間的な変化量、ストックの時間的な変化量）。

また、イベントの発生等一時的な不健全化の現象の指標として、「対症的な対策を講じた場合の指標」として以下の（案）をお示しした。

・底層の溶存酸素濃度

・赤潮の規模

これらの指標（案）については、三河湾地域や播磨灘北東部地域の物質収支モデルにおいて、栄養塩類の増加実験等も活用し、検討を進める。

【分かりやすい指標について】

物質循環に重点を置いた指標は、大がかりな現地調査や数値シミュレーションに基づく必要があるものも多いが、日本全国の大小様々な閉鎖性海域を視野に入れると、簡易な方法で分かりやすい指標も必要であると考えられる。

また、健全性の評価において、過去との比較や将来の評価を考慮した場合、継続的に調査が行われてきている項目を用いた指標であると応用可能性が高いと考えられる。

このような観点から、既存資料や簡易な調査でも求められるような指標の検討も行う必要があると考える。「海の健康診断」の一次診断のイメージ。

【生物（一次生産者）に利用され易い栄養塩の形態に着目】

閉鎖性海域における栄養塩類の指標としてはT-N、T-Pを指標として環境基準や総量規制等が進められてきており、各自治体においても公共用水域の水質測定として調査が行われている。

T-NやT-Pは、栄養塩類総量としての指標の意味はあると考えられるが、生態系における物質循環を考える場合には、一次生産者である植物プランクトン等の利用しやすさ等にも着目して、その組成にも着目することが必要であると考えられる。

そのような観点から、分かりやすい指標を検討する上での基礎的検討として、「海の健康診断」で対象とした海域について、T-N、T-P及び形態別のN、Pについて以下の整理を行った（整理結果は、「参考」の図2～図5（P11～14）に示した）。

- ・海域別にT-N、T-P及び形態別のN、Pについて最大値、最小値、平均値を求め、日本を5つの海域に区分し整理した。
- ・これまでに検討した海域の類型区分（タイプA～タイプC）別にT-N、T-P及び形態別のN、Pについて最大値、最小値、平均値を整理した。

本整理は、湾ごとに空間的に複数ある調査結果を平均化し、ある1年間のデータのみでの整理であることに留意する必要があるが、以下のような状況が伺えた。

- ・閉鎖性の高い海域や港湾部では、T-N、T-Pの最高値が突出する（八郎潟、東京湾、小名浜港、坂出港、鹿島港など）
- ・タイプC（物質循環の円滑さも生態系の安定性も不健全な海域）に属する海域においては、T-N、T-P、形態別のN、Pの濃度も高い傾向が伺えた
- ・タイプCに属する海域においては、アンモニア態窒素の濃度が高い傾向が伺えた
- ・漁業が盛んな海域は、おおそレッドフィールド比に近いN:P比となっている
- ・地域的な特徴は見いだせなかった

2. 今後の検討を進める上での留意点

【湾の規模と環境の質の違い】

健全化を目指す海の大さは大規模な湾から、小規模な湾まで様々である。また、同規模の湾でも、流入河川、干潟、藻場、岩礁の有無など、環境の質が異なることも考えられる。簡易に既存のデータを用いて指標を検討する場合には、湾内の環境の質に応じた区域（場の違い）ごとに検討する必要がある（先のデータの整理の中でも、同一湾でも調査地点の違い（湾口と港湾内など）で大きく値が違う点が見られた。）。

例えば、比較的小規模な湾で湾内の環境の質（場）が均一であれば、湾中央部の 1 点の値で検討することも可能かもしれないが、河川の影響を強く受けている場所がある等の場合には、値の取り扱いに留意して検討を進める。

【地理的な違い】

南方系の海域（特にサンゴ礁域）は一般に貧栄養な海域と言われており、貧栄養な環境に適応した生態系が成り立っており、温帯域～亜寒帯の富栄養な海域では、また違った生態系が成り立っている。

よって、湾の規模や環境の質が似通っていても、地理的な違いに応じて指標が異なることに留意して検討を進める。

なお、徳田ら（1991）は海藻の生態をもとに、日本周辺を大きく 5 つの地域に分類している（「参考」図 6（P15）に記載）。

【季節の違い】

季節により、生物に必要とされる栄養塩類の濃度は異なっている。これまでの地域検討委員会においても、気仙沼では春先の親潮の貫入が湾内の植物プランクトンの増殖に寄与していると言われており、播磨灘北東部海域では、特に冬季に栄養塩類が不足し、一次生産が弱くなっていると言われていた（先のデータの整理の中でも、季節的に大きく値が違う点が見られた。）。

よって、このような季節の違いによる変化にも留意した検討を進める。

【イベント的な変化】

貧酸素により生物が死滅し、一次生産者が上位の生態系に取り込まれずに海底に沈降し、貧酸素を助長する、河川水の出水により一時的に栄養塩が増加し赤潮が発生するといったイベントにより物質循環が大きく変化する。

貧酸素については、規模、継続時間、場（生物の利用状況）等に留意しながら検討を進めると共に、環境省では、底層 DO の目標値の検討が行われており、これらの検討結果も参考としながら指標の検討を進める。

3. 取りまとめの方向性（案）

以上の様な検討を行った結果から、物質循環の基礎情報として、ストックとフローが物質循環に果たす役割をまとめる。取りまとめのイメージは表 1 に示すとおりであり、ストックとフローに該当する項目を抽出し、項目それぞれについて、物質循環で果たしている役割について概説する。

表 1 取りまとめイメージ

ストック、フロー	物質循環に果たす役割
植物プランクトン	水中の栄養塩を吸収し、上位の生物に移動させる。 枯死等により底泥に栄養塩を移動させる。
動物プランクトン	植物プランクトンを捕食することにより、間接的に水中の栄養塩を吸収し、上位の生物に移動させる。
魚類等上位生物	動植物プランクトン等を捕食することにより、間接的に水中の栄養塩を吸収する。 人による漁獲や鳥類の捕食により、水中の栄養塩が陸域に循環する。
懸濁物食者	水中の懸濁物を捕食することにより、植物の利用しやすい溶存態の栄養塩を供給する。 人による漁獲や鳥類の捕食により、水中の栄養塩が陸域に循環する。
陸域からの負荷	陸域の栄養塩を海域に移動させる。
・・・	

指標（案）の検討結果から、指標の観点について、その概要（健全性の指標の観点的考え方、何を調べ、どういう状態であれば健全と考えるのか等の内容について整理する（表 2）。

表 2 取りまとめイメージ

指標の観点	概要
栄養塩の各要素への配分バランス	栄養塩が多様な要素（生物）に配分され、利用されることは、物質がある特定の要素に偏るよりは、海域は健全であると推測される。 各要素（ストック量）の比率を調べ、偏りが小さい方が健全であると考えられる。
植物プランクトンから動物プランクトンへの転換効率	栄養塩がより高次の生態系に循環していくことは、物質循環が健全であると考えられる。植物プランクトンが、どの程度高次の生態系に利用されているか（フローの太さ（量・速さ））を把握し、これが大きいほど、健全であると考えられる。
有機物の難分解性、易分解性の比率	海域に流入する有機物のうち難分解性の成分が多い場合には、基礎生産者が利用しにくい状態となり、基礎生産力が弱まるとともに、高次の生態系に循環する物質循環も弱まると推測される。 流入負荷の難分解性と易分解性の比率を調べ、易分解性の比率が高いほど健全であると考えられる。
・・・	・・・

以上のような整理を行った上で、海域の健全性指標のリストアップを行い、それぞれの健全性の指標について、汎用性、データの集めやすさ、使いやすさ等の観点的整理を行う。

なお、現時点では、物質循環に重点を置いた指標を整理しているが、海域全般を俯瞰した視点での整理も行う（【参考】（「海の健康」の指標に関する考察：水産学部学生のアンケート結果からみえてきたもの、中田英昭）に示した図 2 の右上の方向の視点）。

「海の健康」の指標に関する考察：

水産学部学生のアンケート結果から見えてきたもの

中田 英昭

(長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科)

要旨

長崎大学水産学部で3年生(115名)を対象として実施した「海の健康」に関するアンケート結果に基づいて、「海の健康診断」の基本的な考え方の妥当性を検証するとともに、そのアンケート結果から見えてきた課題について論じる。

はじめに

海の生態系の構造と機能に着目した新たな海洋モニタリングの枠組みとして「海の健康診断」が提案され、全国の閉鎖性内湾の環境診断に適用され始めている(中田, 2005; 海洋政策研究財団, 2009)。これは、人間の健康診断を定期的に行うのと同じように、海の環境変化とくに人間活動の影響に敏感な沿岸の海湾の状況をたえずチェックすることによって、環境管理方策を速やかに実施できるようにしていこうとするもので、沿岸環境の保全と回復に向けた総合的なアプローチの一つとして注目されている。

そこで大きな問題となるのは、診断の基本となる「海の健康」の指標をどのように設定するかということである。これまでの検討を通して、「海の健康」は単に水質の適否で判断されるものではなく、多様な生物を育み人間に食料等の恵沢を持続的に提供することのできる海の豊かさを尺度とする必要があることが提起され、それを具体化するために「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」の2つの範疇が設けられている。すなわち、「生態系の安定性」は生態系の構造(ストック)の特性を示すもので、生態系を構成する生物種の組成や生物量の急激な変化(赤潮やクラゲの大発生など)が起きない状態を健康と判断している。一方、「物質循環の円滑さ」は、文字通り生態系の物質循環機能(フロー)の特性を示すもので、窒素・リン等の栄養物質の供給とその物理的・生物化学的な除去のバランスが保持され、海底付近が酸欠状態になる貧酸素化などが起きない状態を健康と判断している。

ここでは、以上の背景を踏まえながら、長崎大学水産学部の3年生(115名)に対する海洋環境管理の講義の一環として実施した「海の健康」に関するアンケート結果に基づいて、上記の「海の健康」に関する考え方の妥当性を検証す

るとともに、そのアンケート結果から見えてきた課題について論じる。

学生へのアンケートの概要

アンケートは3年生前期の必修科目としてオムニバス形式で実施されている「水産科学技術史」の「海の環境管理に関する最近の動き」という講義の中で実施した。アンケートの内容は図1に示した通りであり、「健康な海」についてのイメージをワンフレーズで回答するものである。アンケート用紙（実際には長さ12cm、幅7cmの付箋）は記載後すぐにその場で回収し、その後の講義の材料の一部とした。なお、水産学部では2年次までに海洋学や水産学の基礎が講義されており、2年次から選択した教育コースによってカリキュラムの内容は少し異なるが、海の環境や生物、資源等の現状に関する基礎的な知識はある程度習得されている。また、アンケートを実施する前には「海の健康診断」の内容等に関する具体的な情報は与えていない。

アンケート結果から見えてきたもの

(1) 「海の健康」のとらえ方：学生の「海の健康」に対するイメージは海の外観から海水、生物、資源に関する事項まで幅広く多様であった。生物多様性をはじめ生態系のバランス、回復力・安定性を志向する意見が多い反面、物質循環に目を向ける意見は少なめであったが、全体的な構図としては「海の健康診断」に関するこれまでの検討結果を支持するものであった（図2参照）。海水や物質の循環など海の環境に関するシステム的な見方（生態系としての理解）がまだ弱い点は、今後の教育面の課題の一つである。また、「健康な海」の重要な要素となる「豊かな海」の具体的で直接的な指標として、生物資源の豊富さやそれを支える再生産の健全性を環境診断にどのような形で取り込んでいくかも検討課題として残されている。

(2) 海洋環境管理に関する政策展開との接点：図2は学生へのアンケート結果を一次的に取りまとめたものを基にしながら、それをさらに「海の健康」の保全・回復に関係する行政的な管理領域区分等と関連付けてまとめ直したものである。その結果、環境行政が視覚・風景等の外観から海水の循環や水質、水産行政が水質から各種の生物に関する事項にそれぞれ重点を置いていること、「海の健康診断」の範疇として設定されている図の右上の「生態系」の部分は、行政の守備範囲から外れていることが浮き彫りとなった。今後、研究の精度を上げるとともに、より体系的・総合的な取り組みが必要といえよう。

謝辞：本報告について有益な助言をいただいた長崎県環境保健研究センターの山口仁士博士、並びにアンケートの整理に協力いただいた長崎大学水産学部4年生の井手浩美さんに

お礼を申し上げます。

参考文献

中田英昭 (2005) 海の健康診断—沿岸環境の保全・回復のために—, 月刊海洋 号外 40, 148-152.

海洋政策研究財団 (2009) 平成 20 年度全国閉鎖性海湾の海の健康診断調査報告書 全国 71 閉鎖性海湾の海の健康診断一次診断カルテ, 1-312.

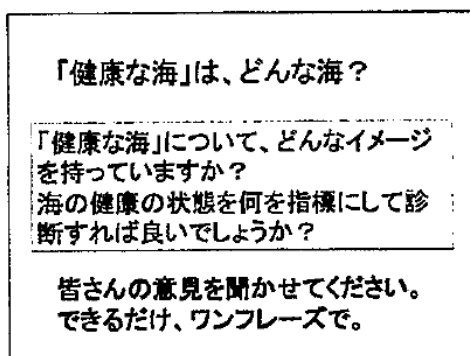


図1 アンケートの内容

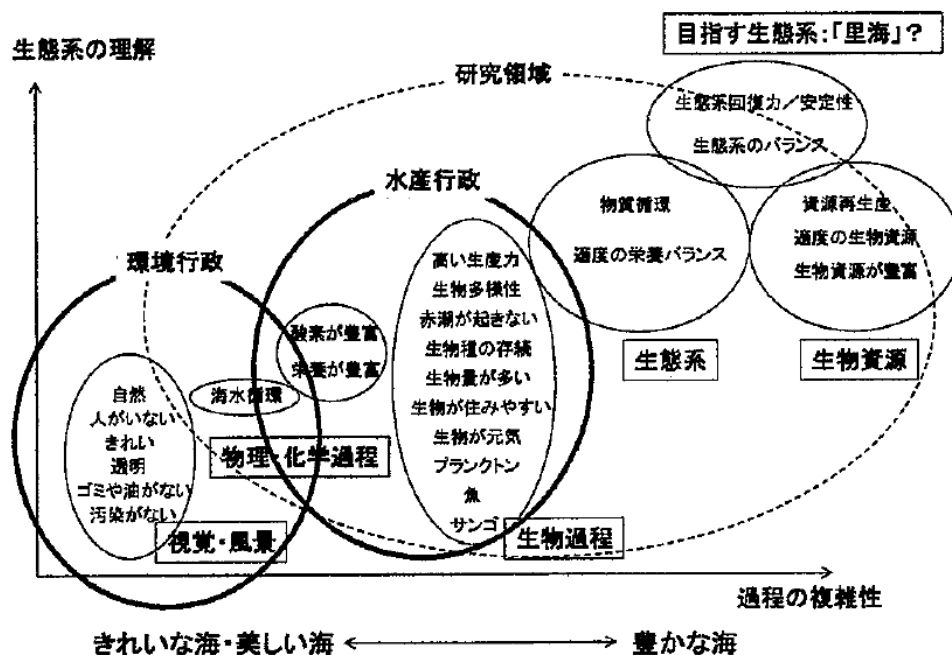


図2 アンケート結果を行政的な管理領域区分等と関連付けたもの

「目指す生態系」の実現に向けて海の総合的管理を進めるためには、従前の行政指標だけでは全く不十分で、「海の状態」に対応した新たな指標が必要であることを示している。

(※日本海洋政策学会 第3回年次大会 「海の状態」の指標に関する考察：水産学部学生のアンケート結果からみえてきたもの、中田英昭、2011) より抜粋)

1. 形態別の栄養塩と一次生産者の関係

形態別の栄養塩と一次生産者の関係についての関係について、網羅的にまとめられた論文は少ない。

吉田ら（2011）¹⁾は、栄養塩と海藻類の一次生産の関係について、世界の各海域別に網羅的にまとめており、これによれば、以下のような関係がある。

- ・多くの海藻類ではアンモニア態窒素の方が硝酸態窒素よりも速やかに吸収される。
- ・吸収された栄養塩は海藻類の体内に蓄積され、貧栄養となった場合は体内の栄養を使い成長する。ただし、海藻の種類により高濃度のアンモニア態窒素の存在により硝酸態窒素の吸収が阻害される場合や、アンモニア態窒素の存在に影響を受けない海藻もある。
- ・多くの海藻は、沿岸湧昇や降水時の陸水など、不定期に供給される栄養塩を効率的に吸収し、余剰の窒素やリンを体内に貯留し、栄養塩レベルが低下したときに利用する。
- ・海藻体に栄養塩が吸収されるためには、10cm/s 程度までの流速が必要である。
- ・炭素・窒素・リン含有量比（モル比）植物プランクトンは 106 : 16 : 1（レッドフィールド比）であるのに対し、海草類は 435:20:1、海藻類は 800:49:1であった。
- ・海藻類にとっての「適性栄養塩」レベルとは、「水中の DIN や DIP が制限要因とならず、最大の成長や光合成が見られる濃度レベルである」と定義できる。
- ・ただし、特に我が国の海藻類については、窒素・リン含量の成長飽和境界値、生存境界値ともほとんど明らかにされていない。

1) 「海藻類の一次生産と栄養塩の関係に関する研究レビュー ―および瀬戸内海藻場の栄養塩環境の相対評価―」（吉田吾郎, 新村陽子, 樽谷賢治, 浜口昌巳, 水研センター技報, 第 34 号, 1-31, 2001）

2. 既存資料による窒素、リンの状況

「海の健康診断」で対象となった全国の 71 の海域の窒素、リンの状況を把握するために、各地自体の公共用水域の水質測定結果の収集・整理を行った。

T-N、T-P については、(独) 国立環境研究所の環境数値データベースに登録されている、2009 年のデータ（最大値、最小値、平均値）を用いた（図 2、図 3）。

ただし、71 海域の中には公共用水域の水質測定を行っていない海域もある。

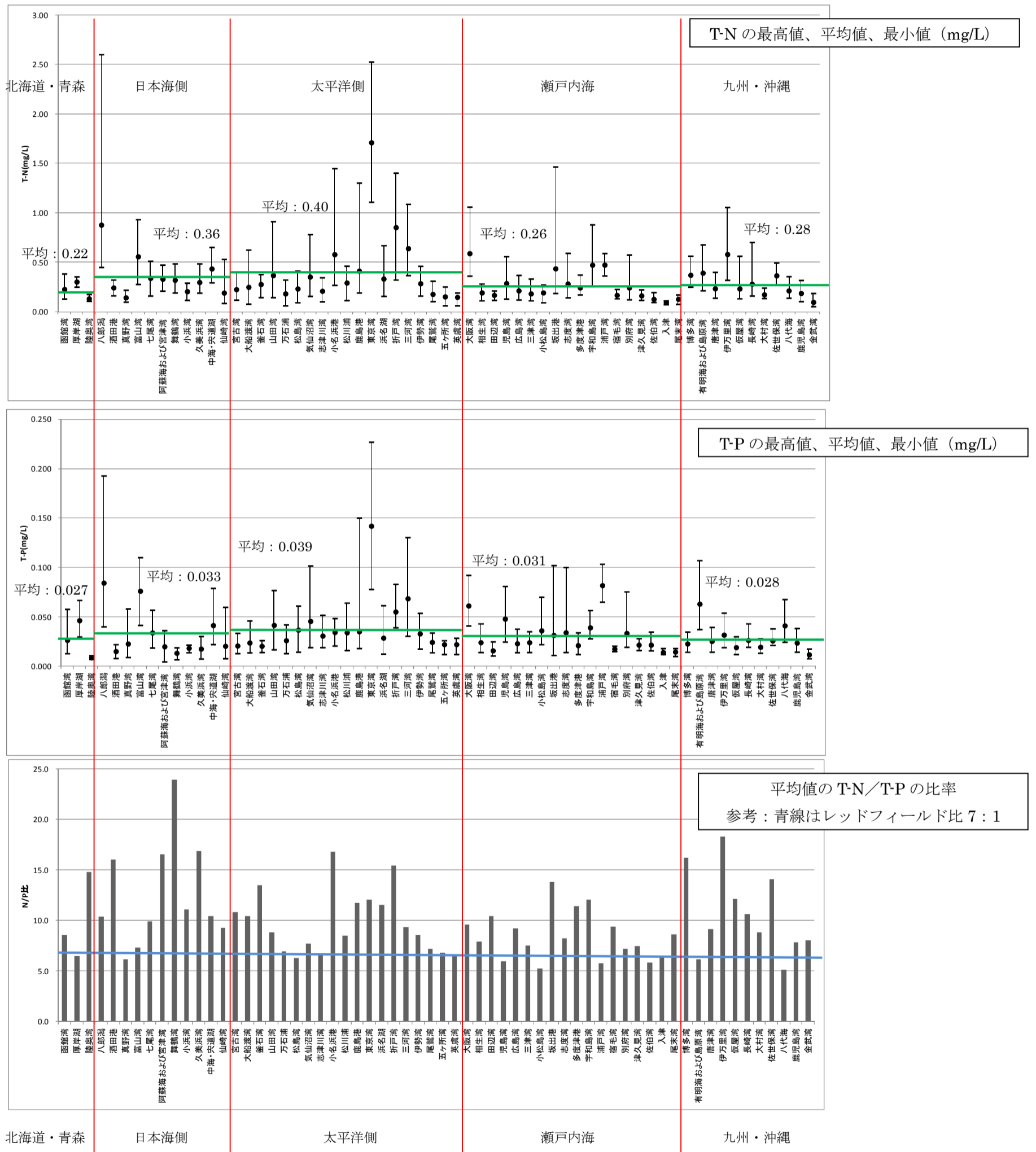
形態別の栄養塩については、同データベースには登録されていないため、各自治体のホームページより最新年の公共用水域の水質調査結果を収集し整理を行った（図 4、図 5）。

なお、自治体においては、形態別の栄養塩を分析していなかったり、環境基準の適合状況のみの提供であったりしたため、形態別の栄養塩に関しては、71 海域全てを収集することは出来なかった（表 3）。

表 3 栄養塩データの収集結果

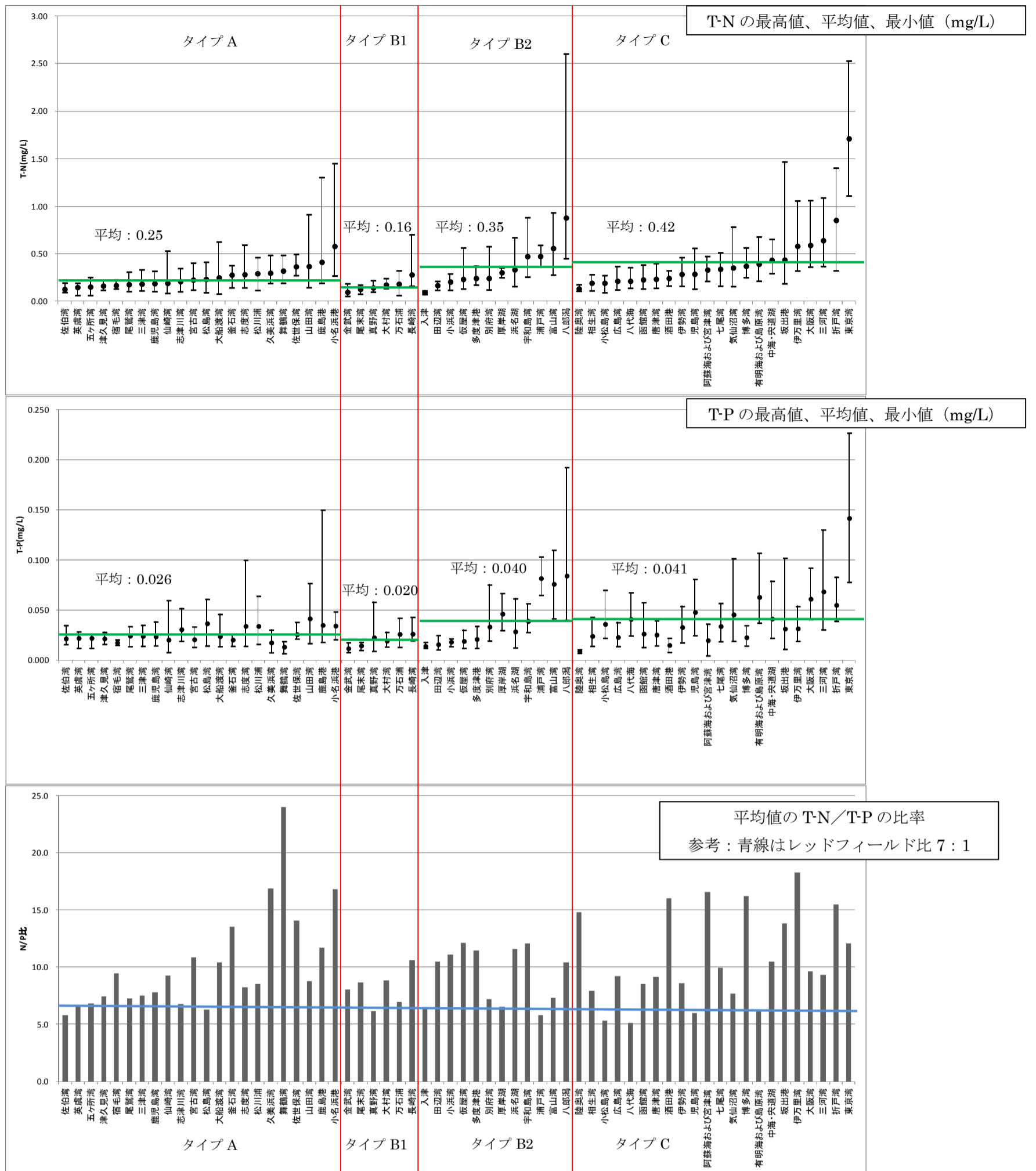
都道府県	No.	海湾名	公共用水域のデータの収集結果					
			全窒素	全磷	硝酸態窒素	亜硝酸態窒素	アンモニア態窒素	リン酸態リン
北海道	1	函館湾	○	○	○	○	○	○
	2	噴火湾	×	×	×	×	×	×
	3	厚岸湾	×	×	×	×	×	×
	4	厚岸湖	○	○	○	○	○	○
青森県	5	陸奥湾	○	○	×	×	×	×
岩手県	6	宮古湾	○	○	×	×	×	×
	7	大船渡湾	○	○	×	×	×	×
	8	釜石湾	○	○	×	×	×	×
	9	山田湾	○	○	×	×	×	×
宮城県	10	万石浦	○	○	×	×	×	×
	11	松島湾	○	○	×	×	×	×
	12	気仙沼湾	○	○	×	×	×	×
	13	志津川湾	○	○	×	×	×	×
秋田県	14	八郎潟	○	○	×	×	×	×
山形県	15	酒田港	○	○	×	×	×	×
福島県	16	小名浜港	○	○	×	×	×	×
	17	松川浦	○	○	×	×	×	×
茨城県	18	鹿島港	○	○	×	×	×	×
東京都、神奈川県、千葉県	19	東京湾	○	○	○	○	○	○
新潟県	20	真野湾	○	○	○	○	○	×
富山県	21	富山湾	○	○	×	×	×	×
石川県	22	七尾湾	○	○	×	×	×	×
福井県	23	敦賀湾	×	×	○	○	×	×
	24	矢代湾	×	×	×	×	×	×
	25	小浜湾	○	○	○	○	×	×
静岡県	26	浜名湖	○	○	○	○	○	○
	27	沼津湾	×	×	×	×	×	×
	28	折戸湾	○	○	○	○	×	×
愛知県	29	三河湾	○	○	×	×	×	×
愛知県、三重県	30	伊勢湾	○	○	×	×	×	×
三重県	31	尾鷲湾	○	○	○	○	×	×
	32	新鹿湾	×	×	×	×	×	×
	33	五ヶ所湾	○	○	○	○	×	×
	34	英虞湾	○	○	○	○	×	×
京都府	35	舞鶴湾	○	○	○	○	○	○
	36	阿蘇海および宮津湾	○	○	○	○	○	○
	37	久美浜湾	○	○	○	○	○	○
大阪府、兵庫県	38	大阪湾	○	○	○	○	○	○
兵庫県	39	相生湾	○	○	×	×	×	×
和歌山県	40	田辺湾	○	○	×	×	×	○
鳥取県・島根県	41	中海・宍道湖	○	○	○	○	○	○
岡山県	42	児島湾	○	○	○	○	○	○
広島県	43	広島湾	○	○	×	×	×	×
	44	三津湾	○	○	×	×	×	×
山口県	45	仙崎湾	○	○	×	×	×	×
徳島県	46	小松島湾	○	○	○	○	×	○
香川県	47	坂出港	○	○	×	×	×	×
	48	志度湾	○	○	×	×	×	×
	49	多度津港	○	○	×	×	×	×
愛媛県	50	宇和島湾	○	○	×	×	×	×
高知県	51	浦戸湾	○	○	×	×	×	×
	52	須崎湾	×	×	×	×	×	×
	53	宿毛湾	○	○	×	×	×	×
福岡県	54	博多湾	○	○	○	○	○	○
福岡県、熊本県、佐賀県、長崎県	55	有明海および島原湾	○	○	○	○	○	○
福岡県、佐賀県	56	唐津湾	○	○	○	○	○	○
佐賀県、長崎県	57	伊万里湾	○	○	○	○	○	○
佐賀県	58	仮屋湾	○	○	○	○	○	○
	59	長崎湾	○	○	×	×	×	×
	60	大村湾	○	○	×	×	×	×
	61	佐世保湾	○	○	×	×	×	×
	62	橘湾	×	×	×	×	×	×
熊本県、鹿児島県	63	八代海	○	○	×	×	○	○
大分県	64	入津	○	○	×	×	×	×
	65	別府湾	○	○	×	×	×	×
	66	津久見湾	○	○	×	×	×	×
	67	佐伯湾	○	○	×	×	×	×
宮崎県	68	尾末湾	○	○	×	×	×	×
鹿児島県	69	鹿児島湾	×	×	×	×	×	×
沖縄県	70	金武湾	○	○	×	×	×	×
	71	羽地内海	×	×	×	×	×	×

注) 全窒素、全磷は(独)国立環境研究所の環境数値データベースより収集した。他の項目は各自治体のHPから収集した



- 注) 1.最高値、最小値は各海域で複数の観測点・観測日がある場合には、それぞれの観測点の最高値または最小値の平均の値とした。
 2.平均値は、各海域で複数の観測点・観測日がある場合には、全ての観測値の平均の値とした。
 3.定量下限値以下の値については、定量下限値を測定値として扱った。
 4.緑色の線は各タイプの平均値（各湾の平均値の平均値）を示す。

図 2 海域別の T-N、T-P の状況 (2009 年度)



- 注)
- 1.最高値、最小値は各海域で複数の観測点・観測日がある場合には、それぞれの観測点の最高値または最小値の平均の値とした。
 - 2.平均値は、各海域で複数の観測点・観測日がある場合には、全ての観測値の平均の値とした。
 - 3.定量下限値以下の値については、定量下限値を測定値として扱った。
 - 4.緑色の線は各タイプの平均値（各湾の平均値の平均値）を示す。

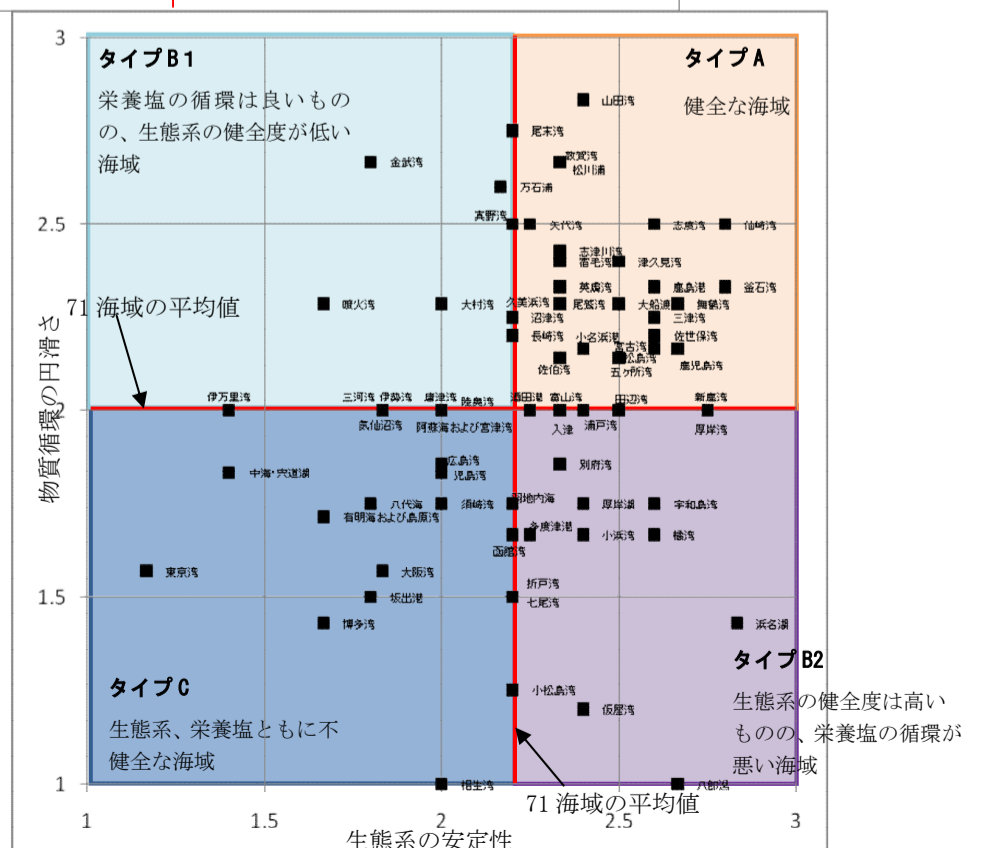


図 3 タイプ別の T-N、T-P の状況 (2009 年度)

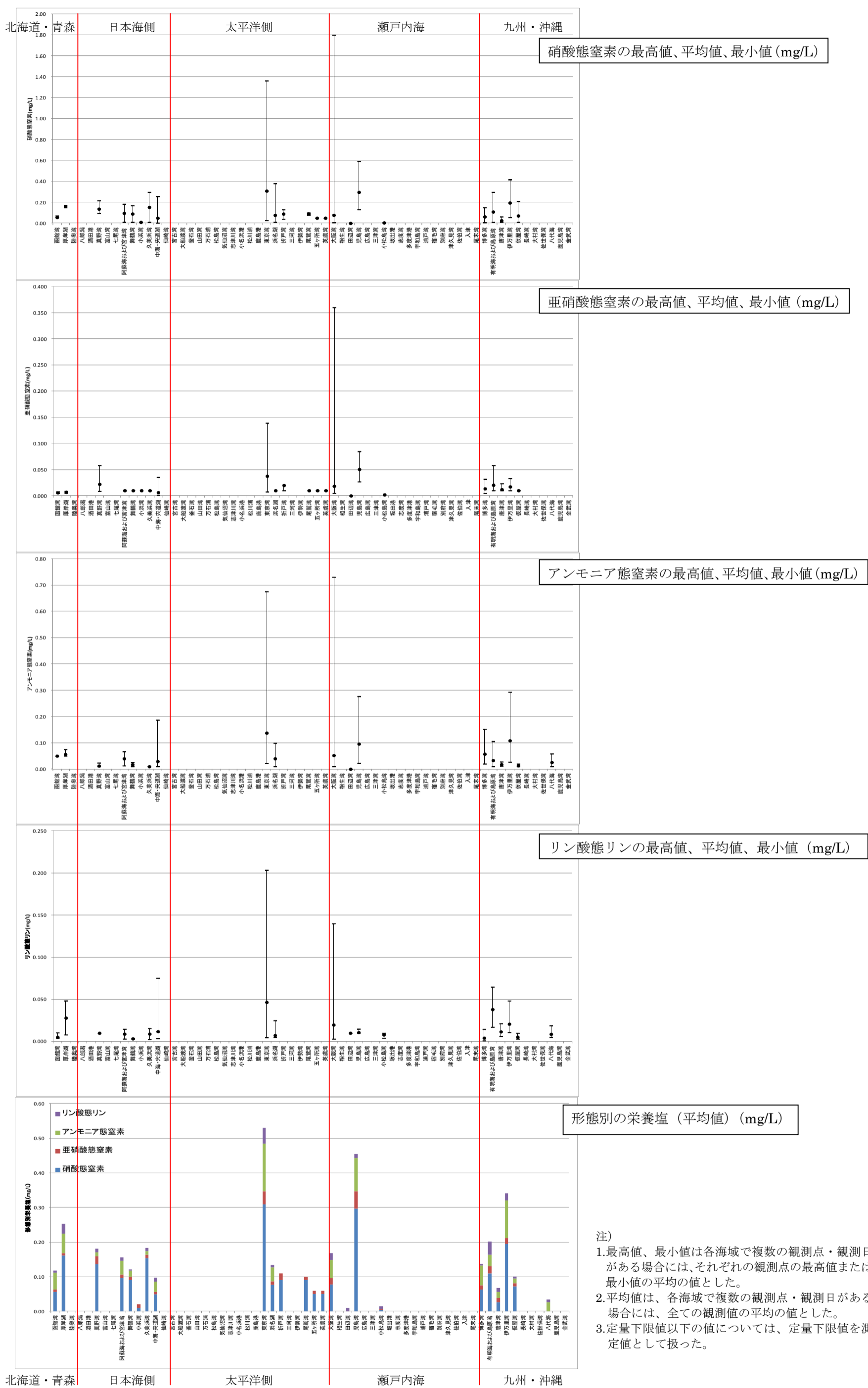
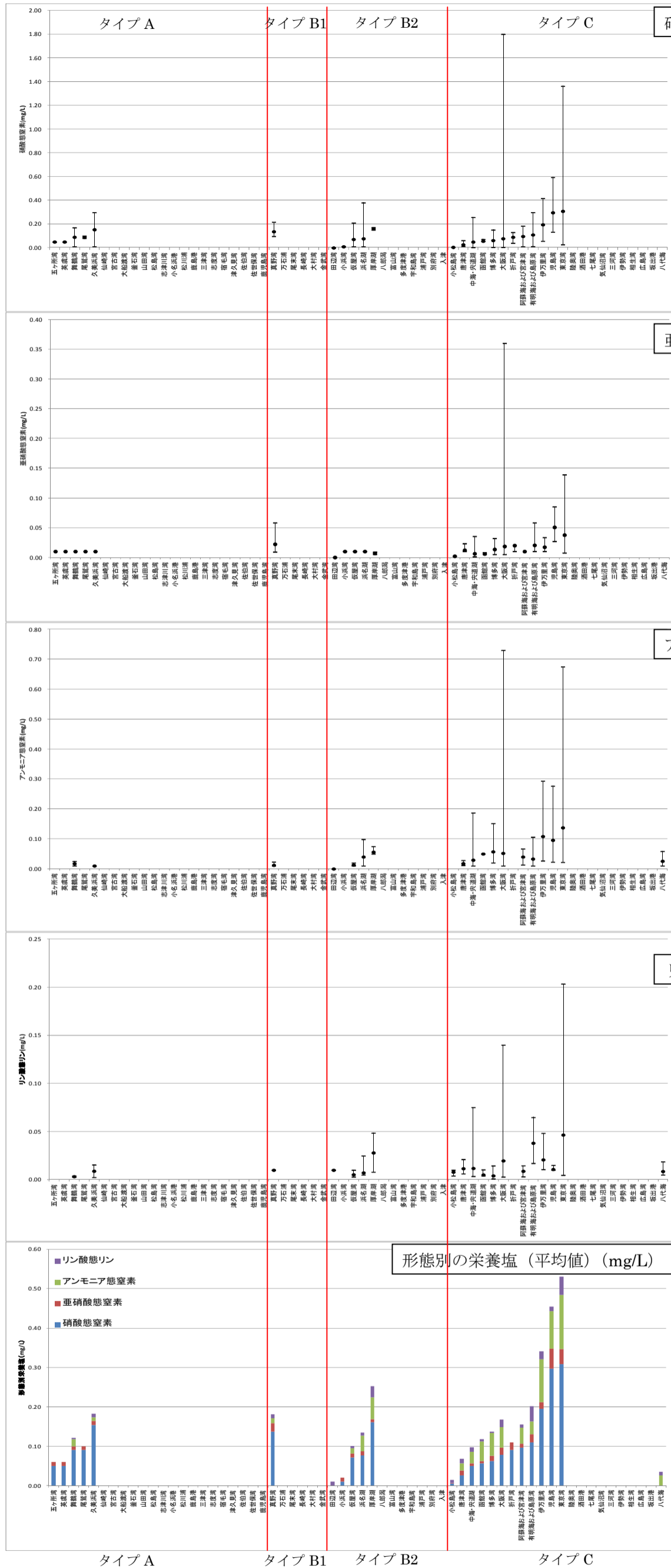
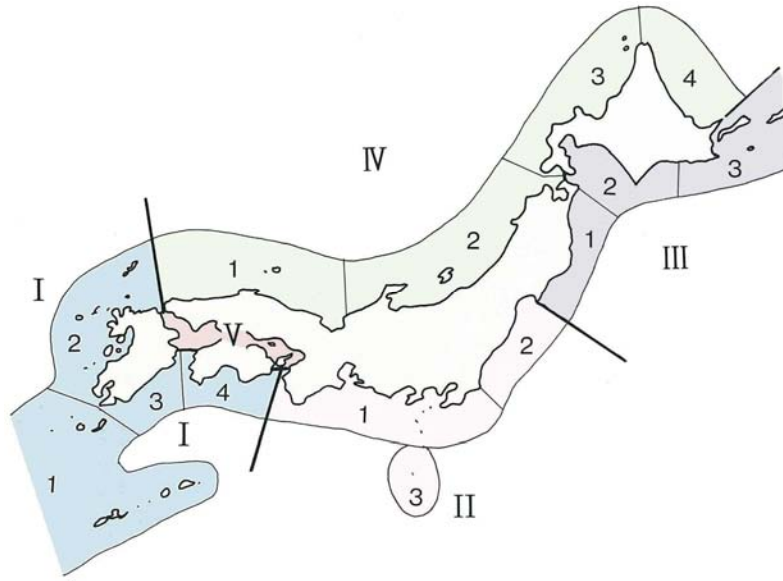


図 4 海域別の形態別栄養塩の状況



- 注)
- 1.最高値、最小値は各海域で複数の観測点・観測日がある場合には、それぞれの観測点の最高値または最小値の平均の値とした。
 - 2.平均値は、各海域で複数の観測点・観測日がある場合には、全ての観測値の平均の値とした。
 - 3.定量下限値以下の値については、定量下限値を測定値として扱った。

図 5 タイプ別の形態別栄養塩の状況



第一海域 [I] : 南西諸島を北上し、九州南端で二つに分かれ、九州南東岸、四国南岸を経て紀伊水道に至る海域、および九州西岸から九州北岸に至る海域

- [I₁] : 南西諸島から九州佐多岬まで
- [I₂] : 佐多岬から九州西岸を経て北岸東端の関門海峡まで
- [I₃] : 佐多岬から豊後水道まで
- [I₄] : 豊後水道から紀伊水道まで

第二海域 [II] : 紀伊水道から宮崎県金華山までの海域

- [II₁] : 紀伊水道から犬吠埼まで
- [II₂] : 犬吠埼から金華山まで
- [II₃] : 八丈島および小笠原諸島

第三海域 [III] : 金華山から北上し、北海道南東岸、納沙布岬を経て知床半島先端知床岬に至る海域。歯舞、色丹、国後、択捉の諸島を含む

- [III₁] : 金華山から下北半島東北端尻屋崎まで
- [III₂] : 尻屋崎から北海道襟裳岬を経て釧路まで。第四海域との境界は、下北半島大間岬と函館市内函館山の麓の大鼻岬を結ぶ線
- [III₃] : 釧路から南千島諸島を含み、知床岬まで

第四海域 [IV] : 関門海峡から日本海側を北上し、北海道西岸を経て稚内からオホーツク海を東に下り、知床岬に至る海域

- [IV₁] : 関門海峡から福井県越前岬まで
- [IV₂] : 越前岬から下北半島大間岬と函館大鼻岬を結ぶ線まで
- [IV₃] : 大鼻岬と大鼻岬を結ぶ線から稚内まで
- [IV₄] : 稚内から知床岬まで

第五海域 [V] : 瀬戸内海全域、すなわち東は大阪湾、東南は徳島県小松島の和田ヶ鼻と和歌山県有田の宮崎ノ鼻を結ぶ線、西南は佐多岬と佐賀関を結ぶ線、西は関門海峡、で囲まれた海域

出典 : 「図鑑 海藻の生態と藻礁」(徳田廣、川嶋昭二、大野正夫、小河久朗、(株) 緑書房、1991)

図 6 海藻の生態に基づく海域区分