

## 海洋の二酸化炭素吸収量解明のための海洋二酸化炭素関連物質データベースに関する研究

国土交通省

海上保安庁海洋情報部海洋情報課（日本海洋データセンター） 大市一芳

平成13～15年度合計予算額	49,520千円
（うち、平成15年度当初予算額	17,503千円）

〔要旨〕本研究では、日本国内の海洋調査研究機関が実施した二酸化炭素関連物質に関する海洋調査航海のインベントリ情報（所在情報）の収集整理を、平成13年度より平成15年度までの3年間にわたって行い、計367航海（ボトル採水300航海、pCO<sub>2</sub>連続観測92航海）についてデジタル化を実施し、二酸化炭素関連物質データインベントリ情報データベース「Inventory for Japanese Chemical Oceanographic Data (IJCD)」を構築した。また、これをベースに対象を北太平洋域に拡大した国際オンラインデータベースシステム「PICES CO<sub>2</sub> Related Data Integration for the North Pacific (PICNIC)」を北太平洋海洋科学条約機構（PICES）との協調の下に構築・運用した。

加えて、実データについても収集を行い、東京大学海洋研究所の白鳳丸、広島大学の豊潮丸等による観測データ、計63航海分のデジタル化を実施している。

また、PICESの第13作業部会(WG13)の議論に基づき、米国太平洋海洋環境研究所（PMEL）が開発した「Live Access Server (LAS)」を元に、オンラインによる対話的で視覚化機能を備えたデータベースを構築し評価を行った。なお、収録データとしては、国立環境研究所地球環境研究センターが実施している定期貨物船を利用したpCO<sub>2</sub>連続観測のものを利用した。

さらに並行して、観測現場からデータセンターにおける管理まで様々な局面において問題となる二酸化炭素関連物質データの取り扱いについて標準となる手法を確立するため、二酸化炭素関連物質に関する国際プロジェクト及び調査研究機関で、国際的に先端を行く国内外の海洋調査機関における観測手法、観測データの管理体制及び品質管理手法について調査し、データのフォーマット及び品質管理手法を開発し、マニュアルとして整えた。

〔キーワード〕 二酸化炭素、データベース、海洋、品質管理、視覚化

## 1 はじめに

海洋は、季節変動はあるものの1年を越えるスケールでは大気から二酸化炭素を吸収し蓄積している。海洋が大気から二酸化炭素をどのように吸収し蓄積してきたかを解明することは、大気中の二酸化炭素の濃度、ひいては地球温暖化に関わる気候変動の将来予測を行う上で極めて重要な課題である。

我が国では、数多くの調査機関が、海洋及び大気における二酸化炭素量の測定を行っている。しかしながら、そのデータは、異なる観測手法並びに近年の観測手法の進歩による精度の向上等により、データ精度・確度にバラつきが大きい。そのうえ、データの多くは各調査機関に分散している。「高精度な全炭酸データの解析」など大量のデータを用いたグローバルな精密解析にはデータの精度管理が必要不可欠であるにもかかわらず、各機関に分散する二酸化炭素関連物質データを総合的・統一的に有効利用することは、従来のデータ管理方法では困難であった。

これらのことから、二酸化炭素の海洋吸収メカニズムを解明するために必要な高精度な二酸化炭素関連物質データを効率的に収集すると共に、データを有効に活用するための提供システム(データベース)を構築することが急務となっている。

## 2 研究目的

二酸化炭素の海洋吸収メカニズムの解明を促進するため、国内外の研究者に対して高精度な二酸化炭素関連物質データを提供(公開)するために必要なシステムの研究・開発を行う。

各観測機関によって取得されたデータを収集し、フォーマットの統一や品質管理を行い、データベースを構築する。また、研究者の有効利用に資することを目的として、各観測機関が観測したデータに関する観測方法やデータ管理状況等の情報の調査し、データの所在を適切に管理できるデータインベントリ(所在情報)を整備する。

## 3 研究方法

本研究では、研究目的を達成するため、インベントリ情報データベースの構築・二酸化炭素関連物質データのデジタル化・二酸化炭素関連物質データベースの構築と評価・二酸化炭素関連物質データ品質管理手法の開発および評価の4点を研究項目として実施することとした。また、構築するデータベースを国際的に広く利用されるものとするため、UNESCOの政府間海洋学委員会(IOC)や北太平洋海洋科学機構(PICES)等の国際機関、世界海洋大循環実験(WOCE)、全球海洋フラックス国際共同研究(JGOFS)や北大西洋二酸化炭素研究活動(CARINA)等の国際プロジェクトならびに米国の二酸化炭素分析センター(CDIAC)や世界データセンター(WDC)等、諸外国の研究機関等と協調し研究を進めることとした。

なお、本研究において、二酸化炭素関連物質データとは、全炭酸、二酸化炭素分圧、アルカリ度、pH、水温、塩分、クロロフィルa、栄養塩等の海洋データを指すものとする。

各研究項目は以下の様に進めた。

### (1) インベントリ情報の収集及びデータベースの構築

各研究機関に散在する二酸化炭素関連物質データの有効活用を進めるには、まず、その存在が明らかになり、研究者間で情報が共有されることが必要不可欠である。そのため、データの特定と所在または入手方法を知るために必要な付属情報をインベントリ情報としてまとめ、提供するデータベースの構築を行った。

平成13年度において、まず、国内外のプロジェクトや機関におけるデータ管理状況を調べ、関係研究者の助言を得て登録すべきインベントリ情報の項目を定めた。その結果、日本国内においては1990年代の観測が最も多く、その10年間で過去35年間の化学系観測のうち約86%が行われていることが分かった。この調査の結果に基づき、日本国内の海洋調査機関10機関の協力を得て、各機関が実施した二酸化炭素関連物質に関する海洋調査情報、計203航海分（ボトル採水152航海、pCO<sub>2</sub>連続観測51航海）について、収集しデジタル化を行った。デジタル化した海洋調査情報は整理し、海洋化学系データのデータインベントリの試作版として構築した「Inventory for Japanese Chemical Oceanographic Data (IJCD)」に収録し、国内の研究者による評価を受けた。図1にIJCDの検索条件入力画面を、図2に検索結果出力画面を示す。

図1 IJCD 検索条件入力画面

IJCD - Data Inventory - Microsoft Internet Explorer

アドレス http://www.ijcd.jp/p/invent2.html

**IJCD** Inventory for Japanese Chemical Oceanographic Data

top | about IJCD | working group | links

data inventory search results

1947/1 - 2002/1  
 Area: all  
 Project: undefined  
 Ship: Hakuho-maru (112 ships selected) >> back to search page  
 Observation variables:  
 Select mode:  
 Method: Bottle Sampling

No.	Cruise Name	Ship	Period	Observation Area	Data Status	Publication	Project	Principal Investigator/ Institution (list for inst. name)	Contact (list for inst. name)	Chemical Variables in Data Set	Details
1	KH67-1	Hakuho-maru	1967/7/18-1967/8/7	North Pacific	closed	unpublished		Yoshio Horibe/ORI	Marine Technical Support Section/ORI (Tel, Fax only)		
2	KH67-2	Hakuho-maru	1967/8/9-1967/8/18	Japan Trench	closed	unpublished		Noriyuki Nasu/ORI	Marine Technical Support Section/ORI (Tel, Fax only)		
3	KH67-3	Hakuho-maru	1967/9/6-1967/9/20	North Pacific	closed	unpublished		Nobuo Taga/ORI	Marine Technical Support Section/ORI (Tel, Fax only)		
4	KH67-5	Hakuho-maru	1967/11/21-1968/2/16	Western and central Pacific	closed	unpublished		Noriyuki Nasu/ORI	Marine Technical Support Section/ORI (Tel, Fax only)		
5	KH68-2	Hakuho-maru	1968/5/15-1968/6/8	East China Sea	opened	published		Takahisa Nemoto/ORI	Marine Technical Support Section/ORI (Tel, Fax only)	DO, pH, NO <sub>2</sub> , PO <sub>4</sub> , Si, DOC	
6	KH68-3	Hakuho-maru	1968/7/18-1968/8/16	North Pacific	opened	published		Yoshihumi Tomoda/ORI, Yoshio Horibe/ORI	Marine Technical Support Section/ORI (Tel, Fax only)	DO, pH, D <sub>15</sub> N, Tritium, O <sub>18</sub> O <sub>16</sub> , Ca/Sr	
7	KH68-4	Hakuho-maru	1968/11/14-1968/3/3	Farctic Ocean	opened	published		Yoshio Horibe/ORI	Marine Technical Support Section/ORI (Tel, Fax only)	NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , Si, PO <sub>4</sub> , pH, TALK, isotopes (Th, Pu, Ce, Sr, Po, Pb)	
8	KH70-1	Hakuho-maru	1970/2/3-1970/3/5	North Pacific	opened from JODC (ex TALK and isotopes)	published		Yoshio Horibe/ORI, Toshihiko Teramoto/ORI	Marine Technical Support Section/ORI (Tel, Fax only)	DO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , Si, PO <sub>4</sub> , pH, TALK, isotopes (Cu, Pu, Sr, Ce, Pb, Po, U, Th)	
9	KH70-2	Hakuho-maru	1970/4/14-1970/6/18	North Pacific	opened	published		Yoshio Horibe/ORI	Marine Technical Support Section/ORI (Tel, Fax only)	DO, NO <sub>2</sub> , Si, PO <sub>4</sub> , pH, TALK, pCO <sub>2</sub> , Ca, Fe, Al, isotopes (Pb, Pu, Pb, Ra, Th, U, Sr, Cs, O)	
10	KH71-3	Hakuho-maru	1971/6/18-1970/7/29	Western North Pacific	opened from JODC (ex TALK & Chl-a and metals)	published		Akihiko Hattori/ORI	Marine Technical Support Section/ORI (Tel, Fax only)	DO, NO <sub>2</sub> , Si, PO <sub>4</sub> , pH, TALK, Chl-a, Fe, Al	

ページが表示されました

スタート | IJCD - Data I... | マイドキュメント | 0304148aba\_re... | インターネット

図 2 IJCD 検索結果出力画面

平成14年度には、引き続きインベントリ情報の収集を進め、重点的に独立行政法人水産総合研究センターの各研究所において長年にわたり観測されてきた栄養塩データ、クロロフィルaデータに関する情報の収集整理を行い、その他研究機関によるデータを含め、計93航海分をIJCDに追加した。また、IJCDのシステムを基に、北太平洋海洋科学条約機構(PICES)との協調の下にPICNIC(PICES CO<sub>2</sub> Related Data Integration for the North Pacific)と称する北太平洋におけるインベントリ情報の整備を行った。IJCDに蓄積されたインベントリ情報は一部を除いてPICNICへも提供されており、他のPICES加盟国の海洋調査情報とともに公開されている。なお、現時点においては、日本以外では、米国およびカナダの情報がほとんどであり、今後、他の加盟国からの情報の収集に努める必要が有る。

平成15年度には、さらなる収録情報の拡充を図り、現在、IJCDに収録されているインベントリ情報は、計367航海(ボトル採水300航海、pCO<sub>2</sub>連続観測92航海)に達している。図3に、全収録情報から、航跡の明らかな観測を示す。

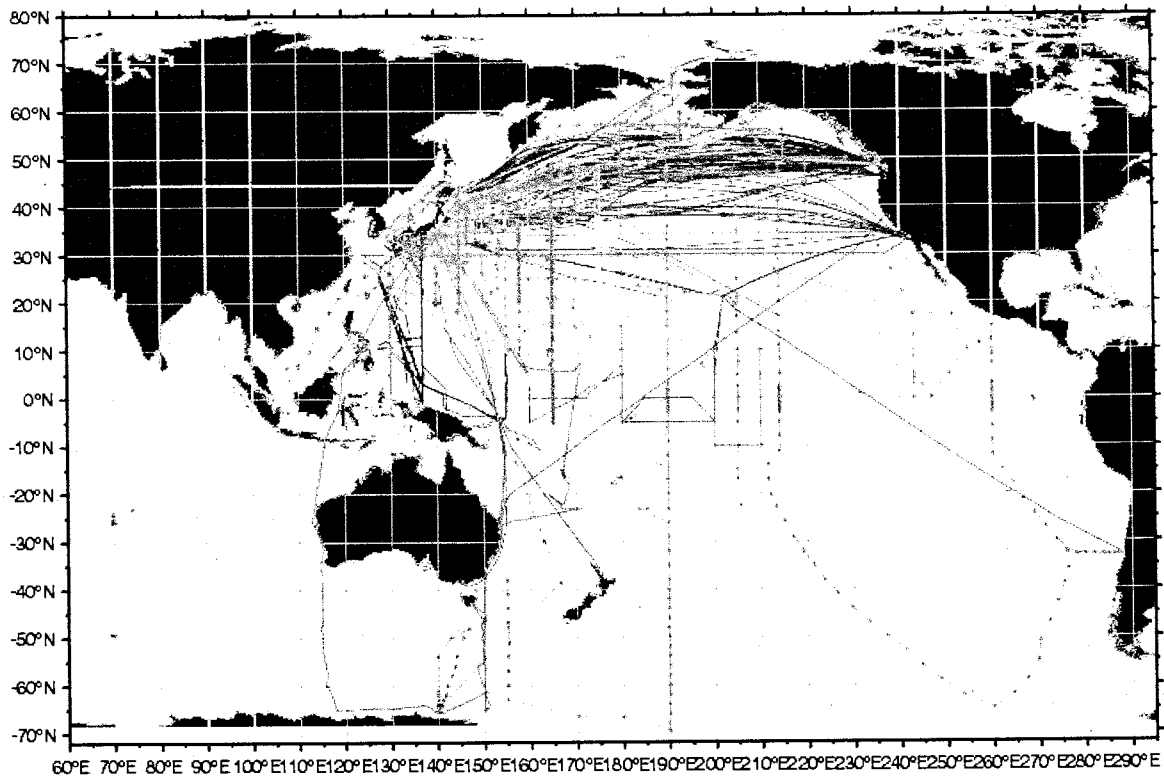


図 3 IJCD 登録航海航跡図

今後、インベントリ情報から付属情報全般へ項目拡張によるより詳細な情報提供が求められる。観測項目ごとに必要となる付属情報の項目が異なることもあり、関係する研究機関および国際プロジェクトを対象として調査を行った。その結果、二酸化炭素分圧の連続観測データについては IOCCP (International Ocean Carbon Coordination Project) の推奨項目、ボトル採水による二酸化炭素関連項目データについては PICES 第 17 作業部会 (WG17) の推奨項目が適当であると判断した。また、塩分・溶存酸素・栄養塩の付属情報項目については、別に北海道大学の渡辺豊助教授他からの提案を受けている。表 1 および表 2 に、それぞれの勧告に基づく付属情報項目を示す。

表 1 IOCCP の付属情報推奨項目

データ種別			
データセット識別子			
引用方法宣言			
観測プラットフォーム種別			
航海情報			
プロジェクト情報			
技術的品質の責任者	氏名 (フルネーム)		
	連絡先		
	所属 (データ収集当時)		
データセットの窓口	氏名		
	連絡先		
データセット詳細	初回提出日時		
	最新更新日時		
	収録データ期間 (自動生成)		
	収録データ地域 (自動生成)		
	収録データ項目 (自動生成)		
システム構成 (文章)	サンプリング位置	採水	
		吸気	
		圧力計	
	ブロックダイアグラム		
観測方法 (文章、観測項目毎)	観測方法の引用文献		
	測定条件		
	備考		
二酸化炭素測定	観測機器 (メーカー/モデル)		
	追加の環境制御		
	測定分解能		
	測定誤差		
	標準ガス	トレーサビリティ 許容誤差	
センサー類詳細	圧力計	メーカー/モデル	
		分解能	
		測定誤差	
	温度計	トレーサビリティ	
		メーカー/モデル	
		分解能	
	塩分計	測定誤差	
		トレーサビリティ	
		メーカー/モデル	
		分解能	
	測定誤差		
	トレーサビリティ		
書誌			

表 2 PICES/WG17 の付属情報推奨項目 (1/3)

必須事項(航海ごと)	船名
	PI
	責任機関
	プロジェクト名
補足情報(測点毎)	経度・緯度
	観測日時
	水深
塩分	測定方法
	測定機器
	ドリフト補正の有無, 方法
	サンプルのreplicate測定の有無, その結果
	データセット全体としての測定精度・確度の自己申告, およびその判断理由
	参考文献
	測定者
溶存酸素(DO)	測定方法
	測定機器
	試薬ブランク補正の有無, 方法
	サンプルのreplicate測定の有無, その結果
	データセット全体としての測定精度・確度の自己申告, およびその判断理由
	参考文献
	測定者
栄養塩(Si, NH <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> )	測定方法
	測定機器
	補正の有無, 方法
	サンプルのreplicate測定の有無, その結果
	データセット全体としての測定精度・確度の自己申告, およびその判断理由
	参考文献
	測定者
DIC(溶存無機炭素)	測定方法
	キャリブレーションの方法, 頻度
	サンプル体積
	(CRM測定時は)測定したCRMのバッチ番号
	CRMの測定頻度
	CRMの測定結果(QCプロット)
	測定したCRMの絶対値がSIO保証値とずれていた場合, その結果を元に測定結果の絶対値を補正したか
	HgCl <sub>2</sub> 添加の有無, 添加量, その体積補正の有無
	サンプルのreplicate測定の有無, その結果
	データセット全体としての測定精度・確度の自己申告, およびその判断理由
	参考文献
	測定者

表 2 PICES/WG17 の付属情報推奨項目 (2/3)

アルカリ度	測定方法 (滴定法, 一点法)
	(滴定法なら) 終点決定法
	セルの種別, 体積
	サンプル体積
	塩酸ブランクの補正, 補正の大きさ
	(CRM測定時は) 測定したCRMのバッチ番号
	CRMの測定頻度
	CRMの測定結果(QCプロット)
	測定したCRMの絶対値がSIO保証値とずれていた場合, その結果を元に測定結果の絶対値を補正したか
	サンプルのreplicate測定の有無, その結果
	データセット全体としての測定精度・確度の自己申告, およびその判断理由
	参考文献
	測定者
pH(水素イオン濃度)	測定方法 (電極, 分光光度法)
	使用した電極名, または色素名
	報告値のpHスケール
	測定温度
	報告値の温度条件(測定時水温, 採水ボトル水温)
	キャリブレーションの方法, 頻度
	データセット全体としての測定精度・確度の自己申告, およびその判断理由
	参考文献
	測定者
	pCO <sub>2</sub> (二酸化炭素分圧)海面連続観測データ
平衡器体積(総量)	
単位時間当たりの流量	
平衡器の上部空き高	
平衡器の換気(ventilation)の有無	
分析方法	
標準ガスの製造者	
標準ガスの濃度	
検定頻度	
大気CO <sub>2</sub> 測定頻度	
海水CO <sub>2</sub> 測定頻度	
報告(データセット化)する前に平均値計算をしたか	
平均した場合に何点毎, もしくは何分(時間)毎か	
水温・気圧センサーの検定に関する記述	
海水取水口の水深	
大気取り込み口の設置場所	
CO <sub>2</sub> 濃度として報告する項目 (fCO <sub>2</sub> , xCO <sub>2</sub> , pCO <sub>2</sub> )	
CO <sub>2</sub> データの報告前の補正(昇温補正等)	



表 2 PICES/WG17 の付属情報推奨項目 (3/3)

pCO <sub>2</sub> 海面連続観測データ (つづき)	温度データの報告前の補正
	圧力データの報告前の補正
	観測全体における大気CO <sub>2</sub> データの精度・確度, およびその根拠
	観測全体における海水CO <sub>2</sub> データの精度・確度, およびその根拠
	観測全体における温度データの精度・確度, およびその根拠
	参考文献
	測定者
pCO <sub>2</sub> 各層データ	測定方法
	平衡器体積
	平衡器の上部空き高
	平衡器内温度
	データの温度標準化の有無
	温度補正方法
	CO <sub>2</sub> 濃度として報告する項目 (fCO <sub>2</sub> , xCO <sub>2</sub> , pCO <sub>2</sub> )
	乾燥/湿潤気体
	標準ガスによる補正の有無
	標準ガス補正の頻度, 時間間隔
	現場replicate測定の有無, その統計値
	平衡器上部に流すCO <sub>2</sub> ガス濃度
	参考文献
	測定者

## (2) 二酸化炭素関連物質データのデジタル化

二酸化炭素関連物質データの有効活用にあたっては、データのデジタル化による流通・管理等の効率化が必須条件となるが、データをいかなるフォーマットに変換するかを決定する必要がある。

そのため、まず、平成13年度に国内外の海洋調査機関及びデータセンター、各プロジェクトで使用されているデータフォーマットについて調査検討するとともに、北太平洋海洋科学機構第13作業部会(PICES/WG13)に参加し、二酸化炭素関連物質データの統合化に向け、データフォーマット及び使用するシステムについて検討を行った。当初 WOCE のデータ形式の採用が提案されたが、複数のファイルに分かれた形態であるため、その利便性に疑問有りとする意見が強く、採用は見送られた。一方、海洋データの可視化にあたっては、ドイツのアルフレッド・ウェグナー研究所(AWI)が開発したソフトウェア「Ocean Data View (ODV)」を利用することが提案され、データのフォーマットについては、ODVによる利用の便を図ることが望ましいとされた。ODVは、無償のソフトウェアであり、また、Windows・Unix・Macintoshなど多くのOS上で利用が可能である。そして、海洋データ処理のために十分な機能と優れた柔軟性を備えており、国際的な標準ソフトウェアとして使用するためには極めて好適である。図4に、ODVによるデータ表示画面の一例を示す。

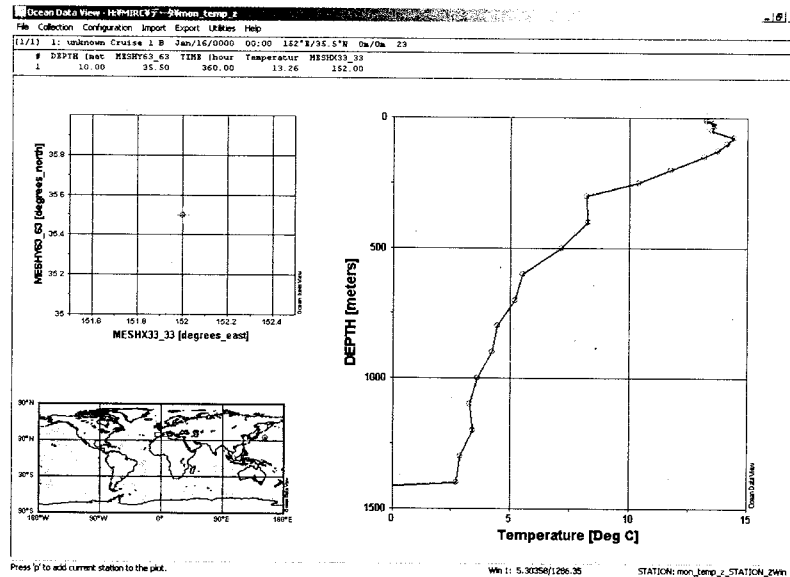


図 4 ODV によるデータ表示例

この議論の結果を踏まえ、平成 14 年度には東京大学海洋研究所の白鳳丸の 1968 年から 1997 年までの二酸化炭素関連物質データ、計 41 航海分を ODV での利用を前提として設計した統一フォーマットでデジタル化し、さらに、平成 15 年度には、広島大学生物生産学部豊潮丸等による 1981 年から 1991 年までのデータ（瀬戸内海水質データ）、計 22 航海分についてデジタル化を実施した。これらの二酸化炭素関連物質データは、CD-ROM に収めたデータセットとして作成した。図 5 に瀬戸内海水質データセットの表示画面を示す。

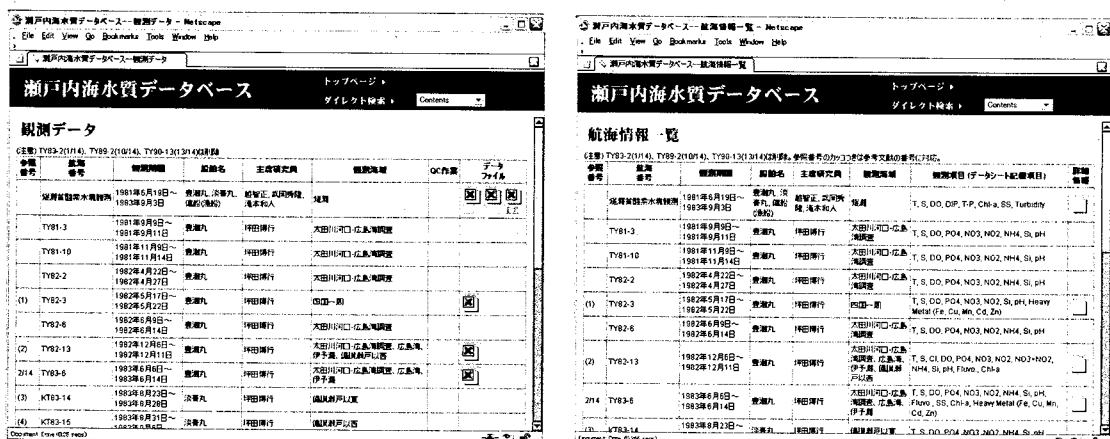


図 5 瀬戸内海水質データセット

### (3) 二酸化炭素関連物質データベースの構築

実データの配布にあたっては、近年の情報通信技術の発達によってもたらされた、視覚的なユーザーインターフェイスを備え容易に操作することが可能なデータベースシステムの採用が、今後のデータ利用を活性化する上で必要不可欠になると考えられる。

平成13年度において、PICES/WG13により、データ配布システムとして米国太平洋海洋環境研究所 (PMEL) で開発されたネットワークを通じて複数のサーバからデータを配布することのできる分散型データベース「Live Access Server (LAS)」をデータ配布システムとして使用することが提案された。LASは、様々なデータフォーマットに対応しており、さらに、Ferretと呼ばれる可視化ツールを組み込むことにより、ネットワークを通じて検索したデータを図化して画面上に表示させることが可能なソフトウェアである。

平成14年度には、この勧告を受けて、13年度に作成したデータフォーマットを元に、二酸化炭素関連物質の観測データを提供するデータベースシステムを構築し、評価を行った。

図6～図8に、LASによるデータ提供の様子を示す。このように、LASによるデータ提供は分かりやすく視覚化されており、地図上の任意の範囲を指定して拡大することも、任意の直線上の時系列変化を表示することもマウスによる指定で可能であり、簡便な操作により必要とするデータを容易に得ることが出来るようになっている。

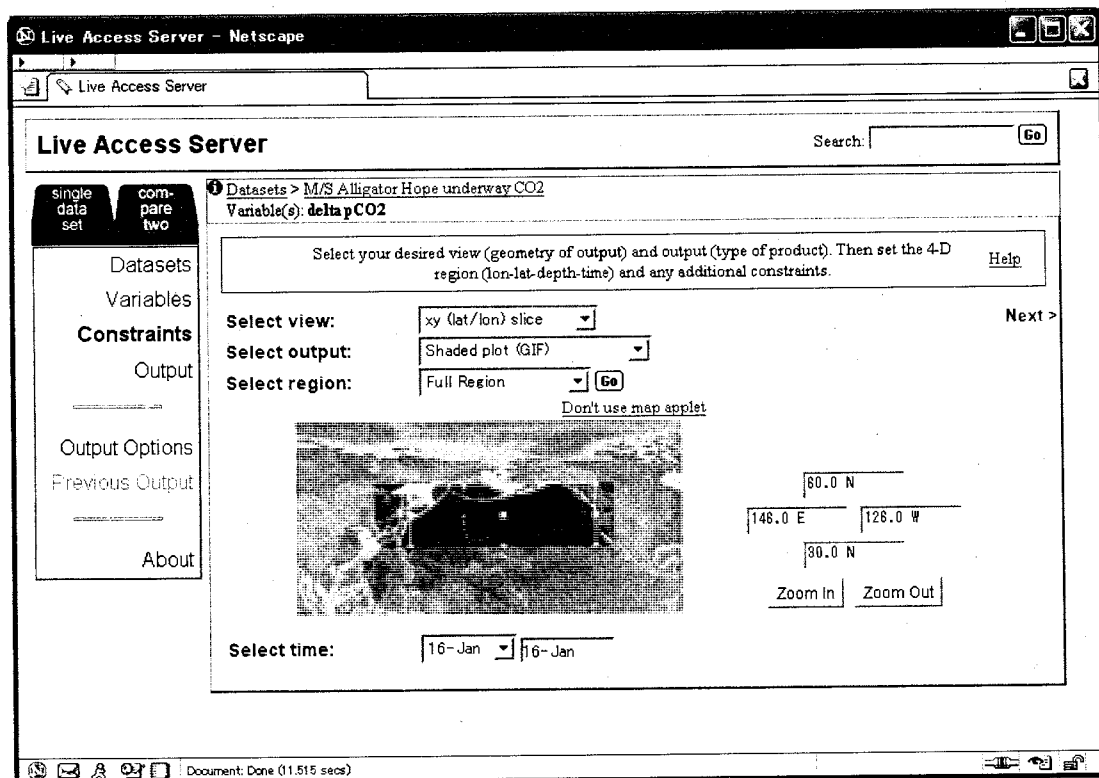


図 6 LAS によるデータ提供その1 表示設定画面

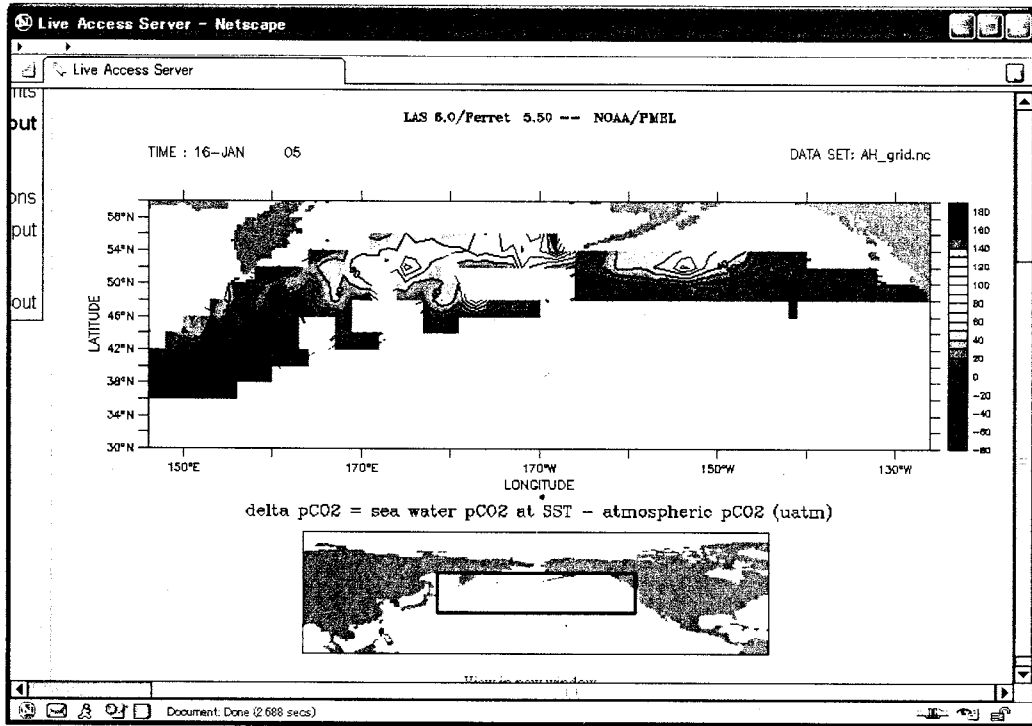


図 7 LAS によるデータ提供その2 検索結果表示画面  $\Delta pCO_2$  水平分布

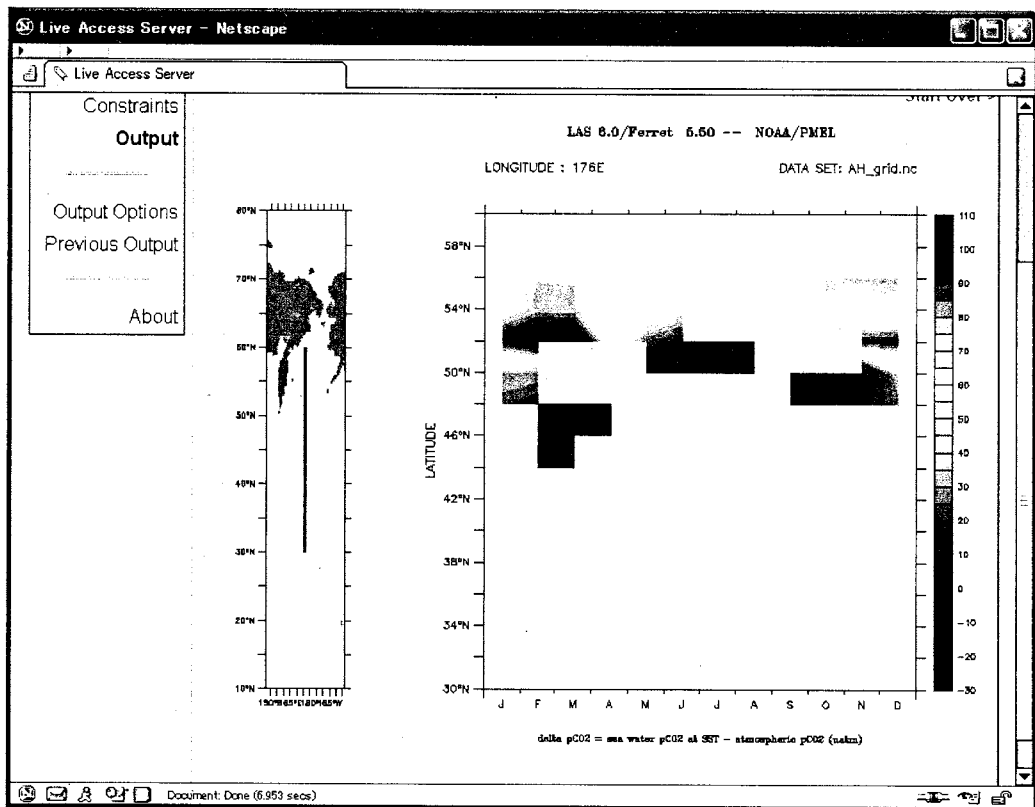


図 8 LAS によるデータ提供その3 検索結果表示画面  $pCO_2$  南北分布の時系列変化

一方、このようなユーザーインターフェイスには、未加工の観測データよりも、むしろ補間処理等により一定間隔のデータ点に整えられたグリッドデータの方が高い親和性を持ち、実際に LAS はグリッドデータの提供のために作られている。そのため、収録データとしては、国立環境研究所地球環境研究センターが 1995 年より実施している定期貨物船「スコグラン」ならびに同「アリゲーターホープ」を利用した  $p\text{CO}_2$  連続観測のものを利用した。これらのデータは、元々観測値が一定間隔で揃っており、グリッド化に適しているためである。さらに平成 15 年度には、同様の貨物船「ピクシス」による観測データについても統合を行った。

#### (4) 二酸化炭素関連物質データ品質管理手法の作成及び評価

二酸化炭素関連物質データは、単一の項目に対して異なる観測手法があり、使用する試薬および標準物質も複数存在するため、どれを用いるかによってデータ精度が大きく異なる。また、同じ観測手法・試薬を用いても、完全な自動化に至っていない項目については、測定担当者の個人差が影響する。そのため、物理系の観測データに比べ、得られる値の精度・確度にはバラつきが大きく、異なる機関の観測データの統合には困難が付きまとう。

よって、データの統一的な取り扱いには、高精度な品質管理手法が必要不可欠である。データの品質管理作業は、大きく 2 つに分けられる。一つは、主にデータセンター側で行う作業で、データを一カ所に集めて平均値・標準偏差を計算し統計的閾値を設定して疑わしい値にフラッグを付加する。もう一つは観測現場で研究者自身によって行われる作業である。本研究では標準的な品質管理手法について検討し開発することで、データの統一的な取り扱ひ方の確立を目標とした。なお、対象とした海洋二酸化炭素関連物質データは、溶存酸素・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・ケイ酸態ケイ素・クロロフィル a・全炭酸・全アルカリ度および pH である。

まず、平成 13 年度に、国内外の調査機関、データセンター及び各プロジェクトで行われている観測手法、データ管理処理手法等を調査し検討を行った。

平成 14 年度には、データセンターにおける標準的な品質管理法を確立するために、前年度の検討結果に基づいて、米国国立海洋データセンター (NODC) におけるデータ品質管理手法<sup>1,2)</sup>を基本に、二酸化炭素関連物質データのための新たなプロセスを付け加えた。また、わが国周辺海域のデータに対してよりきめ細かに対応するために、海域の特性に基づいた品質管理手法の開発を行い、国内の主な研究者に評価を依頼した。また、海洋化学系のデータ交換で重要とされる付属情報およびデータ交換時のフォーマットについても検討を行っている。

続いて平成 15 年度には、前年度の成果に研究者側からの評価を盛り込み、統計処理をより精密な方法に修正するとともに、科学的知見を加味した閾値計算を採用した。また、要望の大きかった観測現場での品質管理作業についても、(独)水産総合研究センター中央水産研究所の品質管理手法を基にした内容の追加を行った。これにより、観測から保管まで一貫したデータの取り扱い方を示すことが可能になった。

## 4 結果・考察

### (1) インベントリ情報の収集及びデータベースへの登録

本研究によって構築したインベントリ情報データベース IJCD ならびに PICNIC は、インターネットを通じて広く一般に公開されており、共に国内外の研究者に高い評価を得ている。インベントリ情報を手軽にネットワーク経由で利用できるようになったことで、研究者間でのデータ相互利用のためのコミュニケーションが格段に取りやすくなったと言える。

今後、内容の更なる拡充と利用者数および提供者数の拡大によりインベントリ情報データベースの利用の活発化を図り、当該分野における観測データの相互利用を促進していくために、国内外への継続的なアピールが必要不可欠である。

また、付属情報の収集・登録・公開のサイクルをより迅速なものとし、データベースをより利用しやすいものとするために、情報の収集等にインターネットを通じたオンラインシステムを開発・活用し、システムの自動化・統合化を進める必要が有る。

他にも、近い将来に運用の始まる CDIAC の付属情報システムとの連携など、最新の運用環境に応じたシステム改良の努力を続け、常に最良の使い易さを確保することが、二酸化炭素関連物質データの利用促進の上で望ましいと考えられる。

### (2) 二酸化炭素関連物質データのデジタル化

これまで、海洋化学系の観測データについては、研究者個人の間でのデータ交換は行われていたが、観測情報を公開し任意に相互利用することは一般的でなかった。また、個人的に交換されるデータは、定まったフォーマットがなく、データ処理の状況も一様ではないため、その都度、当事者間で別途説明が必要であった。このことは、データの公開方針が明らかでないことと相まって、再利用の範囲を狭めていた。特に 1990 年代以前のデータについては、デジタル化されていない例も多く、容易に流通させることの出来る状態にはなかった。

これら貴重な観測データの死蔵および散逸を防ぎ、今後の気候変動予測のための有効活用を図るには、出来るだけ早期に付属情報とともに収集し、デジタル化および品質管理を施して利用の容易な形態で公開する必要が有る。

また、本研究の成果に基づいて、統一的なフォーマットと標準的な品質管理手法に基づいた精度・使い勝手ともに優れたデータセットを作成し提供することで、観測データの相互利用が大きく促進されることが期待される。

平成 15 年度にデジタル化を行った瀬戸内海水質データについて、CD-ROM を媒体としたデータセットを作成した。

### (3) 二酸化炭素関連物質データベースの構築

PICES-WG13 の勧告に従い二酸化炭素関連物質データのデータベースシステムとして LAS により構築を行い、良好な結果が得られた。図 9～図 20 に示す様な三次元マップを容易に生成することが LAS を用いることで可能である。これらの図は、海面における二酸化炭素の収支の指標である大気中と海水中の二酸化炭素の分圧差  $\Delta p\text{CO}_2$  の水平分布について、1995 年から 2003 年の 9 年分のデータの重ね合わせと三ヶ月の移動平均によって、月毎の変化として捉えられるようにしたものである。データは、国立環境研究所の研究によるもの<sup>3)</sup>で、日米間の定期貨物船に自動分析装置を設置し、北太平洋の中緯度から高緯度の海域における表面海水中と大気中の二酸化炭素分圧等を継続的に観測して得られたものである。

この三次元マップからは、北太平洋のほとんど全ての海域において季節による吸収と放出の入れ替わりがあること、夏期と冬期において高緯度帯と中緯度帯の収支が逆転していること、同緯度においても北太平洋の東側と西側では大きく様相が異なることなどが明瞭に表れている。このことは、海洋全体の収支を正確に算出するには、多くのデータに基づいて面積を含んだ積分を行って見積もりを立てる必要が有ることを示している。一方、三次元マップ全体を見ると、まだデータの欠けている点も多く、今後、更なる観測の継続とそれに応じたデータベースの拡充が必要不可欠であり、気候変動予測のためのモデル計算にこのデータベースが果たすことの出来る役割は非常に大きいと言える。

一方、LAS は本来、グリッドデータの提供を目的としたものであり、未加工の観測データの提供に用いるには、いくつかの問題点がある。グリッドデータと観測データの関連性を明らかにすることは容易ではないので、画面上のグリッドデータからその元となった海洋化学系の観測データを検索することは難しい。単に同じ海域に観測点の有るだけのデータを列挙することになる。そして、その観測データに関する付属情報も合わせて提供するという形態を必要とする。また、精度が一定でない観測データにグリッド化を施すには、通常品質管理の範囲を超える処理が必要となる。これは情報提供側であるデータセンターへの負荷が大きく、現状においては困難である。このことから、観測データの提供には、別のシステムを構築する方が現実的だと言える。LAS による提供は、信頼性のレベルが一様な観測データに品質管理処理を行って統合化したデータセットとすること、または、更にグリッド化したデータの提供システムに使用することが妥当であると考えられる。

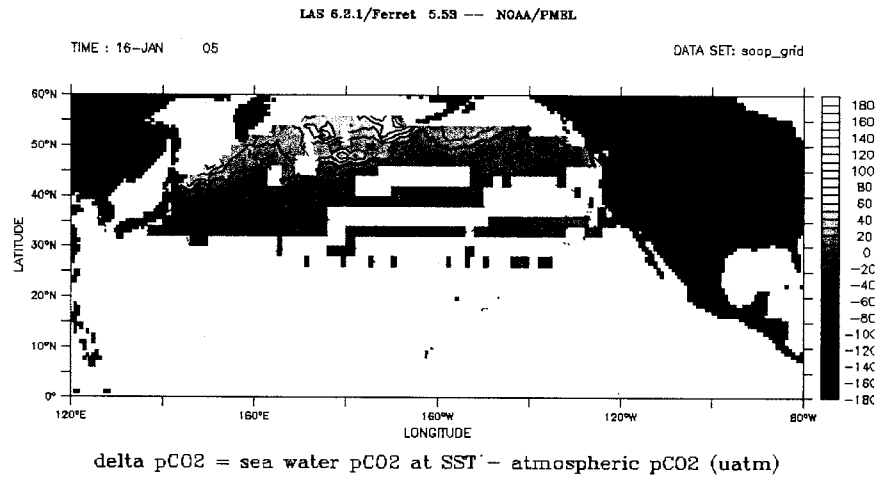


図 9 1月16日を中心とした三ヶ月の移動平均による $\Delta p\text{CO}_2$ の水平分布

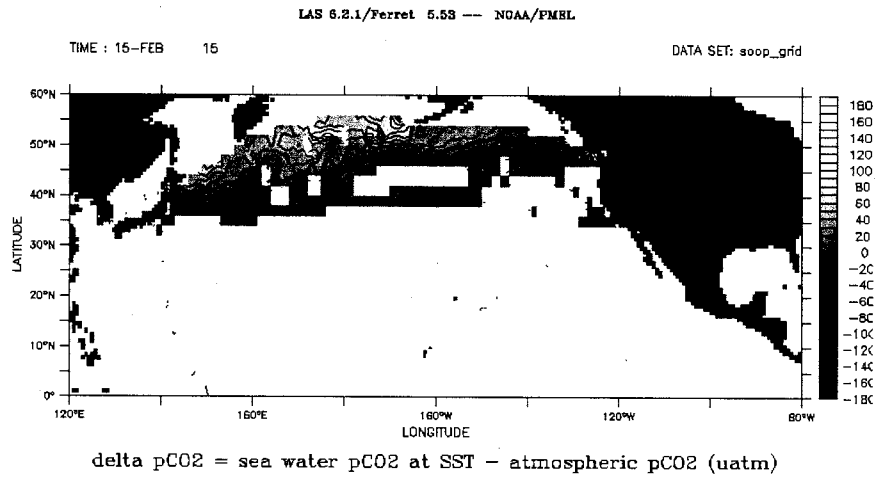


図 10 2月15日を中心とした三ヶ月の移動平均による $\Delta p\text{CO}_2$ の水平分布

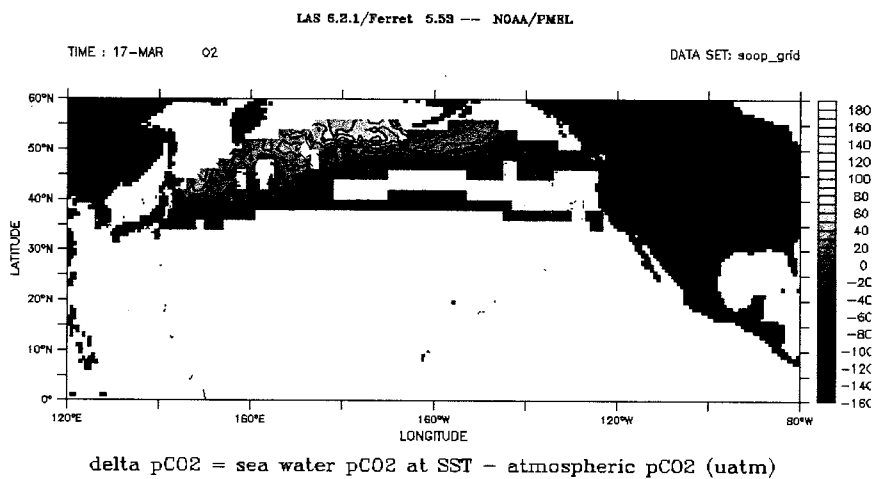


図 11 3月17日を中心とした三ヶ月の移動平均による $\Delta p\text{CO}_2$ の水平分布



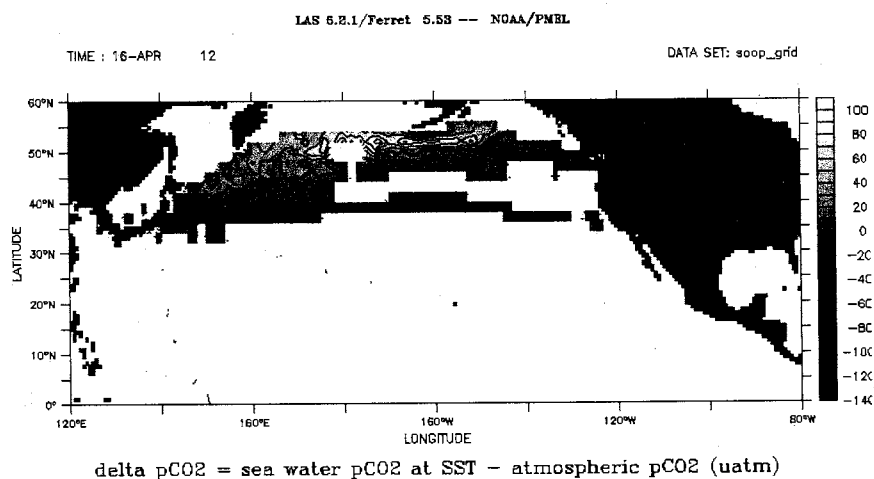


図 12 4月16日を中心とした三ヶ月の移動平均による  $\Delta pCO_2$  の水平分布

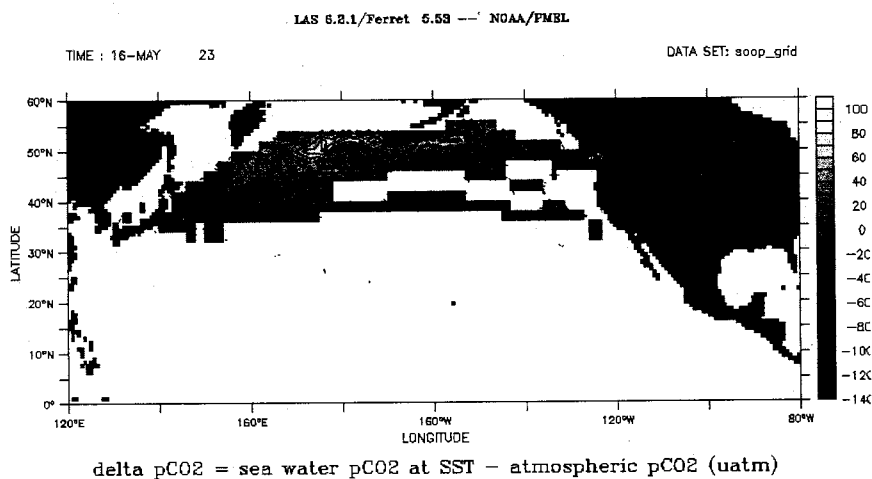


図 13 5月16日を中心とした三ヶ月の移動平均による  $\Delta pCO_2$  の水平分布

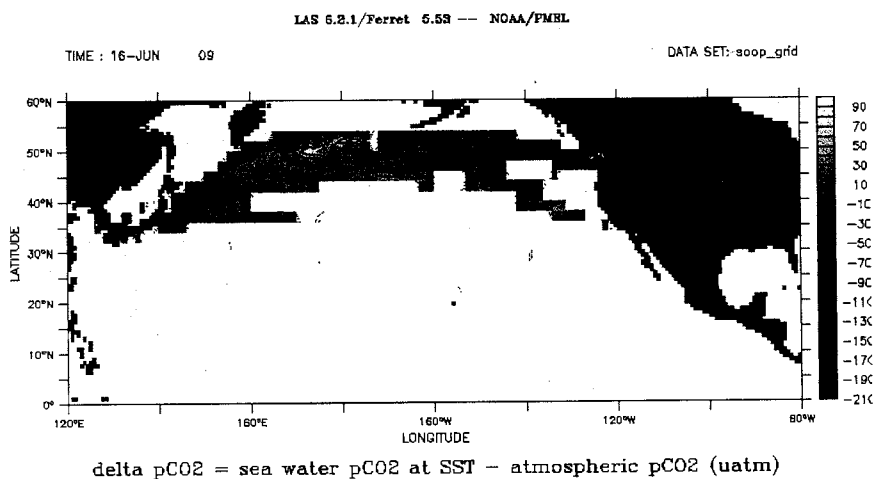


図 14 6月16日を中心とした三ヶ月の移動平均による  $\Delta pCO_2$  の水平分布

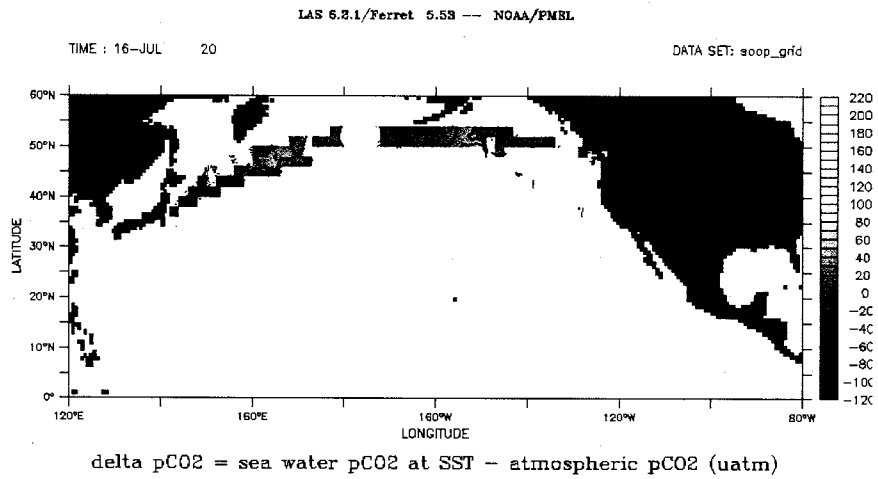


図 15 7月16日を中心とした三ヶ月の移動平均による  $\Delta p\text{CO}_2$  の水平分布

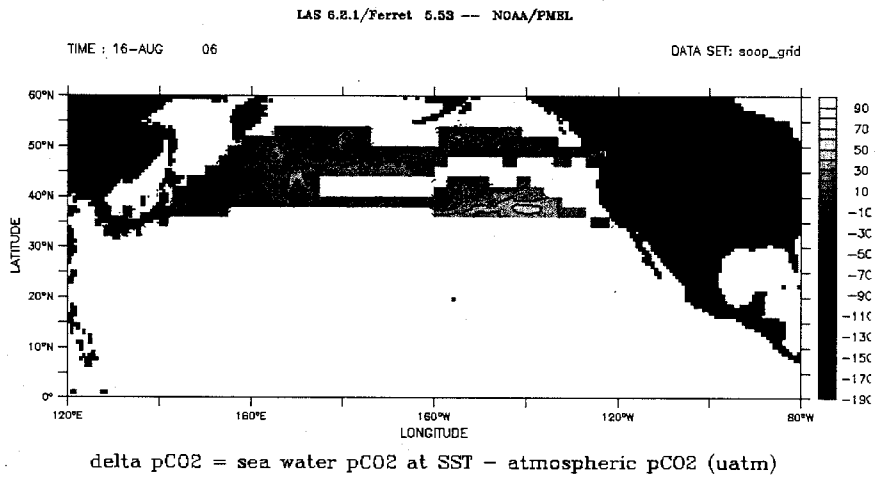


図 16 8月16日を中心とした三ヶ月の移動平均による  $\Delta p\text{CO}_2$  の水平分布

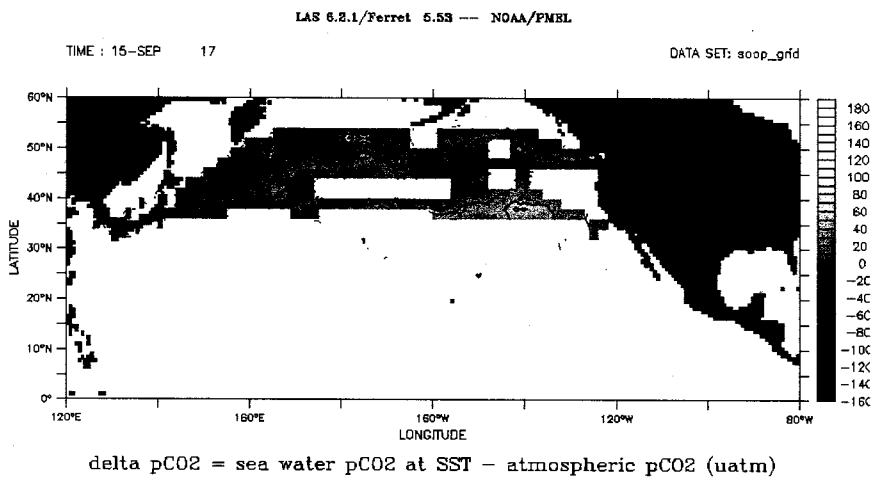


図 17 9月15日を中心とした三ヶ月の移動平均による  $\Delta p\text{CO}_2$  の水平分布

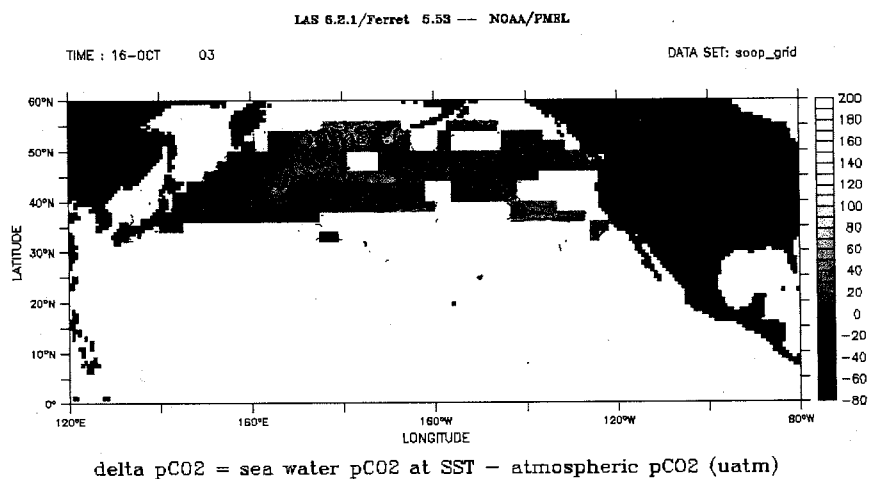


図 18 10月16日を中心とした三ヶ月の移動平均による  $\Delta p\text{CO}_2$  の水平分布

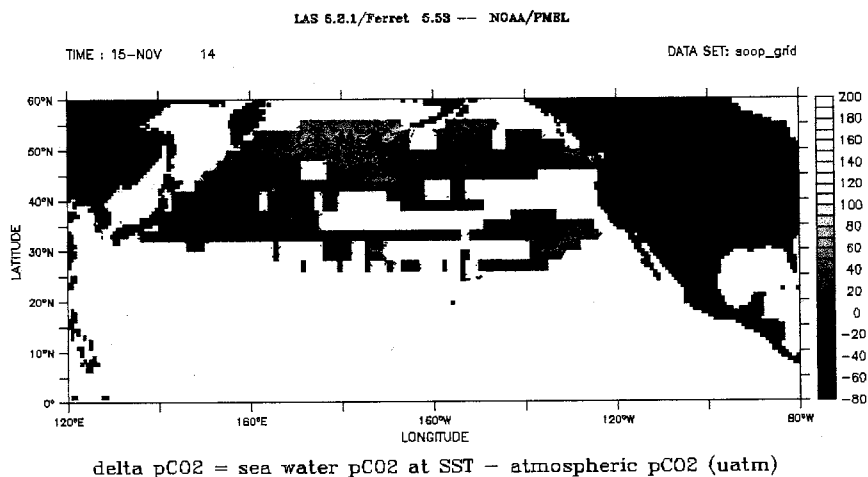


図 19 11月15日を中心とした三ヶ月の移動平均による  $\Delta p\text{CO}_2$  の水平分布

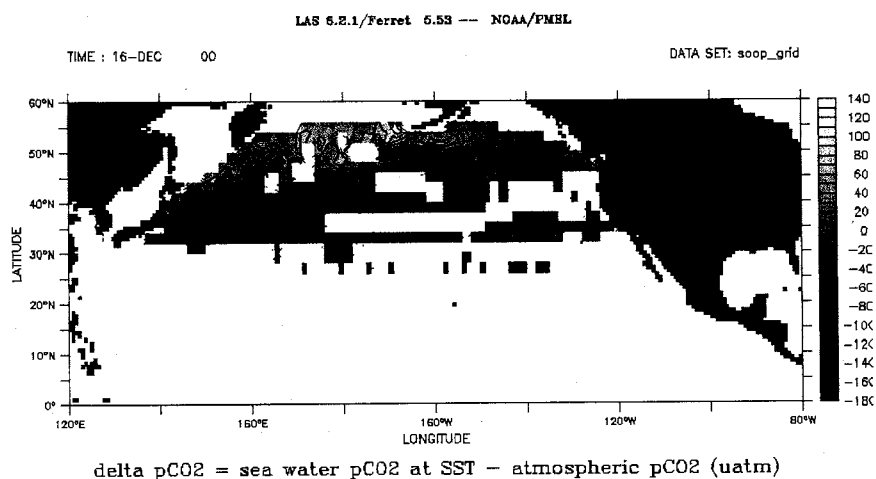


図 20 12月16日を中心とした三ヶ月の移動平均による  $\Delta p\text{CO}_2$  の水平分布

#### (4) 二酸化炭素関連物質データ品質管理手法の作成及び評価

異なる機関によって観測されたデータを相互に比較可能な量として統一的に扱うには、機関同士の差を直接的に求めて較正を行うことが望ましく、実際に国立環境研究所等によって較正のための国際的な研究が実施され、データそのものの標準化が図られているが、もう一方で、データの取り扱いについても共通化していくことが必要である。

本研究では、二酸化炭素関連物質データの標準的な品質管理手法の提案を目標として検討と開発を進め、研究者側の意見を加味した改訂を行って、146ページに及ぶマニュアルを作成した。

この品質管理手法は、World Ocean Database 1998 (WOD98) および同 2001 (WOD01) に適用されている米国国立海洋データセンター (NODC) の品質管理手法に基本を置いている。しかしながら、NODC の品質管理手法における閾値設定では、太平洋は赤道付近・北太平洋・南太平洋の3海域に区分されているだけであり、わが国周辺における海域毎の特性を考慮したものにはなっていない。また、二酸化炭素関連物質データのうち、亜硝酸態窒素とアンモニア態窒素については閾値が設定されていない。

本研究による品質管理手法においては、わが国周辺の海域をオホーツク海・日本海・東シナ海・太平洋亜寒帯域・太平洋中間域・太平洋亜熱帯域の六個に区分し、さらにそれぞれを沿岸域と外洋域に区分することで、11個の海域(東シナ海は全体が沿岸域)を定義し、きめ細かい統計処理を施して閾値を求め、アンモニア態窒素・亜硝酸態窒素についても値を定めた。よって、WOD に示された NODC 方式の不足部分を補い、わが国における二酸化炭素関連物質データを取り扱うためにより精度の高いものが完成した。図 21 と図 22 に、海域の区分を示す。また、表 3 ~ 表 13 に各海域に定義した閾値を示す

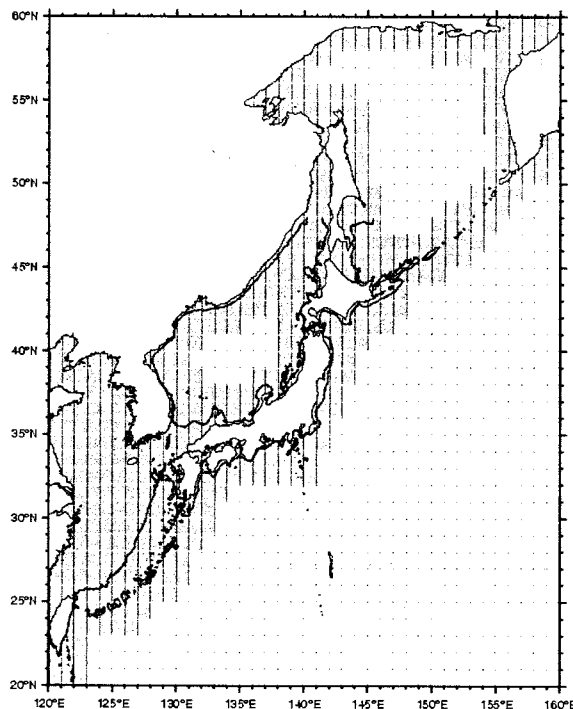


図 21 沿岸域区分

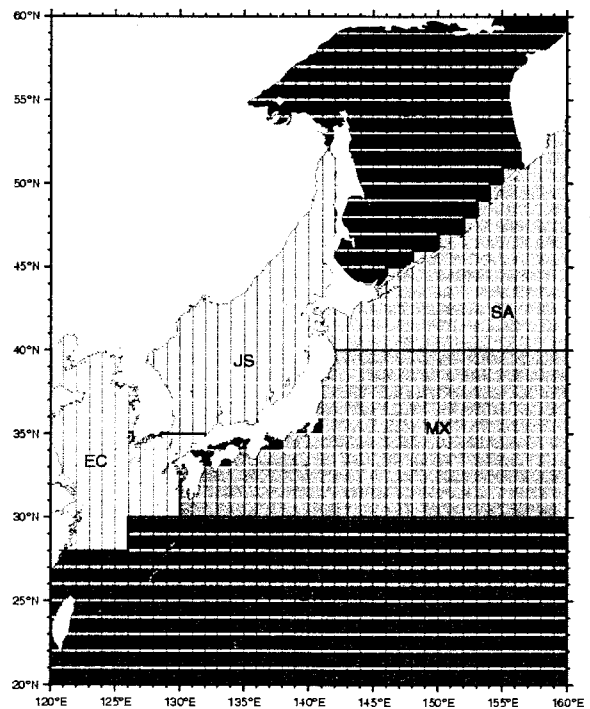


図 22 日本周辺海域区分

表 3 日本周辺海域データのために設定した閾値 (1) 太平洋亜熱帯域外洋域

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TAik (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	3.8	5.8	0.0	1.0	0.0	0.1	0.0	1.0	0.00	0.25	0.0	12.2	0.0	0.4	1.24	3.35	7.8	8.6
10	3.9	5.7	0.0	1.0	0.0	0.1	0.0	0.9	0.00	0.24	0.0	12.9	0.0	0.4	1.95	2.76	8.0	8.5
20	3.9	5.7	0.0	1.1	0.0	0.1	0.0	0.9	0.00	0.23	0.0	12.8	0.0	0.4	2.17	2.67	8.0	8.5
30	4.0	5.8	0.0	1.1	0.0	0.1	0.0	0.9	0.00	0.23	0.0	13.4	0.0	0.4	2.17	2.66	8.1	8.5
50	4.1	5.8	0.0	1.2	0.0	0.2	0.0	0.8	0.00	0.25	0.0	12.1	0.0	0.5	2.19	2.66	8.1	8.5
75	4.2	5.8	0.0	1.6	0.0	0.3	0.0	0.9	0.00	0.28	0.0	12.9	0.0	0.5	2.17	2.68	8.1	8.5
100	4.1	5.7	0.0	2.5	0.0	0.3	0.0	0.8	0.00	0.34	0.0	12.4	0.0	0.5	2.19	2.68	8.1	8.5
125	4.0	5.6	0.0	3.7	0.0	0.3	0.0	0.9	0.00	0.40	0.0	13.1	0.0	0.4	2.29	2.42	8.1	8.5
150	3.9	5.5	0.0	4.8	0.0	0.2	0.0	0.8	0.00	0.48	0.0	13.8	0.0	0.2	2.17	2.62	8.0	8.5
200	3.9	5.4	0.0	6.6	0.0	0.1	0.0	0.9	0.00	0.57	0.0	16.2	0.0	0.1	2.15	2.64	8.0	8.5
250	4.0	5.4	0.1	8.6	0.0	0.1	0.0	0.9	0.00	0.74	0.0	17.0	0.0	0.0	2.26	2.47	8.0	8.5
300	3.9	5.3	1.1	10.7	0.0	0.1	0.0	0.8	0.00	0.87	0.0	17.3	0.0	0.0	2.26	2.47	8.0	8.5
400	3.7	5.0	3.1	17.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.07	1.35	0.0	28.0	na	na	2.25	2.46	7.9	8.4
500	3.2	4.9	5.4	26.7	0.0	0.0	0.0	0.5	0.25	2.02	0.0	49.9	na	na	2.16	2.64	7.8	8.4
600	2.1	4.9	10.7	36.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.61	2.70	0.0	77.7	na	na	2.18	2.56	7.6	8.4
700	1.2	4.4	17.8	42.9	0.0	0.0	0.0	0.5	1.15	3.19	6.1	106.6	na	na	2.20	2.58	7.5	8.3
800	0.8	3.5	26.7	45.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.76	3.39	14.4	136.2	na	na	2.19	2.65	7.5	8.3
900	0.8	2.7	32.0	45.8	0.0	0.1	0.0	0.4	2.08	3.46	10.5	165.8	na	na	2.25	2.74	7.4	8.2
1000	0.8	2.3	35.4	45.6	0.0	0.0	0.0	0.4	2.22	3.56	7.9	189.0	na	na	2.27	2.74	7.4	8.2
1100	0.8	2.2	37.3	45.2	0.0	0.0	0.0	0.4	2.48	3.42	38.9	189.8	na	na	2.29	2.67	7.4	8.2
1200	0.8	2.3	37.6	45.2	0.0	0.0	0.0	0.4	2.45	3.45	27.4	210.5	na	na	2.32	2.62	7.4	8.2
1300	0.8	2.4	37.1	45.9	0.0	0.1	0.0	0.4	2.50	3.38	85.6	182.2	na	na	2.40	2.52	7.4	8.2
1400	0.9	2.6	37.4	45.0	0.0	0.1	0.0	0.4	2.49	3.35	94.7	184.2	na	na	2.37	2.55	7.4	8.2
1500	0.9	2.9	37.2	45.1	0.0	0.1	0.0	0.4	2.39	3.38	34.7	231.7	na	na	2.36	2.60	7.5	8.2
1750	1.4	2.9	37.4	43.7	0.0	0.1	0.0	0.5	2.50	3.15	128.9	170.6	na	na	na	na	7.6	8.1
2000	1.8	3.2	34.3	44.6	0.0	0.1	0.0	0.6	2.33	3.23	104.4	189.1	na	na	2.31	2.77	7.5	8.2
2500	2.4	3.5	34.2	42.7	0.0	0.1	0.0	0.6	2.26	3.11	105.7	188.3	na	na	2.30	2.79	7.5	8.3
3000	2.7	3.7	33.7	41.7	0.0	0.1	0.0	0.7	2.20	3.04	112.8	181.7	na	na	2.33	2.77	7.5	8.3
3500	3.0	3.8	33.7	40.7	0.0	0.1	0.0	0.7	2.20	2.98	111.1	181.3	na	na	2.41	2.59	7.5	8.3
4000	3.1	3.9	33.9	39.8	0.0	0.1	0.0	0.8	2.17	2.93	111.1	180.2	na	na	2.40	2.59	7.5	8.3
4500	3.2	4.0	33.8	39.3	0.0	0.1	0.0	1.6	2.12	2.92	110.5	177.0	na	na	2.38	2.63	7.4	8.4
5000	3.2	4.2	33.5	38.8	0.0	0.1	na	na	2.05	2.93	111.8	172.8	na	na	na	na	7.4	8.4
$\geq 5500$	3.4	4.3	33.1	38.2	na	na	na	na	2.14	2.82	124.3	159.9	na	na	na	na	7.4	8.3

NO2-N, NH4-N, Chl-a, Si のカラムで、経験的な値を適用した方がより海域の特徴を考慮した値になると思われる層については斜字体で表記。

表 4 日本周辺海域データのために設定した閾値 (2) 日本海外洋域

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu$ mol/L)		NO2-N ( $\mu$ mol/L)		NH4-N ( $\mu$ mol/L)		PO4-P ( $\mu$ mol/L)		Si ( $\mu$ mol/L)		Chl-a ( $\mu$ g/L)		TAlk (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	3.5	8.1	0.0	6.6	0.0	0.2	0.0	0.8	0.0	0.68	0.0	19.4	0.0	1.2	1.06	3.37	7.7	8.4
10	3.6	8.2	0.0	6.6	0.0	0.2	0.0	1.0	0.0	0.66	0.0	17.7	0.0	1.0	2.09	2.63	7.9	8.5
20	3.9	8.7	0.0	6.9	0.0	0.2	0.0	1.3	0.0	0.74	0.0	19.1	0.0	1.1	2.11	2.63	7.9	8.5
30	3.9	9.3	0.0	8.9	0.0	0.3	0.0	1.6	0.0	0.95	0.0	21.1	0.0	1.4	2.12	2.62	7.9	8.5
50	4.0	9.0	0.0	15.7	0.0	0.5	0.0	1.5	0.0	1.37	0.0	26.3	0.0	1.1	2.12	2.62	7.8	8.6
75	4.3	8.4	0.0	19.2	0.0	0.4	0.0	0.9	0.0	1.60	0.0	31.1	0.0	0.5	2.11	2.65	7.7	8.5
100	4.8	8.0	0.0	21.9	0.0	0.3	0.0	0.9	0.0	1.77	0.0	33.8	0.0	0.3	na	na	7.7	8.5
125	5.0	7.8	0.0	24.2	0.0	0.2	0.0	1.1	0.0	1.89	0.0	37.4	0.0	0.2	na	na	7.6	8.5
150	5.0	7.7	0.0	26.6	0.0	0.2	0.0	1.1	0.06	2.03	0.0	41.2	0.0	0.2	na	na	7.6	8.5
200	5.0	7.5	2.1	29.6	0.0	0.1	0.0	1.1	0.31	2.22	0.0	46.1	0.0	0.1	na	na	7.5	8.5
250	4.8	7.4	7.1	30.6	0.0	0.1	0.0	0.8	0.65	2.26	0.0	51.0	0.0	0.0	na	na	7.5	8.4
300	4.6	7.2	11.4	30.4	0.0	0.1	0.0	1.1	0.89	2.29	1.6	54.1	0.0	0.0	na	na	7.4	8.4
400	4.5	6.8	16.5	29.9	0.0	0.1	0.0	1.0	1.23	2.32	6.6	59.7	na	na	na	na	7.4	8.3
500	4.5	6.5	18.6	29.6	0.0	0.1	0.1	na	1.41	2.32	10.3	65.6	na	na	na	na	7.3	8.3
600	4.5	6.2	20.7	28.8	0.0	0.1	0.1	na	1.53	2.30	15.5	68.5	na	na	na	na	7.3	8.3
700	4.7	5.8	22.0	27.9	0.0	0.1	0.1	na	1.70	2.18	21.7	72.5	na	na	na	na	7.2	8.1
800	4.7	5.7	22.3	27.7	0.0	0.1	0.1	na	1.74	2.16	20.9	78.2	na	na	na	na	7.3	8.1
900	4.7	5.7	21.7	28.5	0.0	0.1	0.1	na	1.58	2.32	22.1	78.3	na	na	na	na	7.3	8.2
1000	4.7	5.6	21.8	28.8	0.0	0.1	0.1	na	1.63	2.31	22.0	83.4	na	na	na	na	7.3	8.2
1100	4.7	5.5	22.3	28.6	0.0	0.1	0.1	na	1.64	2.32	23.2	86.5	na	na	na	na	7.3	8.2
1200	4.7	5.5	22.8	27.9	0.0	0.1	0.1	na	1.66	2.32	18.4	94.0	na	na	na	na	7.3	8.2
1300	4.7	5.5	22.0	29.4	0.0	0.1	0.1	na	1.63	2.37	19.6	97.1	na	na	na	na	7.4	8.2
1400	4.7	5.5	23.5	27.4	0.0	0.1	0.1	na	1.69	2.32	16.0	98.3	na	na	na	na	7.3	8.2
1500	4.7	5.5	22.5	28.9	0.0	0.1	0.1	na	1.59	2.43	17.7	101.6	na	na	na	na	7.4	8.2
1750	4.8	5.5	na	na	0.0	0.1	0.0	0.5	1.35	2.53	25.0	107.0	na	na	na	na	7.4	8.1
2000	4.5	5.8	21.9	30.3	0.0	0.1	0.0	0.7	1.66	2.39	19.8	106.6	na	na	2.15	2.65	7.4	8.2
2500	4.5	5.9	20.5	31.1	0.0	0.1	0.0	0.6	1.59	2.42	22.0	107.8	na	na	na	na	7.4	8.2
3000	4.7	5.9	20.6	30.2	0.0	0.1	0.0	na	1.57	2.39	21.7	104.5	na	na	na	na	7.4	8.2
3500	4.4	6.0	na	na	na	na	na	na	1.64	2.42	na	na	na	na	na	na	na	na
4000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
$\geq 5500$	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

斜字体については表 1 に同じ。

表 5 日本周辺海域データのために設定した閾値 (3) 太平洋中間域外洋域

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N (μmol/L)		NO2-N (μmol/L)		NH4-N (μmol/L)		PO4-P (μmol/L)		Si (μmol/L)		Chl-a (μg/L)		TAIk (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	3.7	6.7	0.0	3.9	0.0	0.3	0.0	0.8	0.00	0.58	0.0	17.2	0.0	0.9	1.60	2.65	7.8	8.6
10	3.7	6.7	0.0	3.8	0.0	0.3	0.0	0.9	0.00	0.55	0.0	16.3	0.0	0.9	1.89	2.69	8.0	8.5
20	3.7	6.8	0.0	4.3	0.0	0.3	0.0	0.9	0.00	0.59	0.0	16.6	0.0	0.9	1.91	2.69	8.0	8.5
30	3.7	6.9	0.0	5.0	0.0	0.4	0.0	0.9	0.00	0.66	0.0	17.7	0.0	0.9	1.93	2.68	8.0	8.5
50	3.7	6.8	0.0	9.5	0.0	0.4	0.0	0.9	0.00	0.93	0.0	20.5	0.0	1.0	1.95	2.68	8.0	8.5
75	3.6	6.7	0.0	15.0	0.0	0.4	0.0	0.8	0.00	1.26	0.0	23.9	0.0	0.7	1.88	2.73	8.0	8.5
100	3.4	6.7	0.0	19.0	0.0	0.4	0.0	0.8	0.00	1.48	0.0	27.4	0.0	0.6	1.84	2.76	8.0	8.5
125	3.3	6.7	0.0	22.1	0.0	0.4	0.0	0.8	0.00	1.73	0.0	30.3	0.0	0.4	1.78	2.78	8.0	8.5
150	3.3	6.7	0.0	23.7	0.0	0.3	0.0	0.7	0.00	1.86	0.0	33.7	0.0	0.3	1.79	2.78	7.9	8.5
200	3.2	6.5	0.0	29.4	0.0	0.2	0.0	0.7	0.00	2.32	0.0	38.8	0.0	0.1	2.22	2.49	7.9	8.5
250	3.0	6.5	0.0	36.3	0.0	0.1	0.0	0.7	0.00	2.78	0.0	50.0	0.0	0.1	2.25	2.49	7.8	8.6
300	2.5	6.5	0.0	42.2	0.0	0.1	0.0	0.5	0.00	3.23	0.0	61.1	0.0	0.0	2.24	2.50	7.8	8.6
400	1.4	6.5	0.0	49.1	0.0	0.1	0.0	0.6	0.00	3.78	0.0	85.6	na	na	2.23	2.52	7.6	8.6
500	0.5	6.4	0.0	51.9	0.0	0.1	0.0	0.7	0.00	4.05	0.0	111.7	na	na	2.23	2.54	7.5	8.5
600	0.0	6.1	0.0	53.2	0.0	0.1	0.0	0.6	0.00	4.09	0.0	127.8	na	na	2.24	2.54	7.5	8.5
700	0.0	5.5	4.7	53.5	0.0	0.1	0.0	0.5	0.42	3.90	0.0	142.0	na	na	2.22	2.58	7.5	8.4
800	0.0	4.5	16.0	52.4	0.0	0.1	0.0	0.5	1.19	3.81	0.0	157.9	na	na	2.24	2.59	7.4	8.3
900	0.1	3.3	25.2	51.6	0.0	0.1	0.0	0.6	1.76	3.79	0.0	173.7	na	na	2.27	2.59	7.5	8.2
1000	0.4	2.5	31.4	49.5	0.0	0.1	0.0	0.5	2.11	3.73	5.3	191.2	na	na	2.28	2.59	7.5	8.1
1100	0.5	2.2	35.3	47.1	0.0	0.1	0.0	0.6	2.34	3.62	27.1	195.1	na	na	2.29	2.61	7.5	8.1
1200	0.4	2.1	36.0	47.5	0.0	0.1	0.0	0.5	2.34	3.69	27.6	204.9	na	na	2.32	2.62	7.5	8.1
1300	0.4	2.2	37.5	47.6	0.0	0.1	0.0	0.5	2.46	3.58	70.4	193.1	na	na	2.29	2.64	7.4	8.1
1400	0.4	2.3	38.0	47.0	0.0	0.1	0.0	0.6	2.46	3.57	72.7	198.8	na	na	2.34	2.64	7.4	8.1
1500	0.3	2.5	38.5	47.0	0.0	0.1	0.0	0.6	2.43	3.55	76.3	205.0	na	na	2.31	2.65	7.5	8.1
1750	0.5	3.0	38.2	46.5	0.0	0.2	0.0	0.6	2.42	3.50	96.0	201.0	na	na	2.42	2.64	7.5	8.1
2000	0.8	3.1	33.4	48.4	0.0	0.2	0.0	0.6	2.26	3.57	83.4	215.5	na	na	2.34	2.67	7.5	8.2
2500	1.7	3.6	32.5	46.2	0.0	0.2	0.0	0.6	2.22	3.34	94.4	203.4	na	na	2.33	2.69	7.5	8.2
3000	2.3	3.8	32.3	44.3	0.0	0.1	0.0	0.7	2.17	3.21	98.2	196.3	na	na	2.33	2.68	7.5	8.2
3500	2.7	3.9	31.9	43.4	0.0	0.1	0.0	0.6	2.11	3.17	102.6	189.3	na	na	2.33	2.67	7.5	8.2
4000	3.0	4.0	32.9	41.2	0.0	0.1	0.0	1.1	2.02	3.13	95.8	193.9	na	na	2.33	2.66	7.5	8.3
4500	3.1	4.0	32.7	40.3	0.0	0.0	0.0	0.9	1.55	3.40	66.2	209.3	na	na	2.35	2.66	7.5	8.4
5000	3.1	4.2	32.2	40.0	0.0	0.1	na	na	0.99	3.67	46.3	217.7	na	na	2.31	2.67	7.5	8.4
≥5500	3.3	4.3	33.8	37.5	na	na	na	na	1.39	3.38	92.7	186.7	na	na	2.32	2.67	7.5	8.5

斜字体については表 1 に同じ。

表 6 日本周辺海域データのために設定した閾値 (4) 太平洋亜寒帯域外洋域

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TALK (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	3.8	9.3	0.0	27.9	0.0	0.4	0.0	1.2	0.00	2.49	0.0	61.1	0.0	1.7	1.59	2.62	7.8	8.5
10	3.9	9.4	0.0	28.7	0.0	0.4	0.0	1.1	0.00	2.50	0.0	61.0	0.0	1.6	1.65	2.72	7.8	8.5
20	4.1	9.5	0.0	29.1	0.0	0.4	0.0	1.1	0.00	2.56	0.0	64.1	0.0	1.7	1.67	2.72	7.8	8.5
30	4.2	9.5	0.0	30.7	0.0	0.5	0.0	1.2	0.00	2.78	0.0	66.3	0.0	1.6	1.67	2.73	7.8	8.5
50	4.1	9.4	0.0	35.9	0.0	0.7	0.0	1.3	0.00	3.13	0.0	75.1	0.0	1.1	1.67	2.73	7.8	8.5
75	3.9	9.3	0.0	39.3	0.0	0.6	0.0	1.1	0.00	3.29	0.0	84.0	0.0	0.7	1.65	2.72	7.7	8.5
100	3.9	9.0	0.0	40.9	0.0	0.5	0.0	1.0	0.00	3.37	0.0	91.7	0.0	0.5	1.64	2.71	7.7	8.5
125	3.8	8.4	0.0	45.2	0.0	0.4	0.0	1.0	0.03	3.48	0.0	100.6	0.0	0.4	1.62	2.72	7.6	8.5
150	3.2	8.2	0.0	49.6	0.0	0.2	0.0	0.9	0.00	3.83	0.0	116.3	0.0	0.2	1.61	2.72	7.5	8.5
200	0.6	8.8	0.0	55.7	0.0	0.1	0.0	0.7	0.00	4.31	0.0	141.4	0.0	0.1	2.26	2.40	7.3	8.6
250	0.0	8.4	0.0	60.5	0.0	0.1	0.0	0.9	0.30	4.37	0.0	150.0	0.0	0.1	2.27	2.42	7.2	8.5
300	0.0	7.7	11.4	56.7	0.0	0.1	0.0	1.3	0.84	4.28	0.0	160.6	0.0	0.1	2.28	2.43	7.2	8.5
400	0.0	5.5	20.0	55.6	0.0	0.1	0.0	0.5	1.73	3.96	0.0	174.1	na	na	2.30	2.45	7.2	8.3
500	0.0	3.7	23.6	55.5	0.0	0.1	0.0	0.8	2.05	3.90	0.0	186.3	na	na	2.32	2.45	7.3	8.2
600	0.0	2.7	27.2	54.1	0.0	0.1	na	na	2.28	3.84	4.3	198.3	na	na	2.31	2.50	7.3	8.1
700	0.0	2.2	35.5	50.0	0.0	0.1	na	na	2.33	3.82	23.1	210.8	na	na	2.35	2.47	7.3	8.1
800	0.1	1.8	36.4	49.9	0.0	0.1	na	na	2.32	3.91	16.1	226.9	na	na	na	na	7.3	8.1
900	0.4	1.6	33.1	52.1	0.0	0.1	na	na	2.40	3.84	5.6	223.9	na	na	2.34	2.52	7.3	8.1
1000	0.5	1.6	32.6	52.4	0.0	0.1	na	na	2.47	3.83	0.0	236.4	na	na	2.32	2.56	7.4	8.1
1100	0.5	1.6	33.1	52.0	0.0	0.1	na	na	2.48	3.79	0.0	243.0	na	na	2.30	2.59	7.4	8.1
1200	0.5	1.6	30.0	54.1	0.0	0.1	na	na	2.43	3.83	0.2	246.8	na	na	2.33	2.58	7.4	8.1
1300	0.6	1.6	34.1	51.4	0.0	0.1	na	na	2.26	3.88	3.2	263.1	na	na	2.34	2.55	7.4	8.1
1400	0.6	1.7	31.5	52.9	0.0	0.1	na	na	2.17	3.91	2.8	261.5	na	na	2.33	2.62	7.4	8.1
1500	0.7	1.7	32.5	52.3	0.0	0.1	na	na	2.31	3.76	11.9	267.8	na	na	na	na	7.5	8.1
1750	1.0	1.9	40.3	45.3	0.0	0.2	na	na	2.38	3.58	94.4	225.4	na	na	na	na	7.4	8.1
2000	1.1	2.5	32.2	49.9	0.0	0.1	0.0	3.4	1.94	3.79	0.0	269.6	na	na	2.38	2.59	7.5	8.2
2500	1.9	3.1	32.9	46.0	0.0	0.1	0.0	0.5	1.82	3.61	33.1	251.7	na	na	2.40	2.56	7.4	8.3
3000	2.4	3.5	32.6	43.9	0.0	0.1	0.0	0.6	1.68	3.51	36.9	246.2	na	na	2.38	2.59	7.5	8.3
3500	2.8	3.7	32.3	42.5	0.0	0.1	0.0	1.3	1.64	3.44	52.9	232.6	na	na	2.39	2.60	7.5	8.3
4000	3.0	3.9	28.8	44.1	0.0	0.1	na	na	1.56	3.38	58.5	227.2	na	na	2.43	2.59	7.5	8.3
4500	3.1	4.0	1.6	63.5	na	na	na	na	1.45	3.44	79.7	205.5	na	na	2.43	2.59	7.7	8.3
5000	3.2	4.1	36.0	37.4	na	na	na	na	1.54	3.22	82.9	206.2	na	na	na	na	7.7	8.3
$\geq 5500$	0.9	5.8	na	na	na	na	na	na	1.46	3.13	34.4	224.4	na	na	na	na	7.6	8.3

斜字体については表 1 に同じ。



表 7 日本周辺海域データのために設定した閾値 (5) オホーツク海外洋域

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TALK (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	4.8	9.6	0.0	31.3	na	na	na	na	0.00	1.65	0.0	32.6	0.0	0.0	1.91	2.53	7.8	8.5
10	5.2	9.5	0.0	30.5	na	na	na	na	0.00	1.77	0.0	32.5	0.0	0.0	2.20	2.34	7.9	8.5
20	5.4	9.7	0.0	29.9	na	na	na	na	0.00	2.11	0.0	37.5	0.0	0.0	2.21	2.34	7.8	8.5
30	5.8	9.7	0.0	29.9	na	na	na	na	0.00	2.46	0.0	47.6	0.0	0.0	2.22	2.34	7.8	8.5
50	5.9	9.3	2.9	32.2	na	na	na	na	0.00	3.06	0.0	62.1	0.0	0.0	2.23	2.34	7.7	8.4
75	5.6	9.0	9.2	33.2	na	na	na	na	0.00	3.35	0.0	72.8	0.0	0.2	2.23	2.35	7.7	8.3
100	4.9	8.8	12.2	36.3	na	na	na	na	0.00	3.60	0.0	85.5	0.0	0.1	2.23	2.36	7.6	8.2
125	4.4	8.2	13.2	39.2	na	na	na	na	0.00	3.79	0.0	92.3	0.0	0.1	2.23	2.36	7.7	8.2
150	3.7	8.0	13.9	42.8	na	na	na	na	0.00	4.09	0.0	104.3	0.0	0.1	2.23	2.37	7.6	8.2
200	2.9	7.2	16.7	45.2	na	na	na	na	0.00	4.39	0.0	120.1	na	na	2.24	2.38	7.6	8.1
250	2.3	6.9	18.1	47.8	na	na	na	na	0.00	4.47	0.0	131.4	0.0	0.1	2.26	2.38	7.4	8.1
300	2.2	6.3	17.5	49.4	na	na	na	na	0.17	4.45	0.0	139.4	na	na	2.29	2.38	7.4	8.1
400	1.8	5.6	19.6	49.1	na	na	na	na	0.28	4.47	0.0	152.4	na	na	2.29	2.43	7.5	8.1
500	1.2	5.1	25.1	48.1	na	na	na	na	0.15	4.68	0.0	177.9	na	na	2.28	2.46	7.4	8.0
600	0.9	4.0	23.0	55.1	na	na	na	na	0.56	4.67	0.0	195.5	na	na	2.32	2.49	7.4	8.0
700	0.7	2.8	22.6	61.6	na	na	na	na	0.00	5.14	0.0	227.4	na	na	2.31	2.49	7.4	8.0
800	0.6	2.0	22.6	57.4	na	na	na	na	0.00	5.39	0.0	259.3	na	na	2.33	2.52	7.3	8.0
900	0.4	2.0	27.9	54.1	na	na	na	na	0.00	5.29	0.0	259.1	na	na	2.37	2.49	7.4	7.9
1000	0.4	1.9	25.6	55.8	na	na	na	na	0.13	5.23	0.0	271.9	na	na	2.39	2.50	7.3	8.0
1100	0.4	1.8	21.1	59.4	na	na	na	na	0.15	5.29	0.0	270.6	na	na	2.36	2.55	7.3	7.9
1200	0.4	1.8	32.2	51.6	na	na	na	na	0.60	5.08	0.0	281.8	na	na	na	na	7.3	7.9
1300	0.1	2.0	na	na	na	na	na	na	1.92	4.05	na	na	na	na	na	na	7.3	7.9
1400	0.0	2.4	na	na	na	na	na	na	0.22	5.09	0.0	295.7	na	na	na	na	7.3	8.0
1500	0.0	2.2	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1750	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
2000	1.2	2.3	na	na	na	na	na	na	0.10	5.25	na	na	na	na	na	na	na	na
2500	1.2	2.9	na	na	na	na	na	na	0.00	5.11	na	na	na	na	na	na	na	na
3000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
3500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
$\geq 5500$	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

斜字体については表 1 に同じ。

表 8 日本周辺海域データのために設定した閾値 (6) 太平洋亜熱帯域沿岸域

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TALK (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	4.0	5.6	0.0	1.9	0.0	0.3	0.0	3.5	0.00	0.36	0.0	12.4	0.0	0.7	1.70	2.49	7.8	8.5
10	4.0	5.6	0.0	1.9	0.0	0.2	0.0	2.9	0.00	0.36	0.0	12.5	0.0	0.7	1.95	2.53	8.0	8.4
20	4.0	5.6	0.0	2.0	0.0	0.3	0.0	3.8	0.00	0.36	0.0	12.2	0.0	0.7	1.95	2.54	8.0	8.5
30	4.0	5.6	0.0	2.4	0.0	0.3	0.0	3.4	0.00	0.40	0.0	13.1	0.0	0.7	1.95	2.56	8.0	8.5
50	4.0	5.6	0.0	3.7	0.0	0.4	0.0	3.1	0.00	0.51	0.0	14.1	0.0	0.8	1.96	2.56	8.0	8.5
75	3.4	5.8	0.0	10.5	0.0	0.5	0.0	3.3	0.00	0.83	0.0	19.9	0.0	0.7	1.98	2.59	8.0	8.5
100	3.2	5.8	0.0	12.9	0.0	0.5	0.0	3.1	0.00	0.99	0.0	23.3	0.0	0.5	1.98	2.59	8.0	8.5
125	3.4	5.6	0.0	10.7	0.0	0.4	0.0	2.8	0.00	0.87	0.0	19.5	0.0	0.3	2.04	2.54	8.0	8.5
150	3.4	5.5	0.0	11.5	0.0	0.3	0.0	3.4	0.00	0.89	0.0	22.7	0.0	0.2	2.03	2.56	8.0	8.5
200	3.3	5.3	0.0	16.4	0.0	0.2	0.0	4.3	0.00	1.19	0.0	29.1	0.0	0.1	2.03	2.56	7.9	8.5
250	3.2	5.3	0.0	21.3	0.0	0.2	0.0	4.4	0.00	1.49	0.0	36.1	0.0	0.0	2.07	2.59	7.8	8.5
300	3.0	5.3	0.0	22.6	0.0	0.2	0.0	6.1	0.00	1.72	0.0	48.2	0.0	0.0	2.19	2.48	7.8	8.5
400	2.3	5.3	0.0	33.6	0.0	0.2	0.0	2.7	0.00	2.39	0.0	72.6	na	na	2.14	2.53	7.7	8.5
500	1.7	5.0	0.0	40.6	0.0	0.2	0.0	5.5	0.10	2.85	0.0	98.0	na	na	2.17	2.51	7.6	8.4
600	1.4	4.4	10.3	42.1	0.0	0.2	0.0	4.5	0.73	3.14	0.0	116.9	na	na	2.10	2.66	7.5	8.4
700	1.3	3.4	20.9	42.3	0.0	0.2	0.0	9.3	1.40	3.26	5.7	139.5	na	na	na	na	7.5	8.3
800	1.3	2.8	26.4	43.5	0.0	0.2	0.0	3.5	1.90	3.23	21.2	154.0	na	na	na	na	7.4	8.2
900	1.2	2.6	28.3	46.0	0.0	0.2	na	na	1.86	3.49	24.9	165.8	na	na	2.22	2.67	7.4	8.2
1000	1.1	2.5	29.6	47.8	0.0	0.2	na	na	1.88	3.57	12.7	182.1	na	na	2.21	2.79	7.4	8.3
1100	1.1	2.4	33.9	45.5	0.0	0.2	na	na	2.19	3.45	34.5	187.6	na	na	2.25	2.73	7.4	8.2
1200	1.1	2.5	32.6	47.2	0.0	0.2	na	na	2.17	3.48	24.8	194.1	na	na	2.29	2.65	7.4	8.2
1300	1.2	2.5	31.3	48.4	0.0	0.2	na	na	2.23	3.49	41.6	200.4	na	na	na	na	7.4	8.2
1400	1.4	2.5	36.0	44.2	0.0	0.2	na	na	2.30	3.40	41.4	204.2	na	na	na	na	7.4	8.2
1500	1.4	2.8	32.8	46.7	0.0	0.2	na	na	2.20	3.38	38.1	205.5	na	na	na	na	7.5	8.3
1750	1.5	3.0	36.1	43.1	0.0	0.2	0.0	0.5	2.45	3.22	98.3	177.5	na	na	na	na	7.6	8.1
2000	2.1	3.2	33.7	44.0	0.0	0.2	0.0	1.6	2.44	3.17	109.9	174.8	na	na	na	na	7.6	8.1
2500	2.6	3.5	33.3	42.7	0.0	0.1	0.0	1.1	2.36	3.04	112.6	171.3	na	na	na	na	7.6	8.1
3000	2.9	3.7	33.0	41.9	0.0	0.1	0.0	0.7	2.24	3.04	113.5	171.1	na	na	na	na	7.7	8.1
3500	3.0	3.8	32.6	41.5	0.0	0.1	0.0	0.6	2.25	2.94	127.3	163.4	na	na	na	na	7.6	8.2
4000	3.1	3.8	29.3	43.0	0.0	0.3	na	na	2.31	2.90	126.2	163.4	na	na	na	na	7.5	8.2
4500	3.3	3.8	35.4	37.9	na	na	na	na	2.23	2.94	121.6	164.5	na	na	na	na	7.4	8.2
5000	3.3	3.8	26.2	44.8	na	na	na	na	2.10	3.16	109.0	177.3	na	na	na	na	na	na
$\geq 5500$	3.1	4.0	na	na	na	na	na	na	2.15	2.90	na	na	na	na	na	na	na	na

斜字体については表 1 に同じ。

表 9 日本周辺海域データのために設定した閾値 (7) 東シナ海

Depth (m)	DO (m/L)		NO3-N (μmol/L)		NO2-N (μmol/L)		NH4-N (μmol/L)		PO4-P (μmol/L)		Si (μmol/L)		Chl-a (μg/L)		TALK (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	3.3	7.7	0.0	8.7	0.0	0.5	0.0	6.0	0.00	0.84	0.0	35.6	0.0	1.6	1.69	2.42	7.6	8.6
10	3.4	7.8	0.0	8.8	0.0	0.5	0.0	7.7	0.00	0.83	0.0	35.0	0.0	1.6	1.93	2.52	7.7	8.6
20	3.4	7.8	0.0	9.2	0.0	0.6	0.0	6.6	0.00	0.83	0.0	35.0	0.0	1.6	1.94	2.53	7.7	8.6
30	3.3	7.8	0.0	10.2	0.0	0.7	0.0	8.4	0.00	0.87	0.0	35.6	0.0	1.6	1.97	2.52	7.7	8.6
50	2.9	7.7	0.0	12.0	0.0	0.7	0.0	6.3	0.00	1.03	0.0	36.6	0.0	1.1	1.94	2.56	7.7	8.6
75	2.5	7.6	0.0	15.4	0.0	0.7	0.0	9.9	0.00	1.12	0.0	40.0	0.0	0.8	1.97	2.57	7.6	8.7
100	2.5	6.9	0.0	16.8	0.0	0.5	na	na	0.00	1.14	0.0	43.0	0.0	0.5	1.93	2.66	7.5	8.7
125	2.6	6.6	0.0	18.0	0.0	0.4	na	na	0.00	1.24	0.0	47.5	0.0	0.5	na	na	7.5	8.7
150	2.7	6.1	0.0	20.1	0.0	0.3	na	na	0.00	1.43	0.0	51.7	0.0	0.3	na	na	7.7	8.6
200	2.6	5.6	3.3	24.1	0.0	0.2	na	na	0.00	1.82	0.0	62.5	0.0	0.4	na	na	7.8	8.4
250	2.7	4.6	5.8	29.2	0.0	0.2	na	na	0.10	2.16	0.0	61.9	0.0	0.1	na	na	7.8	8.3
300	2.5	4.3	9.7	32.0	0.0	0.1	na	na	0.42	2.39	0.0	67.1	0.0	0.1	na	na	7.8	8.3
400	2.2	3.6	17.2	36.2	0.0	0.2	na	na	0.74	2.84	9.0	89.5	na	na	na	na	7.7	8.2
500	1.9	3.0	24.0	38.0	0.0	0.2	na	na	1.03	3.16	13.5	110.1	na	na	na	na	7.6	8.2
600	1.8	2.7	27.7	38.6	0.0	0.2	na	na	1.57	3.13	23.3	124.5	na	na	na	na	7.6	8.1
700	1.7	2.5	30.3	38.6	0.0	0.2	na	na	1.86	3.19	45.2	129.2	na	na	na	na	7.6	8.1
800	1.8	2.3	20.7	47.0	0.0	0.2	na	na	2.12	3.08	na	na	na	na	na	na	na	na
900	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1100	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1200	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1300	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1400	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
1750	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
2000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
2500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
3000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
3500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
≥5500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

斜字体については表 1 に同じ。

表 10 日本周辺海域データのために設定した閾値 (8) 日本海沿岸域

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TAK (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	3.6	7.8	0.0	6.0	0.0	0.2	0.0	1.3	0.00	0.72	0.0	28.6	0.0	1.4	1.94	2.59	7.7	8.6
10	3.6	7.8	0.0	6.0	0.0	0.3	0.0	1.4	0.00	0.69	0.0	22.9	0.0	1.2	2.14	2.47	7.8	8.6
20	3.7	7.9	0.0	6.2	0.0	0.3	0.0	1.3	0.00	0.74	0.0	24.8	0.0	1.3	2.15	2.48	7.8	8.6
30	3.6	8.1	0.0	6.7	0.0	0.4	0.0	1.1	0.00	0.83	0.0	27.7	0.0	1.3	2.15	2.50	7.8	8.6
50	3.5	8.1	0.0	9.6	0.0	0.7	0.0	1.3	0.00	1.10	0.0	33.0	0.0	1.1	2.17	2.50	7.7	8.6
75	3.4	8.1	0.0	12.3	0.0	0.6	0.0	0.9	0.00	1.33	0.0	39.9	0.0	0.6	2.19	2.48	7.6	8.6
100	3.6	8.0	0.0	14.9	0.0	0.4	0.0	1.1	0.00	1.56	0.0	43.8	0.0	0.4	2.19	2.48	7.6	8.6
125	3.9	7.8	0.0	18.9	0.0	0.3	0.0	1.1	0.00	1.74	0.0	49.8	0.0	0.2	2.19	2.48	7.5	8.6
150	4.3	7.6	0.0	22.9	0.0	0.2	0.0	1.1	0.00	1.99	0.0	54.5	0.0	0.1	2.19	2.50	7.5	8.6
200	4.4	7.5	0.0	29.8	0.0	0.1	0.0	1.7	0.00	2.44	0.0	60.4	0.0	0.1	2.18	2.51	7.4	8.5
250	4.4	7.4	5.8	31.9	0.0	0.1	0.0	1.8	0.00	2.68	0.0	64.3	0.0	0.0	2.19	2.51	7.4	8.5
300	4.3	7.2	11.9	31.3	0.0	0.1	0.0	0.8	0.00	2.87	0.0	70.4	0.0	0.0	2.19	2.53	7.3	8.4
400	4.3	7.0	16.5	31.1	0.0	0.1	0.0	0.8	0.74	2.69	0.0	77.8	0.0	0.0	2.22	2.49	7.3	8.4
500	4.2	6.8	18.1	30.9	0.0	0.1	0.0	0.6	0.96	2.66	0.0	83.8	na	na	2.19	2.53	7.3	8.3
600	4.3	6.4	20.1	29.7	0.0	0.1	0.0	2.4	1.25	2.54	5.1	90.3	na	na	2.20	2.51	7.2	8.3
700	4.5	5.9	21.7	28.6	0.0	0.2	na	na	1.15	2.62	0.0	110.5	na	na	na	na	7.1	8.3
800	4.5	5.9	18.7	30.9	0.0	0.2	na	na	1.05	2.69	0.0	110.5	na	na	na	na	7.0	8.2
900	4.5	5.7	21.0	29.7	0.0	0.1	0.0	0.5	1.49	2.43	5.9	100.5	na	na	2.14	2.62	7.3	8.3
1000	4.3	6.1	21.0	30.0	0.0	0.1	na	na	1.36	2.53	8.9	98.0	na	na	2.12	2.62	7.4	8.2
1100	4.6	5.6	21.6	29.7	0.0	0.1	na	na	1.61	2.38	15.5	97.1	na	na	na	na	7.3	8.2
1200	4.5	5.7	21.6	29.2	0.0	0.1	na	na	1.61	2.39	16.4	101.8	na	na	na	na	7.3	8.3
1300	4.6	5.5	21.6	30.1	0.0	0.2	na	na	1.58	2.40	13.2	101.1	na	na	na	na	7.4	8.2
1400	4.6	5.6	23.0	28.5	0.0	0.1	na	na	1.50	2.45	11.8	107.4	na	na	na	na	7.3	8.3
1500	4.4	5.7	22.6	29.0	0.0	0.1	na	na	1.58	2.41	0.3	119.4	na	na	na	na	7.4	8.3
1750	4.7	5.6	na	na	0.0	0.2	0.0	0.6	0.91	2.75	26.4	105.9	na	na	na	na	7.3	8.2
2000	4.5	6.0	19.7	31.1	0.0	0.2	na	na	1.50	2.51	20.6	106.1	na	na	2.31	2.38	7.4	8.2
2500	4.5	5.9	20.1	31.1	0.0	0.2	na	na	1.60	2.41	15.5	115.4	na	na	2.27	2.45	7.3	8.2
3000	4.8	5.9	16.0	32.9	0.0	0.2	na	na	1.41	2.51	16.9	110.8	na	na	na	na	7.3	8.2
3500	4.7	5.9	na	na	na	na	na	na	1.30	2.65	na	na	na	na	na	na	7.2	8.1
4000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
$\geq 5500$	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

斜字体については表1に同じ。

表 11 日本周辺海域データのために設定した閾値 (9) 太平洋中間域沿岸域

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N (μmol/L)		NO2-N (μmol/L)		NH4-N (μmol/L)		PO4-P (μmol/L)		Si (μmol/L)		Chl-a (μg/L)		TAlk (meq/L)		pH		
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	
0	3.8	6.5	0.0	3.8	0.0	0.5	0.0	1.4	0.00	0.56	0.0	20.4	0.0	1.4	1.72	2.38	7.9	8.6	
10	3.8	6.5	0.0	3.8	0.0	0.5	0.0	2.0	0.00	0.53	0.0	18.6	0.0	1.3	2.13	2.42	8.0	8.5	
20	3.8	6.5	0.0	4.6	0.0	0.5	0.0	1.7	0.00	0.55	0.0	18.4	0.0	1.4	2.21	2.36	8.0	8.5	
30	3.8	6.4	0.0	5.7	0.0	0.6	0.0	2.0	0.00	0.62	0.0	18.5	0.0	1.4	2.22	2.36	8.0	8.5	
50	3.6	6.5	0.0	9.6	0.0	0.7	0.0	1.6	0.00	0.87	0.0	21.1	0.0	1.2	2.23	2.37	8.0	8.5	
75	3.2	6.5	0.0	14.0	0.0	0.6	0.0	1.7	0.00	1.14	0.0	24.8	0.0	0.7	2.24	2.37	8.0	8.5	
100	2.9	6.5	0.0	18.3	0.0	0.4	0.0	1.3	0.00	1.40	0.0	29.9	0.0	0.5	2.22	2.40	7.9	8.5	
125	2.7	6.5	0.0	22.4	0.0	0.3	0.0	1.2	0.00	1.70	0.0	36.7	0.0	0.3	2.22	2.40	7.9	8.5	
150	2.5	6.6	0.0	26.4	0.0	0.3	0.0	1.2	0.00	1.96	0.0	43.3	0.0	0.2	na	na	7.8	8.5	
200	2.2	6.4	0.0	33.4	0.0	0.1	0.0	1.3	0.00	2.49	0.0	58.5	0.0	0.1	na	na	7.8	8.6	
250	1.8	6.4	0.0	38.5	0.0	0.1	0.0	1.9	0.00	2.91	0.0	71.0	0.0	0.1	2.24	2.41	7.7	8.6	
300	1.5	6.2	0.0	43.9	0.0	0.1	0.0	0.9	0.00	3.30	0.0	85.9	0.0	0.0	na	na	7.6	8.6	
400	0.9	5.8	0.0	51.3	0.0	0.1	0.0	0.5	0.00	3.82	0.0	113.2	na	na	na	na	7.5	8.5	
500	0.3	5.4	0.0	55.0	0.0	0.1	0.0	0.6	0.00	4.07	0.0	137.3	na	na	na	na	7.4	8.5	
600	0.0	4.9	8.5	54.7	0.0	0.1	0.0	0.6	0.52	4.06	0.0	156.6	na	na	na	na	7.4	8.4	
700	0.1	4.1	18.0	52.8	0.0	0.1	0.0	0.7	1.23	3.86	4.2	167.5	na	na	na	na	7.4	8.3	
800	0.5	3.1	26.7	49.6	0.0	0.1	0.0	0.6	1.85	3.65	25.0	172.6	na	na	na	na	7.4	8.2	
900	0.7	2.5	32.1	47.9	0.0	0.1	0.0	0.8	2.15	3.58	27.9	179.3	na	na	na	na	7.4	8.1	
1000	0.8	2.3	34.8	47.1	0.0	0.1	0.0	0.6	2.31	3.56	37.2	185.5	na	na	na	na	7.4	8.1	
1100	0.8	2.3	36.4	46.4	0.0	0.1	0.0	0.7	2.47	3.48	57.8	186.0	na	na	na	na	7.4	8.1	
1200	0.8	2.3	36.2	47.0	0.0	0.1	0.0	0.7	2.49	3.47	60.9	192.7	na	na	na	na	7.4	8.1	
1300	0.7	2.5	37.5	46.6	0.0	0.1	0.0	0.7	2.53	3.43	88.2	183.8	na	na	na	na	7.4	8.1	
1400	0.8	2.7	37.8	46.5	0.0	0.1	0.0	0.7	2.52	3.42	97.7	182.1	na	na	na	na	7.4	8.1	
1500	0.8	2.8	37.6	46.2	0.0	0.1	0.0	0.6	2.52	3.39	101.1	186.3	na	na	na	na	7.5	8.1	
1750	1.3	3.0	37.1	45.2	0.0	0.1	0.0	0.7	2.51	3.29	127.5	174.7	na	na	na	na	7.6	8.1	
2000	1.4	3.3	34.0	46.9	0.0	0.1	0.0	0.6	2.44	3.27	120.5	180.0	na	na	na	na	7.5	8.2	
2500	2.2	3.6	32.8	45.4	0.0	0.1	0.0	0.6	2.35	3.11	124.5	176.2	na	na	na	na	7.6	8.2	
3000	2.7	3.8	33.5	42.5	0.0	0.1	0.0	0.5	2.28	3.04	127.1	171.5	na	na	na	na	7.7	8.1	
3500	3.0	3.9	33.2	41.9	0.0	0.1	0.0	0.5	2.26	2.96	127.6	169.6	na	na	na	na	7.7	8.2	
4000	3.2	3.9	34.8	39.5	0.0	0.1	na	na	2.30	2.89	124.0	170.7	na	na	na	na	7.6	8.2	
4500	3.2	4.1	na	na	na	na	na	na	2.35	2.80	80.3	196.0	na	na	na	na	7.6	8.1	
5000	2.2	5.0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
≥5500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

斜字体については表 1 に同じ。

表 12 日本周辺海域データのために設定した閾値 (10) 太平洋亜寒帯域沿岸域

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NO2-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		NH4-N ( $\mu\text{mol/L}$ )		PO4-P ( $\mu\text{mol/L}$ )		Si ( $\mu\text{mol/L}$ )		Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )		TAlk (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	3.5	10.2	0.0	25.5	0.0	0.4	0.0	2.1	0.00	2.27	0.0	51.1	0.0	3.5	1.79	2.60	7.7	8.5
10	3.5	10.2	0.0	26.0	0.0	0.4	0.0	1.9	0.00	2.31	0.0	53.3	0.0	3.4	2.19	2.38	7.7	8.5
20	3.8	10.1	0.0	26.9	0.0	0.4	0.0	2.1	0.00	2.42	0.0	54.9	0.0	3.6	2.20	2.38	7.7	8.5
30	4.0	9.9	0.0	28.4	0.0	0.4	0.0	2.7	0.00	2.63	0.0	59.9	0.0	3.2	2.20	2.39	7.7	8.5
50	4.1	9.4	0.0	33.5	0.0	0.6	0.0	4.1	0.00	2.96	0.0	71.9	0.0	1.9	2.20	2.39	7.6	8.5
75	4.1	9.1	0.0	37.9	0.0	0.5	0.0	2.4	0.00	3.17	0.0	82.3	0.0	1.0	2.21	2.39	7.6	8.4
100	4.2	8.7	0.0	40.4	0.0	0.4	0.0	2.0	0.00	3.31	0.0	91.4	0.0	0.7	2.20	2.42	7.6	8.4
125	4.3	8.3	0.0	42.6	0.0	0.3	0.0	1.2	0.00	3.43	0.0	98.7	0.0	0.6	2.22	2.40	7.6	8.4
150	4.0	8.1	0.0	45.3	0.0	0.3	0.0	1.2	0.00	3.59	0.0	106.2	0.0	0.4	2.22	2.40	7.5	8.4
200	2.9	8.2	0.0	50.7	0.0	0.2	0.0	1.5	0.00	3.90	0.0	118.8	0.0	0.3	2.22	2.43	7.4	8.4
250	1.5	8.3	0.0	53.6	0.0	0.2	0.0	1.3	0.08	4.09	0.0	131.0	0.0	0.2	2.24	2.43	7.3	8.3
300	0.4	8.2	4.0	54.8	0.0	0.2	0.0	1.4	0.42	4.17	0.0	136.8	0.0	0.2	2.24	2.44	7.3	8.3
400	0.0	7.1	17.8	52.6	0.0	0.1	0.0	1.1	1.44	3.95	0.0	148.0	0.0	0.1	2.26	2.46	7.3	8.1
500	0.0	5.0	26.0	51.7	0.0	0.1	0.0	0.9	1.98	3.86	0.0	166.7	0.0	0.0	2.26	2.48	7.3	8.1
600	0.0	3.4	32.1	50.9	0.0	0.1	0.0	0.9	2.32	3.81	0.0	179.8	0.0	0.1	2.26	2.51	7.2	8.0
700	0.0	2.5	38.1	48.5	0.0	0.1	0.0	0.8	2.45	3.81	15.7	181.7	na	na	2.28	2.51	7.2	7.9
800	0.3	1.9	38.5	48.7	0.0	0.1	0.0	1.0	2.68	3.70	41.5	193.1	na	na	na	na	7.2	7.9
900	0.4	1.7	38.3	48.8	0.0	0.1	0.0	1.2	2.60	3.77	0.0	220.9	na	na	2.29	2.55	7.3	8.0
1000	0.5	1.6	38.7	48.5	0.0	0.1	0.0	1.5	2.66	3.75	6.0	229.5	na	na	2.31	2.57	7.3	8.0
1100	0.6	1.5	38.4	48.8	0.0	0.1	0.0	1.2	2.66	3.74	12.2	229.1	na	na	2.34	2.57	7.3	8.0
1200	0.6	1.6	37.6	49.5	0.0	0.1	0.0	0.9	2.65	3.73	10.6	236.6	na	na	2.35	2.55	7.3	8.0
1300	0.7	1.6	40.7	47.1	0.0	0.1	na	na	2.66	3.72	13.9	247.0	na	na	2.38	2.58	7.3	8.0
1400	0.7	1.7	39.5	47.8	0.0	0.1	na	na	2.49	3.73	11.4	250.7	na	na	2.40	2.55	7.3	8.1
1500	0.8	1.8	40.6	47.0	0.0	0.1	na	na	2.56	3.71	0.3	263.5	na	na	na	na	7.3	8.1
1750	1.0	2.0	39.0	45.9	0.0	0.1	na	na	2.41	3.63	49.6	251.5	na	na	na	na	7.4	8.0
2000	1.2	2.5	38.0	46.1	0.0	0.1	na	na	1.87	4.01	0.0	258.0	na	na	2.36	2.60	7.3	8.1
2500	1.9	3.2	36.7	44.0	0.0	0.1	na	na	2.29	3.43	0.0	249.2	na	na	2.42	2.54	7.4	8.1
3000	2.6	3.4	35.7	42.2	0.0	0.1	na	na	2.27	3.25	6.1	239.9	na	na	2.42	2.56	7.4	8.1
3500	3.0	3.7	35.2	41.1	0.0	0.1	na	na	2.17	3.23	46.6	205.7	na	na	na	na	7.4	8.1
4000	3.2	3.9	34.0	40.7	0.0	0.1	na	na	2.17	3.13	42.0	211.6	na	na	na	na	7.4	8.2
4500	3.1	4.0	22.5	48.1	na	na	na	na	1.69	3.30	59.6	200.0	na	na	na	na	7.5	8.2
5000	3.3	4.0	35.4	37.9	na	na	na	na	1.59	3.29	58.2	199.9	na	na	na	na	7.7	8.2
$\geq 5500$	3.1	4.1	na	na	na	na	na	na	1.56	3.29	34.6	216.2	na	na	na	na	na	na

斜字体については表 1 に同じ。

表 13 日本周辺海域データのために設定した閾値 (11) 太平洋亜寒帯域沿岸域

Depth (m)	DO (ml/L)		NO3-N (μmol/L)		NO2-N (μmol/L)		NH4-N (μmol/L)		PO4-P (μmol/L)		Si (μmol/L)		Chl-a (μg/L)		TALK (meq/L)		pH	
	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High
0	4.5	9.6	0.0	8.6	0.0	0.3	0.0	3.3	0.00	1.12	0.0	24.4	0.0	2.2	1.59	2.68	7.8	8.6
10	4.5	10.1	0.0	11.4	0.0	0.3	0.0	4.5	0.00	1.34	0.0	25.2	0.0	2.3	2.04	2.44	7.8	8.6
20	4.8	10.4	0.0	19.7	0.0	0.4	0.0	5.6	0.00	1.94	0.0	31.4	0.0	3.5	2.12	2.39	7.8	8.6
30	5.0	10.0	0.0	27.1	0.0	0.5	0.0	4.9	0.00	2.46	0.0	41.9	0.0	2.8	2.18	2.36	7.7	8.5
50	5.2	9.1	0.0	36.8	0.0	0.4	0.0	5.9	0.00	3.02	0.0	60.7	0.0	1.1	2.20	2.37	7.7	8.4
75	5.1	8.7	0.0	40.8	0.0	0.4	0.0	3.4	0.00	3.29	0.0	71.2	0.0	0.5	2.21	2.37	7.7	8.3
100	4.9	8.4	0.0	44.5	0.0	0.3	0.0	3.0	0.00	3.48	0.0	78.5	0.0	0.2	2.21	2.38	7.6	8.3
125	4.7	8.2	0.0	46.3	0.0	0.3	0.0	3.2	0.00	3.54	0.0	82.5	0.0	0.2	2.23	2.38	7.6	8.2
150	4.5	8.0	0.0	46.3	0.0	0.3	0.0	3.7	0.03	3.57	0.0	84.8	0.0	0.2	2.23	2.38	7.6	8.2
200	3.9	7.6	0.0	48.5	0.0	0.3	0.0	3.1	0.39	3.67	0.0	96.5	0.0	0.2	2.24	2.39	7.6	8.2
250	3.6	7.2	4.5	48.0	0.0	0.3	0.0	9.5	0.48	3.78	0.0	104.8	0.0	0.1	2.22	2.41	7.5	8.2
300	3.2	6.7	6.3	49.0	0.0	0.3	0.0	5.1	0.65	3.86	0.0	111.9	0.0	0.1	2.23	2.43	7.5	8.1
400	2.7	6.2	6.0	50.0	0.0	0.3	0.0	2.9	0.88	3.88	0.0	130.1	na	na	2.27	2.43	7.5	8.1
500	1.9	5.8	7.6	52.7	0.0	0.3	0.0	1.6	1.21	3.82	0.0	152.9	na	na	2.25	2.46	7.5	8.1
600	1.0	5.0	6.5	58.3	0.0	0.2	0.0	6.1	1.35	4.05	0.0	183.5	na	na	2.26	2.48	7.3	8.1
700	0.5	3.9	17.1	55.8	0.0	0.2	0.0	6.5	0.85	4.58	1.4	211.6	na	na	2.27	2.49	7.3	8.1
800	0.7	2.6	0.0	70.8	0.0	0.1	0.0	5.2	0.76	4.85	16.2	231.7	na	na	na	na	7.3	8.0
900	0.7	2.3	26.1	55.5	0.0	0.1	na	na	2.13	4.04	27.1	231.1	na	na	2.24	2.55	7.3	8.0
1000	0.8	1.8	30.6	51.3	0.0	0.1	na	na	2.22	4.03	28.5	238.5	na	na	2.26	2.57	7.4	8.0
1100	0.9	1.7	32.3	50.7	0.0	0.0	na	na	2.30	4.01	46.6	234.8	na	na	na	na	7.3	8.0
1200	0.9	1.6	29.0	53.5	0.0	0.1	na	na	2.19	4.05	26.7	253.2	na	na	na	na	7.5	7.9
1300	1.0	1.6	29.8	53.0	0.0	0.0	na	na	2.27	3.80	43.1	240.9	na	na	na	na	7.3	8.1
1400	1.0	1.7	na	na	0.0	0.0	na	na	2.14	3.91	43.3	237.8	na	na	na	na	7.3	8.0
1500	1.1	1.7	na	na	0.0	0.0	na	na	0.68	4.94	0.0	302.0	na	na	na	na	na	na
1750	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
2000	1.2	2.1	34.1	49.5	na	na	na	na	0.31	4.94	0.0	290.3	na	na	2.44	2.55	7.5	8.0
2500	1.6	2.2	32.1	49.5	na	na	na	na	0.31	4.88	0.0	302.3	na	na	na	na	7.4	8.1
3000	1.6	2.4	na	na	na	na	na	na	0.12	4.84	0.0	307.0	na	na	na	na	na	na
3500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
4500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
5000	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
≥5500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

斜字体については表 1 に同じ。

統計処理による閾値計算の結果、WOD に示された閾値は多くの場合において、予想されるように広すぎて疑わしいデータを見逃す可能性があることが分かったが、その一方で、海域によっては、正確な測定値として十分ありうる範囲のデータが WOD の閾値の範囲外となってしまう、誤って疑わしいデータと判定されてしまうことが判明した。図 23 に示す太平洋亜寒帯外洋域のリン酸およびケイ酸のデータにおいて顕著であり、このような海域においては WOD の閾値を使用すると、解析結果に無視し得ない悪影響が出るおそれがある。

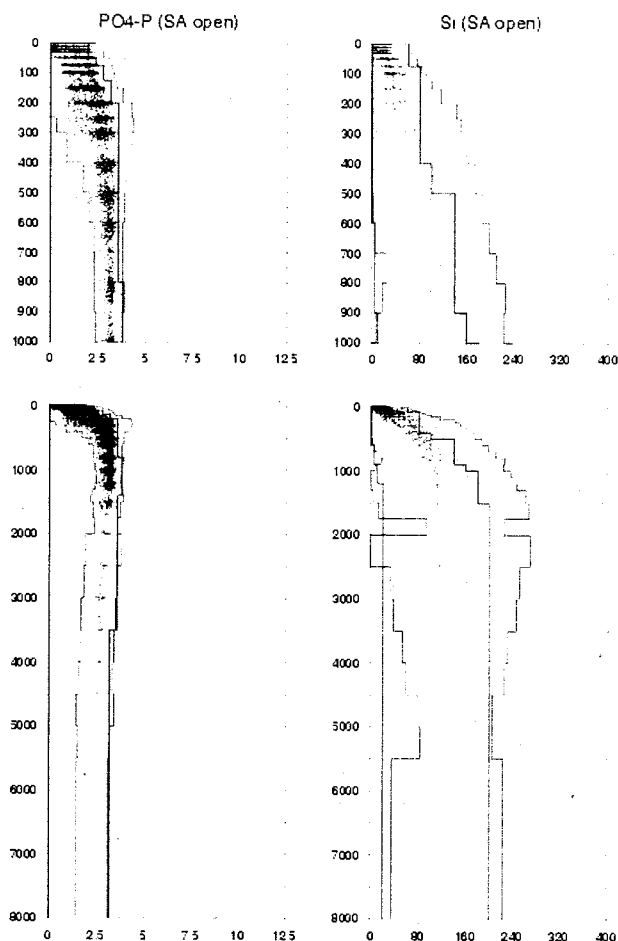


図 23 太平洋亜寒帯外洋域における観測データと閾値の鉛直プロファイル

さらに、この品質管理手法においては、データセンターにおける大量データの一括処理のみならず、観測現場における一測点毎のデータの取り扱いについても標準となるべき手法を提案したものとなっている。観測の現場は多くの場合、同時に教育の現場でもあり、このマニュアルは学生をも対象としているが、こうした資料は従来に例が無く、極めて有用であり貴重な成果であると言える。

また、本研究によって完成したマニュアルは当該分野の研究者等にも価値の有るものである。



## 5 本研究により得られた成果

インベントリ情報および付属情報のデータベースである IJCD ならびに PICNIC を構築し、インターネットを通じて広く公開したことにより、研究者間の二酸化炭素関連物質データの相互利用に大きく寄与し、海洋の二酸化炭素吸収量解明を推進した。

両データベースは内外の研究者より高い評価を受け、幅広い協力を得て、その収録情報は、国内の二酸化炭素関連物質データインベントリを扱う IJCD において計 367 航海（ボトル採水 300 航海、 $p\text{CO}_2$ 連続観測 92 航海）に達した。また、北太平洋域を扱う PICNIC においては、IJCD の収録情報の一部と米国、カナダ等の情報をあわせ、現在、計 426 航海（ボトル採水 284 航海、 $p\text{CO}_2$ 連続観測 214 航海）を収録し広く一般に提供している。

一方、実データの提供に関しては、LAS (Live Access Server) に基づいたデータベースを構築し、国立環境研究所の二酸化炭素分圧観測データを元にしたグリッド化データを収録した。

このデータベースの利用によって二酸化炭素関連物質データの三次元マップの作成が容易となり、北太平洋域における海洋の二酸化炭素吸収について、その空間分布や季節変動が明瞭に分かるようになった。このことは、北太平洋域における海洋の二酸化炭素吸収量の見積りに大きく資することになり、その将来予測を前進させることに貢献したと言える。

また、実データの処理方法に関し標準的な手法を提案するために、海洋二酸化炭素関連物質データの品質管理手法を開発し、146 ページに及ぶマニュアルを整えた。このマニュアルは、海洋化学分野における国内の主要な研究者を含む IJCD 作業部会の監修を受けており、当該分野の研究者一般に向けて公開される予定である。

本研究で開発した品質管理手法は、米国国立海洋データセンター (US-NODC) による既存の品質管理手法と比較して、わが国周辺における海域の特性を詳細に考慮したものとなっており、また、二酸化炭素関連物質データの処理に際して US-NODC の手法に欠けている項目を補うものとなっている。よって、わが国の海洋研究機関による二酸化炭素関連物質データを処理する上で、非常に有用なものとなったといえる。

さらに、研究機関に保管されている二酸化炭素関連物質データの利用を促進するために、東京大学海洋研究所所属の観測船白鳳丸、広島大学生物生産学部所属の観測船豊潮丸等のデータを収集し、収集とデジタル化ならびに品質管理を施し、CD-ROM を媒体としたデータセットを作成した。

そのために、当該分野の研究者に利用しやすいフォーマットを検討し、広く使われているデータ処理プログラム Ocean Data View (ODV) との親和性に配慮したフォーマットを開発した。今後は、このフォーマットの海洋化学分野における普及を図っていく必要が有る。

以上のように、本研究の成果は、国内外の研究者間における海洋二酸化炭素関連物質データの相互利用を強力に推進するものであり、ひいては地球温暖化等の気候変動予測に資するものであって、当初の目的を達成したと言える。

## 6 引用文献

- Conkright, M. E., S. Levitus, T. P. Boyer, T. O'Brien, C. Stephens, D. Johnson, L. Stathoplos, O. Baranova, J. Antonov, R. Gelfeld, J. Burney, J. Rochester and C. Forgy (1998), World Ocean Database 1998, CD-ROM Data Set Documentation, Version 1.0. Ocean Climate Laboratory, National Oceanographic Data Center, 70pp.
- Conkright, M.E., J. I. Antonov, O. Baranova, T. P. Boyer, H. E. Garcia, R. Gelfeld, D. Johnson, R. A. Locarnini, P. P. Murphy, T. D. O'Brien, I. Smolyar and C. Stephens (2002), World Ocean Database 2001, Volume 1: Introduction. Ed: Sydney Levitus, NOAA Atlas NESDIS 42, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 167pp.
- Zeng, J., Y. Nojiri, P. P. Murphy, C. S. Wong, Y. Fujinuma (2002), A comparison of  $\Delta p\text{CO}_2$  distributions in the northern North Pacific using results from a commercial vessel in 1995–1999, Deep-Sea Research part II 49 5303–5315.

[研究成果の発表状況]

(1) 誌上発表 (学術誌・書籍)

なし

(2) 口頭発表

- ① S. Oguma and T. Suzuki: Ocean Science Meeting 2002, Honolulu, USA, "A construction of data inventory of CO<sub>2</sub> related data in the North Pacific."
- ② S. Oguma: PICES(WG/TCODE) CO<sub>2</sub> Data Integration Implementation Workshop, Tokyo, Japan, 2001, "Inventory for Japanese Chemical Oceanographic Data (IJCD)"
- ③ S. Oguma and T. Suzuki: PICES/TCODE E-poster session, Victoria, Canada, 2001, "Activities of Marine Information Research Center 2: A contribution to the construction of inventory of CO<sub>2</sub> related data"
- ④ T. Miyake: JGOFS Data Management Task Team meeting, Washington D.C., USA, 2002, "Chemical Oceanographic Data management in Japan"
- ⑤ S. Oguma and T. Suzuki (2002): Inventory of CO<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub>-related data in the North Pacific.
- ⑥ T. Suzuki (2002): Inventory for Japanese Chemical Oceanographic Data (IJCD). PICES Working Group17, Qingdao, China.
- ⑦ S. Oguma and T. Suzuki (2002): A Construction of data Inventory of CO<sub>2</sub> Related Data in the North Pacific. PICES/TCODE E-poster session, Qingdao, China.
- ⑧ S. Sato (2003): Chemical Oceanographic Data management in Japan and PICES. 17th IOC Committee on International Oceanographic Data and Information Exchange, Paris, France.

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

なし

(6) その他成果の普及、政策的な寄与・貢献について

インベントリ情報データベース IJCD 並びに PICNIC をオンラインで公開中

海洋二酸化炭素関連物質データ品質管理マニュアルを作成

瀬戸内海水質データセット (CD-ROM) を作成

**Ocean Carbon Dioxide Related Substance Database for the Amount  
Elucidation of Anthropologic Carbon Dioxide Absorption of the Ocean  
(Abstract of the Final Report)**

**Contact person** Kazuyoshi Oichi  
Assistant Researcher, Japan Oceanographic Data Center  
Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard  
5-3-1 Tsukiji, Chuo-ku, Tokyo 104-0045, Japan  
Tel: +81-3-3541-4295 Fax: +3-3545-2885  
E-mail: oichi@jodc.go.jp

**Total Budget for FY2001-FY2003** 49,520,000Yen (FY2003; 17,503,000Yen)

**Key Words** Carbon Dioxide, Database, Ocean, Quality Control, Visualization

## 1. Introduction

It is a very important subject to elucidate carbon exchange between the ocean and the atmosphere in order to estimate concentration change of carbon dioxide in the atmosphere and to predict the climate change in connection with the global warming.

Many research institutes in Japan have measured the quantity of carbon dioxide in the ocean and the atmosphere. Almost all data has been distributed by each research institutes. However its precision and accuracy are not uniformity because of difference between each observation techniques and advanced observation technique in recent years. A management of data quality has been required for the global massive data analysis, such as "High accurate analysis of total carbon dioxide data". However, it is difficult to make synthetic and systematical use of carbon dioxide related data distributed to each research institute, applying the conventional data management method.

For above reasons, it is urgently required to collect the high quality data related carbon dioxide substances to elucidate the oceanic absorption mechanism of carbon dioxide efficiently and to establish the data management system (database) for effective data use.

## 2. Research Objective

In order to support the research activities on the elucidation of the carbon dioxide absorption mechanism of the ocean, this research aims to establish the high accuracy carbon dioxide related data management system, which will be utilized by domestic and foreign researchers. The system will manage two kinds of information; one is inventory information of observation data, such as who observed, what kind of data, at where, the other is the observation data itself.

### 3. Research Method and Results

#### (1) Collection of the Inventory Information and Development of the Inventory Database

We have developed the database inventory in which contains necessary additional information of how to specify and acquire the data. The information is provided to the researchers. This database is named "Inventory for the Japanese Chemical Oceanographic Data (IJCD)" contains information of 367 cruises and also opened to the public now.

Furthermore, we have established database of inventory information, it is called "PICES Carbon Dioxide Related Data Integration for the North Pacific (PICNIC)", cooperation with the North Pacific Marine Science Organization (PICES) using IJCD system. PICNIC contains information of a part of IJCD and from U.S.A., Canada and the other countries. Information of 416 cruises is widely opened to the public now.

#### (2) Digitization of Carbon Dioxide Related Data

Digitization is necessary to operative distribution and utilization of the carbon dioxide related data in which has been distributed to research institutes. As a result, we have digitized the data of 41 cruises on R/V Hakuho-Maru (1968-1997) and 22 cruises on R/V Toyoshio-Maru (1981-1991) to CD-ROM. According to discussion on PICES Working Group 13 (PICES/WG13), those data were converted into spreadsheet format that is readable by commonly used oceanographic data processing software, "Ocean Data View (ODV)". We will provide this CD-ROM as dataset to researchers and the information will be also opened by on-line.

#### (3) Development of the Carbon Dioxide Related Database

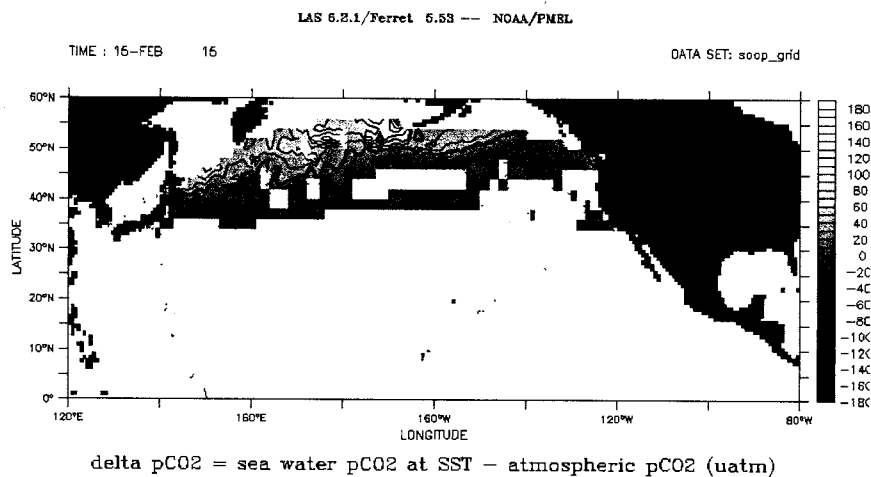
According to the discussion on PICES/WG13, we evaluated the Live Access Server (LAS) as the real data service system of the ocean CO<sub>2</sub> related data. LAS is a configurable web server provides geo-referenced scientific data and flexible access.

As a result, 3-dimensional maps, such as the amount of carbon dioxide absorption in the ocean space concerned, can be easily obtained now.

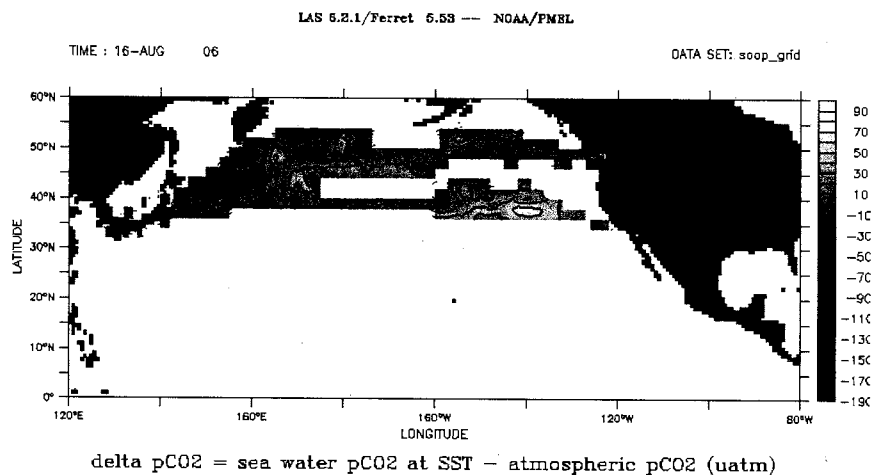
We used the underway pCO<sub>2</sub> observation data conducted by National Institute for Environmental Studies from 1995 to 2003 as a test study for this evaluation. This evaluation of spatial distribution of delta-pCO<sub>2</sub> in winter and summer are shown in Fig.1 and Fig.2. It clearly depicts seasonal alteration of the balance of absorption and emission of carbon dioxide, opposite to trend between high latitude and medium latitude and considerably difference between east side and west side at same latitude.

#### (4) Development and Evaluation of the Quality Control Method of the Carbon Dioxide Related Data

We have developed the standard quality control method for the carbon dioxide related data. It was based on quality control method of National Oceanographic Data Center (NODC), U.S.A. We have made a manual of 146 pages. We divided the target area of surrounding Japanese sea into 6 sections and further more, each section was divided into coastal zone and oceanic zone. Totally, we defined 11 sea areas. By contrast, only 1 section exists for North Pacific Ocean in NODC method. It provides more precise and reliable threshold parameter. As the result of statistical calculations, we found the excessively narrow regulations in NODC method. These are inappropriate for data at some area, such as Silicate at oceanic zone of Okhotsk.



**Fig. 1 The Spatial Distribution of delta-pCO<sub>2</sub> in Winter**



**Fig. 2 The Spatial Distribution of delta-pCO<sub>2</sub> in Summer**

#### 4. Conclusion

We have established IJCD and PICNIC which are the database of inventory information and metadata and opened to the public widely through the Internet. Due to those operations, we have contributed to mutual use of the carbon dioxide related data between domestic and foreign researchers greatly and promoted the amount elucidation of carbon dioxide absorption of the ocean.

On the 3-dimensional map created using the carbon dioxide related database built by this research is very useful for standing the estimate of carbon dioxide absorption of the whole ocean.

By this research, the created quality control manual not only proposes a technique standard for operating data but greatly to training of researchers. This manual has received editorial supervision of the IJCD working group containing the main domestic researchers in a sea chemistry field, and is due to open towards the general researcher of the field concerned.

As mentioned above, the result of this research promotes powerfully mutual use of the sea carbon dioxide data between researchers in and outside the country, and is contributed to climate change prediction of global warming etc. Consequently, we think we could attain the original purpose.

### Reference

- Conkright, M.E., S. Levitus, T.P. Boyer, T. O'Brien, C. Stephens, D. Johnson, L. Stathoplos, O. Baranova, J. Antonov, R. Gelfeld, J. Burney, J. Rochester and C. Forgy (1998), World Ocean Database 1998, CD-ROM Data Set Documentation, Version 1.0, Ocean Climate Laboratory, National Oceanographic Data Center, U.S.A., 70pp.
- Conkright, M. E., J. I. Antonov, O. Baranova, T. P. Boyer, H. E. Garcia, R. Gelfeld, D. Johnson, R. A. Locarnini, P. P. Murphy, T. D. O'Brien, I. Smolyar and C. Stephens (2002), World Ocean Database 2001, Volume 1: Introduction. Ed: Sydney Levitus, NOAA Atlas NESDIS 42, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 167pp.
- Zeng, J., Y. Nojiri, P. P. Murphy, C. S. Wong, Y. Fujinuma (2002), A comparison of  $\Delta p\text{CO}_2$  distributions in the northern North Pacific using results from a commercial vessel in 1995–1999, Deep-Sea Research part II 49 5303–5315.