

B-12 海面上昇の総合的影響評価と適応策に関する研究

(1) 沿岸自然環境と生態系への影響評価と適応策に関する研究

① 沿岸自然環境への影響評価と適応策に関する研究

独立行政法人産業技術総合研究所

海洋資源環境研究部門	沿岸環境保全研究グループ	斎藤文紀・村上文敏
国際部門	国際地質協力室	木下泰正
地圏資源環境研究部門	アジア地熱研究グループ	大久保泰邦
地圏資源環境研究部門	資源有機地化学研究グループ	鈴木祐一郎
地球科学情報研究部門	地殻構造研究グループ	田中明子
名古屋大学	大学院環境学研究科 地理学	海津正倫
新潟大学	理学部 地質科学教室	立石雅昭
東京大学	大学院新領域創成科学研究科	春山成子
専修大学	文学部 人文学科	平井幸弘

平成12～14年度合計予算額 27,359千円

(うち、平成14年度予算額 8,791千円)

【要旨】 現在懸念されている地球温暖化による海面上昇によって、デルタや沿岸湖沼がどのように応答し、影響を受けるのか、またそれらへの適応策を検討するため、タイ・ベトナム沿岸域を対象に、過去に起こった現象の解明からの自然の応答把握とハザードマップ・適応策の研究を行った。

ベトナム北部の紅河デルタ、南部のメコンデルタ及びタイのチャオプラヤデルタは、完新世の海水準変動に対応して広大なデルタ平野が形成されてきた。これらの平野から採取したボーリング試料や表層柱状堆積物試料の解析から、完新世の環境変遷、沖積層の層厚分布、模式層序を明らかにした。また過去2～3千年間においてはおよそ10-20km/千年(10-20m/年)の速度でデルタが前進拡大してきたことが明らかとなった。現在顕在化している海岸侵食を評価する場合には、自然状態でのデルタの変動様式を考慮して評価する必要があることが示された。

海面上昇や温暖化に伴う気候変動による洪水の激化・高頻度化が、どのような地域に影響を与えるかを明らかにすることは、適応策を検討する上で、地域対策上、最初に求められるデータである。これらに対処するため、ベトナム紅河デルタ沿岸域において、過去数年から数十年の時間スケールでの海岸侵食、土壌塩分データを基にハザードマップを作成した。またベトナム中部の沿岸湖沼が発達する地域において地形区分とその発達要因、影響と適応策を取りまとめた。

将来予測されている海面上昇は、2100年に9～88cmと、地域的な人間活動による地盤沈下量と比べると大きくはない。しかし、関連して起こる洪水等の自然災害や地域的な人間活動との複合的な効果で、影響はより早く生じる可能性が大きい。また洪水・高潮・満潮などの重複効果も影響を早める。これらの悪影響を災害化しないためにも、ハザードマップ等による影響の地域明示化と対策が必要である。

【キーワード】 海面上昇、ベトナム、デルタ、沿岸湖沼、衛星画像

1. はじめに

現在懸念されている地球温暖化によって 2100 年には約 50cm (9–88cm) の海面上昇が予測されている。この海面上昇速度は大きくないが、サンゴ礁などの低平な地域からなる島嶼国や、海岸沿岸域において人口が密集し、重要な生産活動の場となっているアジアの国々では重要な問題である。地球圏生物圏国際協同研究 (IGBP) でも海岸沿岸域における地球規模の環境変動を明らかにするため「海岸沿岸域における陸域と海域の相互作用研究 (LOICZ)」が実施されており、沿岸システムの把握、沿岸域と陸域の人間活動の影響、社会経済への影響などが重要課題として取り上げられている。また将来の海面上昇が引き起こす各種の問題は、IPCC の第 3 次報告書(2001)においても列挙されており、これらの沿岸域の問題解決は、次の IPCC 報告書においても、適応策を含めて検討されようとしている。世界の海岸沿岸環境の中でも特にアジアの海岸沿岸域は、多くの人々が居住しており、経済活動の点からも必要な場となっており、日本の経済や食生活とも密接に関連している。

2. 研究目的

本研究では、予測されている将来の海面上昇の影響評価と適応策に資するため、1) 長期間の自然の変動システムの把握、2) 過去に起こった海面上昇の応答解明、3) 影響事象が明示できるようなハザードマップの作成、4) 地形区分ごとの影響と対応策、5) 塩水侵入モニタリング手法の開発を行った。過去において生じた海面上昇や洪水等の影響や自然のシステムの応答を明らかにすることは、将来予測されている変動の影響評価を行う際に、また対策や適応策を検討する上で重要な情報を提供してくれる。特にアジアの海岸沿岸域では、過去に起こった現象の解明が遅れていること、自然のシステム理解のための基礎的な情報が少ないことなど、将来の影響が最も懸念されている地域にも拘わらず、基礎的な解析が行われていない。このため、南アジア、東南アジア、東アジアの国々の中から、タイとベトナムを調査対象域として選び、これらの基礎的なデータの取得、解析手法の確立を目指した。近年の人間活動の影響を大きく受けているタイと、洪水などの自然災害が頻繁に起こっているベトナム地域、海面上昇の影響が懸念されている低平なメコンデルタである。これらのデルタの研究とは別にベトナム中部では、ラグーン域を対象とした。ラグーンを抱える海岸低地では、海面上昇によって低地の水没や海岸侵食、洪水位の上昇、湛水期間の長期化などに加え、ラグーン内での塩分濃度の上昇や湖岸低地での地下水の塩水化といった変化が予測され、それに伴って地域の人々の生活や生態系に深刻な影響を及ぼす恐れがある。このため本研究では、ベトナム中部の小規模デルタ域に発達するラグーン地域を対象に、将来の海面上昇の影響とその適応策を地形学的視点から考察することを目的とした。また同時に、海面上昇の影響予測・対応のための「ハザードマップ」の作成を目指した。同様にベトナム北部の紅河デルタ地域では近年顕在化している海岸侵食の影響を明らかにするため「ハザードマップ」の作成を行った。

3. 研究方法

タイの中央平野下部(チャオプラヤデルタ平野)、ベトナム北部の紅河(ホン河)デルタ、ベトナム南部のメコンデルタを対象に、これらの平野の形成機構を千年の時間スケールで調査解析を行った。既存及び新たにボーリングにより堆積物試料を採取し、解析を行った。チャオプラヤ平

野については、5 万分 1 のスケールの地形図および衛星画像（JERS-1）のデータを用いて地形分類図を作成し、現地調査を行った。また、堆積物の年代および堆積環境を把握するため、約 30 地点においてハンドオーガーによる掘削調査を行い、年代測定および微化石分析のための試料を採取した。なお、海水準変動復原のための年代試料は、地盤沈下の影響を避けるため、主として低地の縁辺部において採取した。メコンデルタにおいては既存のボーリング試料に加えて、3 本のボーリングを新たに行い堆積相の解析、年代測定を行った。またこれらに加えて、沿岸域に発達する浜堤列の形成機構を明らかにするため、砂粒子を用いて OSL 年代測定を行った。紅河デルタにおいては、4 本のボーリング試料を新たに採取し、別のプロジェクトで採取した 3 本の試料と合わせて、堆積相解析を行い、貝殻などを用いて年代測定を行った。

ベトナム中部の小規模デルタとラグーン域の調査では、タイ国南部のソクラー湖の研究で採用した 7 つのステップからなる「海面上昇の影響評価とその適応策のアセスメント手法」を用いて調査を行った。現地調査はベトナム国立自然科学技術センター地理学副研究所（ホーチミン市）のヴァン ラップ グエンおよびティ キム オアン ター両博士とともに、(1) 2000. 3/5～3/10、(2) 2001. 2/22～3/1、(3) 2002. 2/21～3/1、(4) 2003. 3/10～17 の計 4 回行った。

またベトナム北部の紅河デルタの海岸沿岸域における沿岸侵食を中心としたハザードマップ作成のため、沿岸侵食が顕著なナムディン省、タインホア省、ニンビン省の 3 省を対象地域として JERS-1 SAR 画像から海岸動態特性値を求めて海岸侵食に対するリスク評価を行った。JERS-1 SAR（合成開口レーダ）画像を 1994 年から 1998 年撮影終了時まで入手し、各画像を重ね合わせて海岸線の移動差を求めて紅河デルタ南部の海岸線動態値を求め、1994 年の海岸線から 1998 年までの時期の異なる画像の差を計算し、500m メッシュマップでリスク評価図を作成した。これに、海岸線の変化に微地形を加味し海岸線動態値を求め、沿岸域の環境変化要因として風向風速・潮汐を、海岸侵食受苦地域のリスク軸として、土地利用・土壌中塩分を考慮して、ハザードマップを作成した。

海面上昇の影響の一つである塩水侵入のモニタリング技術を確立するため、メコン河支流のハウジャン川において、河口から遡上距離 50km にわたって、塩水くさび探査装置（SC-30：千本電気・クローバーテック製）を用いて塩水くさびの分布状況調査、及び CTD により定点での観測を行った。

4. 結果・考察

1) デルタの自然環境

①海面上昇に対するデルタの特質

世界各地の河川下流部にはさまざまな規模のデルタが発達する。これらのデルタは低湿で、古くから稲作の行われてきた東アジアや南アジアではデルタが人々の居住・生産の場として重要な役割を果たしてきた。また、デルタの地域は、きわめて低平であるため河川の氾濫による水害や高潮の被害などさまざまな自然災害を受けやすい地域であり、わずかな自然環境の変化がさまざまな問題を引き起こしやすい地域でもある。近年、地球規模の環境変動に伴う海面上昇の影響が大きな問題となっているが、チャオプラヤデルタをはじめ、ガンジスデルタやメコンデルタなどのアジアの大規模なデルタでは居住人口も多く、十分な社会的基盤の整備が行われていない地域が広く分布するため、わずかな海面の上昇によってもその影響が多大なものと

なる可能性が指摘されている。

デルタ地形のもっとも基本的な共通点は、地表にほとんど起伏がなく、全域がきわめて低平であるという点である。チャオプラヤデルタでも海岸から約 100km 内陸までの地域が 3 m 以下の土地となっていて、地表面の傾斜もきわめて緩く、デルタの南半部では 3~5/100,000 あるいはそれ以下の勾配を示している。このような低平な土地では地表水の排水が困難で、広大な排水不良地が出現しやすい。また、河川に沿う堤防の建設が不十分なところも多く、堤防の全く存在しないところもある。その結果、雨季が始まると河岸の低い部分や内陸の排水不良地などから順に浸水あるいは湛水が始まり水面下の土地が広がる。

一方、温暖化に伴って大気の状態も変化し、台風やサイクロン、あるいは集中豪雨などの発生にも変化が現れるとされている。その具体的変化については今後多くの研究によって明らかにされていくと思われるが、温暖化に伴う海面の上昇は台風やサイクロンによって引き起こされる高潮の影響をも増大させると考えられる。デルタ末端のような低平かつ未固結で軟弱な堆積物からなる地域では、わずかな海面の上昇によって高潮の被害が増大することが予想されるが、海拔高度がきわめて低い臨海部の地域では十分な堤防建設が行われていないところも多く、未固結の堆積物からなる不安定な土地・地盤は大規模な海岸侵食などを引き起こし、土地自体が消失するという極めて危険な状況をひきおこす。

②タイ中央平野下部（チャオプラヤデルタ）

チャオプラヤデルタはタイの中央部、タイランド湾に面して発達する東西約 120km、南北約 100km の広大な沖積低地である。低地の地形は北部の氾濫原、中央部のデルタ性沖積地、南部の潮汐平野に区分され、平野の西部には主として上部更新統からなる広大な扇状地性の地形が広がる(図 1-1-1)。低地の海拔高度は西部の扇状地および北部の氾濫原で 5~10m、中部および南部では大部分が 5 m 以下であり、臨海部では 1~2 m 程度である。

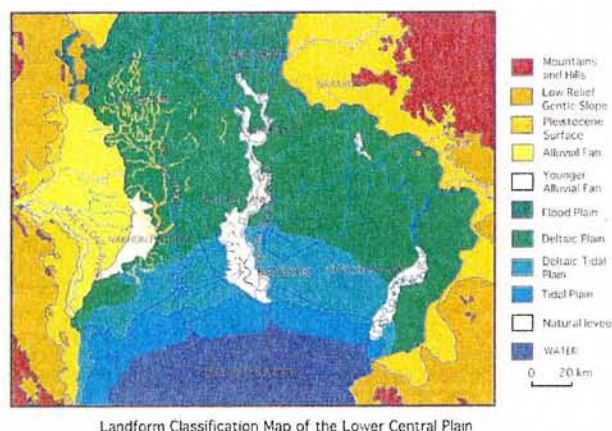


図 1-1-1 タイ中央平野下部における地形区分
(海津正倫原図)⁴⁾

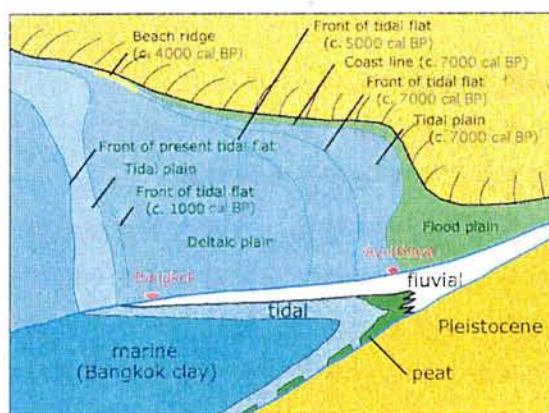


図 1-1-2 タイ中央平野の層序構造
(海津正倫原図)⁴⁾

完新統の層序・層相

本地域における完新統は、上部更新統の河成層をおおって堆積するシルト・粘土層および泥炭層よりなり、下位から基底泥炭層、海成粘土層、干潟堆積物、氾濫原堆積物の4つのユニットに分類される(図 1-1-2)。このうち、基底泥炭層は、更新統の埋没面をおおって発達し、すでに Somboon によって完新世前期から中期の ^{14}C 年代値がいくつか得られている^{1),2)}。また、低地縁辺部においても現海水準あるいはそれより若干高い泥炭層が認められ、それらの年代は 6000~7000yrsBP の値を示している。なお、これらの泥炭層の多くは木片を多量に含んでいることなどから、マングローブ泥炭であると推定される。海成粘土層はバンコク粘土ともよばれ、基底泥炭層あるいは下位の更新統の堆積物をおおって堆積し、極めて軟弱な灰色あるいは緑灰色の粘土層よりなる。層厚は平野中央部において 20m に達する地点もあるが、多くの地点では 5~10m 程度であり、平野縁辺部に向けて層厚を減じる。干潟堆積物は層厚数メートル以下のシルト層よりなり、多くの場合、砂の薄層がみられ、植物片あるいは貝化石が混入すること多い。その厚さは低地の縁辺部では 3~5m 中央部で 2~3m 程度であり、南方へ向けて減少する。その上面はかなり平坦で、上位の陸成堆積物によっておおわれている。最上部の陸成堆積物は、褐色~赤褐色をおびた灰色のシルトあるいはシルト質粘土層から成る。層厚は低地の北部において 2~3m 程度、中部から南部で 1~2m 程度であり、臨海部の潮汐平野の部分ではほとんど堆積していない。

^{14}C 年代値と海水準変動

過去の海水準を示すと考えられるマングローブ泥炭層および過去の干潟堆積物より年代測定試料を採取し、名古屋大学のタンデトロン加速器を用いて放射性炭素による年代測定を行った。得られた年代値と堆積物の産出高度をダイヤグラム上にプロットして本地域の相対的海水準変動を推定した。その結果、約 8000 年前における -10m 程度の海水準から 6000 年前頃における +2m 程度の海水準への急激な海面上昇と、その後の約 4500 年前頃の一時的な海退が読みとれた。この海水準変動は Sinsakul によって報告されているタイ全国のデータに基づく海水準変動³⁾と同様の傾向を示しており、我が国で明らかにされている完新世中期から後期の海水準変動の傾向とも調和する。

海岸線の変化

Somboon が示したように、完新世中期の内湾最拡大期における海岸線は現在の海岸線から約 70km 内陸の Ayutthaya 付近にまで達している¹⁾。本研究によって明らかにされた当時の海岸域における完新世堆積物の層厚は薄く、更新世堆積物をおおう基底泥炭層と干潟堆積物、表層の河成堆積物からなる。この泥炭層はマングローブ泥炭と判断され、その分布は当時のマングローブ林の分布を示唆している(図 1-1-2)。さらに、低地中央部の干潟堆積物と海成層との境界の年代は干潟前縁部の位置と年代を示している。また、低地の南西部には浜堤が発達しており、その堆積物の年代は約 3400yrsBP であった。

これらの分布と年代は、空間的な海岸線の変化を復原する有力な手がかりとなる。以上のことからもとづき、完新世中期の内湾がその後干潟へと変化し、低地の拡大にともなって干潟の地域が海側へと移動した過程が明らかになった(図 1-1-3)。なお、堆積物の特徴や衛星画像や地形図の解析から、現在の臨海部にもマングローブ林が広く分布していたことが推定されるが、現在はその痕跡が僅かに見られるのみで、大部分は破壊されて塩田や養殖池などに姿を変えている。

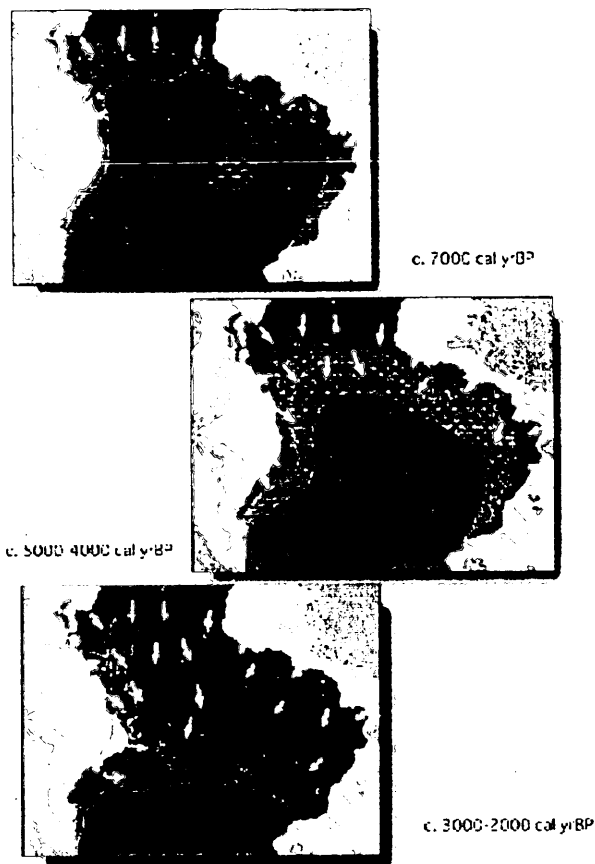


図 1-1-3 タイ中央平野の古地理変遷
(海津正倫原図)⁴⁾

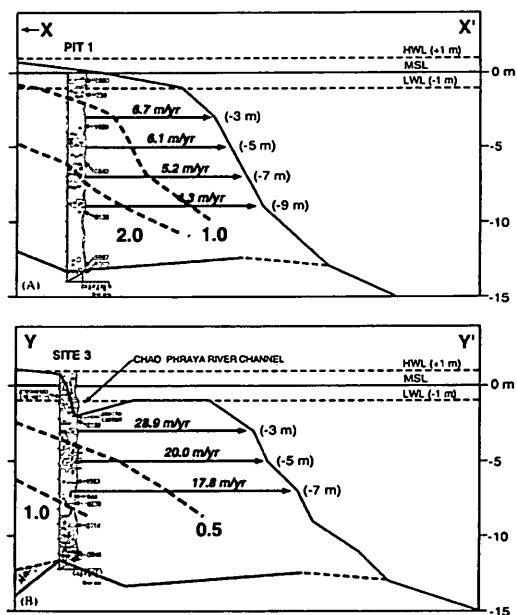


図 1-1-4 過去 2 千年間のデルタの前進様式
(チャオプラヤデルタ河口部)⁵⁾

デルタの地盤と海面上昇

本研究で明らかにされたように、デルタ地域は完新世中期（約 6,500 から 5,500 年前）以降に、拡大していた内湾を埋積して形成されたため、堆積物は軟弱で、地盤条件が極めて悪い。内陸側の地域は河成堆積物に覆われ、氾濫原としての性格を持っているが、現在の河口付近では、河川による堆積作用と海の営力によって地形が大きく変化しつつある。特に、チャオプラヤデルタのように干潟が離水する形で形成されてきた地域では、未固結のシルト・粘土層が低平な土地を形成していて、僅かな海面の上昇が広大な海面下の土地を造りやすく、また顕著な海岸侵食もおこりやすい。

また、海面上昇の影響を助長する現象として、地盤沈下をあげることができる。すでに述べたようにデルタ地域には満潮位よりも低い土地が広く分布するが、これらの中には過剰な地下水の揚水に伴う地盤沈下によって引き起こされるところも多い。チャオプラヤデルタ南部に位置するバンコクやその周辺地域でも、人為的な地盤沈下が急速に進行しており、深刻な問題が発生している。

深井戸の総数は 12,000 本を越え、多大な取水量にともなって 1970-1980 年代には 1～2 m の地盤沈下量が観測された。バンコク市内では地盤を高める施策が行われたが、水害の頻度は依然高く、被害地域も拡大の傾向を見せている。このような地盤沈下は、海岸部でも起こっており、20 年間に 60cm 以上の地盤沈下（相対的な海面上昇）が起こっている。この相対的な海面上昇と海岸部のマングローブ林の伐採によって 700m にも及ぶ海岸侵食が引き起こされている。その後退速度は、平均で 35m/年にも達する。ボーリング調査から明らかになったデルタの自然状態での前進速度と比較すると（図 1-1-4）、その変動がいかに大きいか分かる。地盤沈下は、脆弱なデルタ地域において海面上昇に伴う様々な問題に相乗効果を及ぼすことになり、早急に対策を立てねばならない問題である。

デルタの自然環境と海面上昇

チャオプラヤデルタのような地表勾配の極めて緩い地域では、海水準の上昇に伴って低地を流れる各河川の河床勾配が緩やかになり、排水条件がかなり悪くなる。チャオプラヤデルタでも雨季に顕著な氾濫が見られるが、海水準が上昇すると水没地域・水没期間の増大が予想される。現在自然排水のみに頼っている地域では、海面の上昇の結果、乾季における排水も困難になると思われる。

さらに、海面の上昇は臨海部における塩水侵入域の拡大をも引き起こす。一般に、河川の最下流部では河道内に海水が河川水の下に楔状に侵入する塩水遡上の現象が見られる。河川の流量が相対的に小さい場合や潮差が大きく鉛直方向の混合が活発な場合には河道内の表層部までが塩水となり、農業用水等への利用が困難となる。ガンジスデルタやメコンデルタなど、比較的潮差の大きな海に面して発達するデルタでは、すでに河道への塩水の侵入、地下水の塩水化の問題が起こっているが、チャオプラヤデルタにおいても、海面の上昇によって感潮域が内陸側に拡大し、河道への塩水の侵入、地下水の塩水化が進行するものと思われる。

③メコンデルタ

ベトナム南部には東南アジア最大の河川であるメコン河がつくったデルタ平野が広く分布している。デルタの面積は世界3位で、低平な平野は国境を越えてカンボジアまで連続している。メコンデルタについては本研究によって大量の年代測定値が得られ、デルタの発達史の概要が明らかになった。現在の地表面の堆積地形として、デルタ上部から中央部は河道とその周辺の自然堤防地域、氾濫源地域、デルタ下部の海岸砂丘とその間の塩水湿地、マングローブ沼沢地地形に分けられる。このうち、上流部は河川卓越のデルタシステム、他方、下流部は潮汐および波の影響の強い環境下での形成を示唆している。しかし、コア試料の解析では全体として前進埋め立て作用（プログラデーション）が進行する中で、中部までは急速に前進し、以降、下流部になるとその前進速度が急速に落ちたことが明らかになった。下流の地形的特徴は波浪の影響の強かったことを示しており、コア試料では全体として潮汐作用が強く影響しているが、コア上部のデルタフロントプラットフォームの堆積相は、波浪の影響を強く受けており、表層地形と関連している。

更新統を最終氷期の海面低下期に形成された不整合面で覆う沖積層は厚さ 10~70mに達する。コア試料の解析から認定された 10 の堆積相と 56 の ^{14}C 年代値の時空分布をもとに、各コア採取地点における堆積曲線（年代-深度分布曲線）、プログラデーション速度等を含めた堆積システムの変遷が明らかにされた（図 1-1-5）。デルタの堆積システムは大きく 2 つのステージに区分される。前期のアグラデーション期（累重期）と中・後期のプログラデーション期であり、後者はさらに潮流卓越システム期と波浪・潮流混合期に区分される。アグラデーション期は最終氷期に形成された河谷を海面上昇に伴って上方にかつ前進しながら埋積するシステムである。プログラデーション期は最も海が広がって以降（最大海進期以降）、デルタシステムが浅海を埋め立てていくデルタシステムの発達期である。そのうち、前半では碎屑物は主として潮流の卓越する環境下で堆積し、後半では潮流とともに、波浪が卓越する環境に変わった。波浪の影響を強く受けるようになったのは、約 3 千年前で、デルタの前進に伴って、河口部が波浪の影響を強く受けるようになり、浜堤が発達し、細粒な堆積物は沿岸流によって南下しカマウ半島が形成された。現在とほぼ同じような沿岸環境となったのは約 3 千年前である。過去 3 千年間、メコンデルタ前面は約

10-20km/千年(10-20m/年)の速度で前進してきた。チャオプラヤデルタの前進速度とほぼ同じである。この過去3千年間の前進速度は、それ以前と比べて上述したように小さいが、理由は波浪による細粒堆積物の南方輸送による拡散(カマウ半島の形成)の結果と考えられる。メコンデルタの過去百年間の海岸線の変化をみると、デルタ前面では、堆積域と侵食域が交互に認められるのに対し、カマウ半島では、東側では侵食傾向で、西側では顕著な堆積傾向を示し、マングローブの発達するカマウ半島は、未だ成長過程にあると言える。

下部デルタ地域の浜堤列の形成過程

デルタ外側に発達する浜堤列で行った地形・地質調査では、OSLの年代測定によって浜堤列群の年代と成長の様子が示された(図1-1-6)

地形的特徴：浜堤列は現在のメコン川の分流と南シナ海に囲まれた島の外形に沿って弧を描いて発達するが、東側では古い浜堤列がチャービン市周辺に収斂して、そこから現在のコチェン川に沿うように南北に延び、途中で東西に方向を転換する(図1-1-6：道路は浜堤列上に敷かれている)。個々の砂丘列は弧の中部から西に数本の砂丘列へと分岐する。主要な浜堤は長さ15~20km、幅0.4~1km、高さは5~10mに達する。

堆積相：浜堤列中心部で行われたボーリング試料では、浜堤砂の直下に潮間帯の潮汐平底から亜潮間帯の潮汐砂州堆積物が厚く発達する。縁辺部分では砂丘間低湿地堆積物と指交しているものと考えられる。現在の海岸に沿った後浜砂丘砂や、内陸部の浜堤砂の一部は斜交層理を呈するが、一般に浜堤砂は塊状で細粒~極細粒の淘汰の良い砂からなる。生痕や貝殻片は産しない。

粒度分布：浜堤砂の大部分は細粒で、非常によい淘汰を示す。また、高い正の歪み度ときわめて扁平な尖り度を有している。他方、浜堤砂の下如潮間帯~亜潮間帯の砂は淘汰度が良い~普通であり、尖り度が浜堤砂より高い。

鉱物組成：試料を水洗し、1/4~1/8mmの粒度でそろえて、鏡下で観察。又、重鉱物分離を行い、その組成を検討した。組成上、大きく見て、現世海岸の砂やその後ろ浜砂丘堆積物、後述する新期浜堤列、旧期浜堤列という3つのグループに大別される。

OSL年代：各浜堤砂から得られた年代値を図(イタリック数値、単位はKa：千年前)に示した。全体として内陸ほど古い年代を示す。得られた年代値から見る限り、以下のような発達過程が考えられる。1)大きく、4千年より古い浜堤列群と1千年前後より新しい浜堤列群とに分けられる。2)古い浜堤列群は、すでに報告されているより内陸の浜堤列の¹⁴C年代とほぼ同じであり、当時の海岸線が必ずしも現在のそれと平行しない可能性が指摘される。

すでに得られている周辺デルタ地域で掘削したボーリングの¹⁴C年代値等との整合性が問題となる。ボーリングでは3千年前が堆積システムの大きな境となっているがOSL年代では少し古めの値となっており、¹⁴C年代とOSL年代の測定法の違いも含めての検討が必要である。

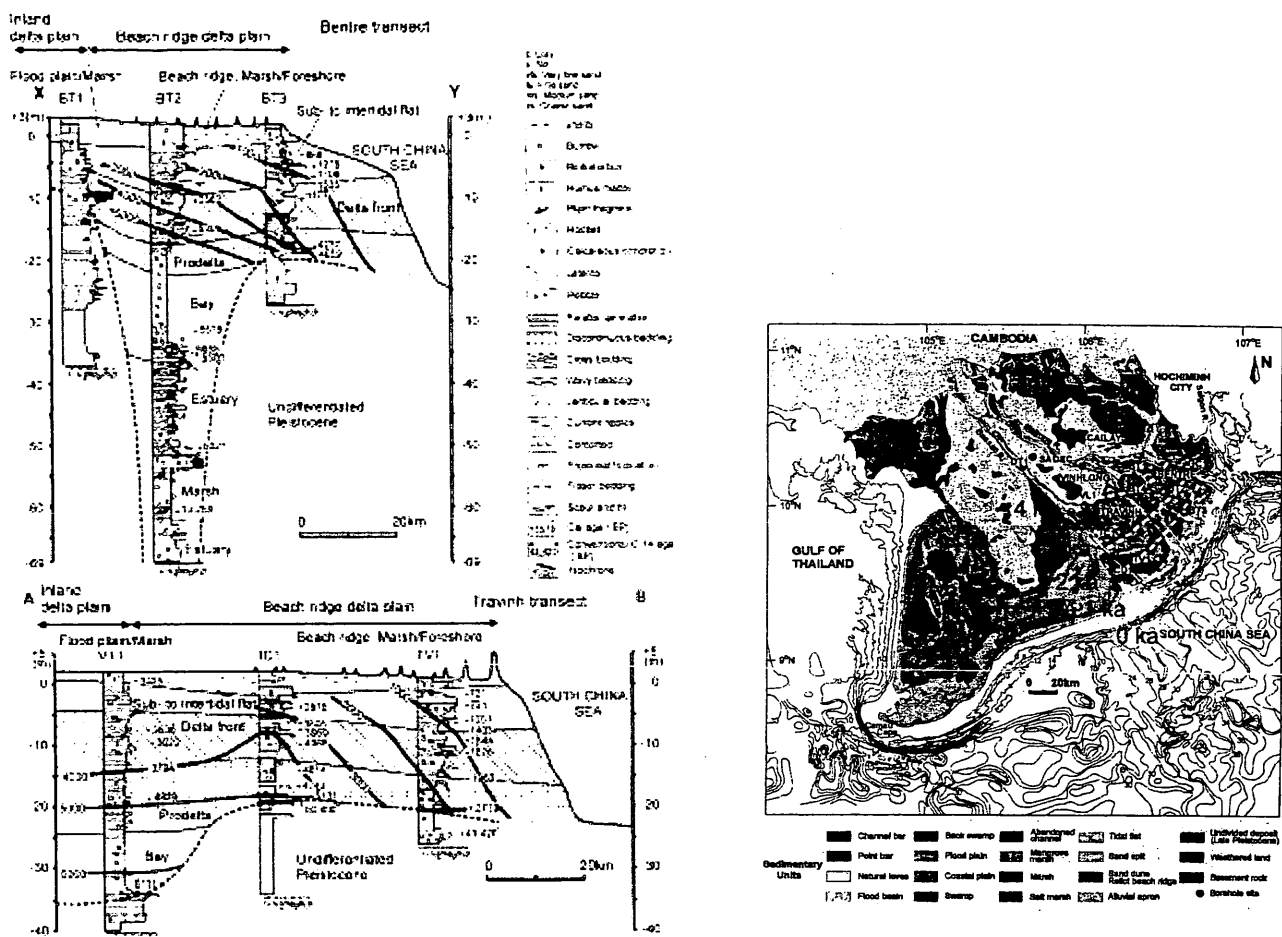


図 1-1-5 メコンデルタの地形区分図と過去 4 千年間の前進の様子

右側の図はデルタフロントの位置を示す。左の図は、デルタの縦断面と同時期線。Ta et al. (2002)より⁶⁾

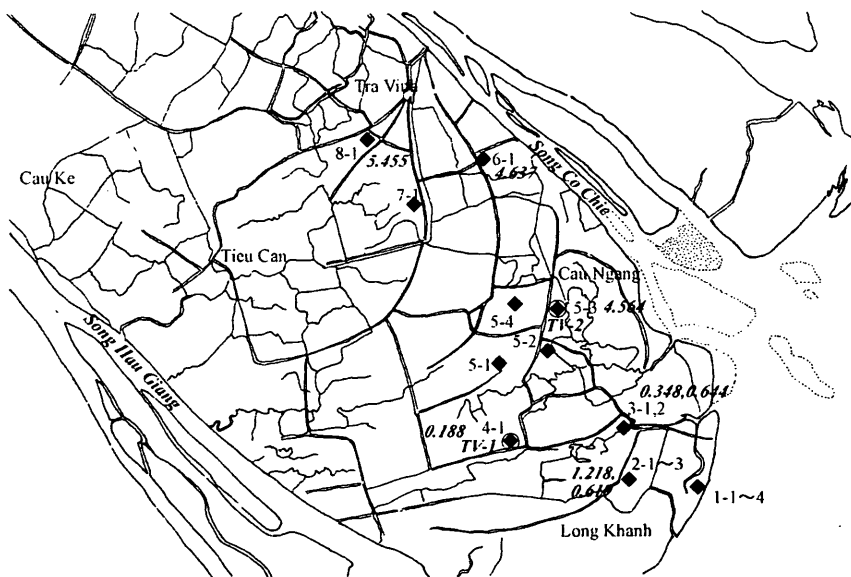


図 1-1-6 メコンデルタの浜堤列における OSL 年代

8-1: 調査地点、5.455 : 年代、千年前 (立石雅昭原図)

④ベトナム紅河（ホン河）デルタ

ベトナム北部のハノイ周辺には紅河（ホン河）デルタが広がっている。紅河デルタは、表層地形の特徴から、内側（上流側）の河川卓越環境、海岸部北側の潮汐卓越環境、海岸部南側の波浪卓越環境に区分されている。潮汐卓越環境では、マングローブや潮汐低地が広く発達しているのが特徴で、波浪卓越環境では浜堤列の発達が良い。完新世におけるデルタの概要が本研究によって初めて明らかにされた⁷⁾。デルタの環境変遷を図1-1-7に示す。平野を構成する沖積層の層厚は場所によって大きく変化し、最も厚い地域は最終氷期に形成された開析谷の中で70mを超える。完新世の海面上昇に伴って約8千年前に最も広がった海は、デルタの前進により徐々に埋め立てられ、現在に至っている。最も大きな変化は約4千年前からのデルタ内側の離水による段丘化で、広く広がっていたマングローブ域から現在のような環境に移っている。この変化は、完新世の海面低下によると考えられ、対応する離水したノッチがハーロン湾やニンビンで観察される。デルタの成長におけるもう一つの特徴は、ローブによるデルタの成長である。紅河デルタでは、いく

つかの支流が認められ、個々の支流前面での堆積が顕著である。メコンデルタでは、いくつかの支流に分岐しているが、デルタ前面が中央部を中心に一体となって前進しているのに対し、紅河デルタでは個々の支流とローブの発達が顕著である。現在の最も活発なローブは、紅河本流と南西部のダイ河で、両地域とも舌状に張り出したローブを形成している。過去百年間の地形変化をみても、両地域のデルタの前進が明瞭に認められる。この両支流の間は、直線的な海岸線を呈し、現在海岸侵食が問題となっている地域である。この地域については、過去約10年間の詳細な地形変化を解析し、ハザードマップを作成した。これについては、別の章で後述する。

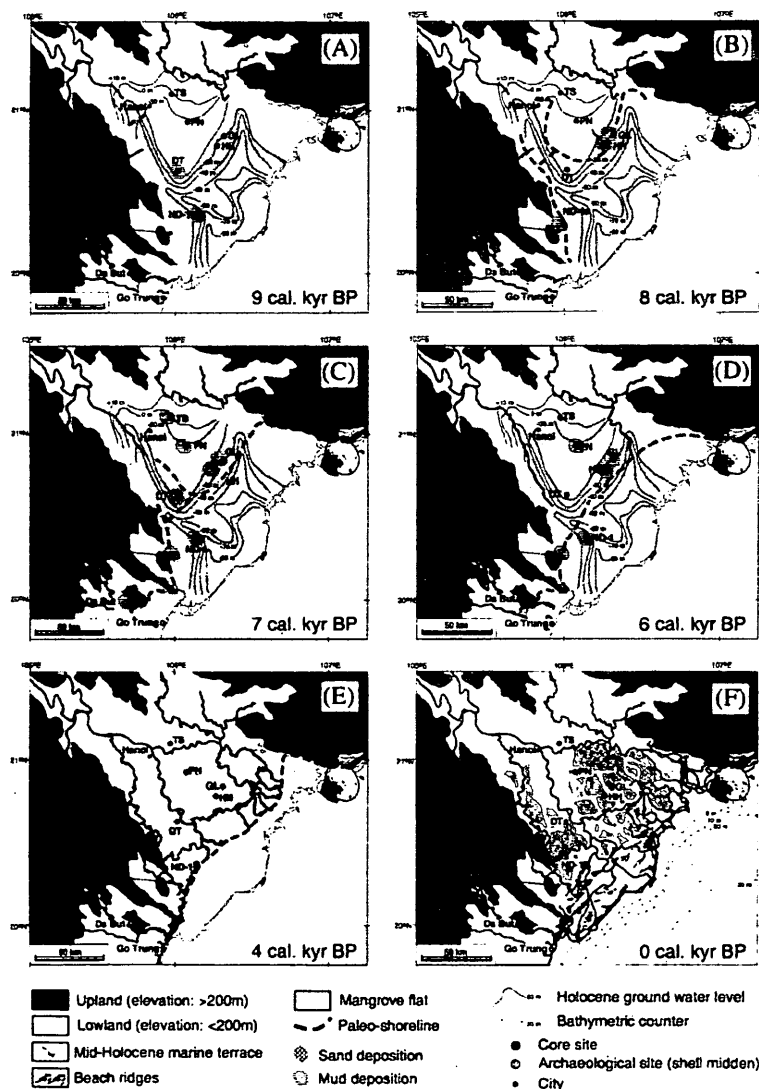


図 1-1-7 ベトナム、紅河（ホン河）における完新世の環境変遷⁷⁾

⑤完新世におけるデルタの発達と近年の変動

本研究を通じて、タイのチャオプラヤデルタ、ベトナムのメコンデルタ、紅河（ホン河）デルタにおける沖積層の基礎地質・地形データ、完新世におけるデルタの環境変遷が、高時間分解能で初めて明らかにされた。特にデルタの形成には完新世の海面変動が大きく影響していることが明らかとなった。デルタの形成され始めた時期は、メコンデルタと紅河で約8千年前（暦年）で、約4千年前頃に始まる海面の低下を受けて、急速にデルタは前進した（紅河、チャオプラヤ河）。現在とほぼ同じような環境になったのは2－4千年前である。現在のデルタ環境は、地盤沈下やマングローブ伐採などの土地利用の変化、また流域の人間活動であるダム建設や河床の土砂採取、これらの結果として海岸・沿岸侵食が大きな問題となっている。「デルタ」とは、河川によって供給された土砂が沿岸域に堆積することによって形成された地形・堆積物で、海岸線が海側へ移動することが本質的なシステムである。今回の調査の結果、約2－4千年前に現在とほぼ同じような沿岸環境のシステムとなったことが明らかにされたことから、これらのデルタの自然状態での変化を考慮する場合には、この間の変動をみればよい。デルタの前進速度はおおよそ10-20km/千年であり、人間活動の影響が無ければ、これらの速度で成長発達しているはずである。チャオプラヤデルタや紅河デルタでは、沿岸侵食が顕著で、総合的な対策を必要としている。海面上昇によって、海岸・沿岸侵食の問題は更に加速される可能性が大きく、マングローブの保護や植林による海岸線の保護が必要である。前進すべきシステムが、海岸侵食によって後退するシステムとなっていることは大きな問題であり、海岸線の維持ではなく、将来的にはいかに前進するシステムに戻すかを検討する必要がある。基礎地質的なデータは今回の調査研究によって明らかにされたが、現在の堆積物の物質循環・輸送・拡散に関する基礎的なデータの収集と解析は非常に遅れている。季節変動から数年の期間における堆積物に関するデータの解析が、対応策を検討する際に最も重要であり、今後の調査と解析が望まれる。

2) 紅河デルタにおける海岸侵食ハザードマップの作成

北部ベトナムの紅河デルタ沿岸域では、海岸侵食による自然災害が地域社会に大きな影響を与えてきている。20世紀中頃まで、盛んに行われてきた紅河デルタ・ダイ川河口部での干拓事業は米自給達成のために農地拡大を目指してきたが、最近30年間をみると、ナムディン省にみられるように海岸侵食が土地利用形態を変えており、自然災害によって生じる欠け地を補うために地域を越えて人口移動が発生しているため、社会的な問題にまで発展している。海岸侵食による「受苦」地域においては1990年代にスエーデンをはじめとしたヨーロッパのNGO、日本のNGOの活動で堤防の補修工事が進められており、潮汐平野最前線ではリゾファラをはじめとするマングローブの植林、砂浜ではマツの植林が開始されている。しかしながら、築堤・補修は局部的に留まっており、海岸侵食のリスクは大きい。紅河デルタ北東部ハイフォン地点における海水準の変化を見ると北部ベトナムでは海面上昇が確認でき、沿岸域の自然災害に対する適切な自然災害リスク評価リスクマネジメントが求められている。紅河デルタ南部の海岸侵食の要因には、1) ホアビンダムの建設と堆砂、2) 沿岸域の開発とマングローブ林の伐採、3) 紅河河床からの土砂礫採取、4) 土地利用変化、5) 沿岸流変化、6) 台風頻度、紅河デルタの地形変化などに合わせて人間活動の複合作用が注目される。本研究では紅河デルタの中でも沿岸侵食が顕著なナムディン省、タインホア省、ニンビン省の3省を対象地域として JERS-1 の SAR 画像から海岸動態特

性値を求めて海岸侵食に対するリスク評価を行った。

JERS-1 SAR（合成開口レーダ）画像を1994年から1998年撮影終了時まで入手し、各画像を重ね合わせて海岸線の移動差を求めて紅河デルタ南部の海岸線動態値を求め（図1-1-8）、1994年の海岸線から1998年までの時期の異なる画像の差を計算し、500mメッシュマップでリスク評価図を作成した。海岸線の変化に微地形を加味し、1）海岸線動態値、2）沿岸域の環境変化要因として、風向風速・潮汐、3）海岸侵食受苦地域のリスク軸として、土地利用・土壌中塩分を考慮した。

紅河デルタ南部の海岸動態：1994年海岸線を基線として、1998年までの雨季・乾季の画像差から海岸線動態値を求めたところ、ザオツイ～ハイハウ北部は侵食域・堆積域が混在し、堆積区で+0.2km～0.3kmの前進が認められた。一方でハイハウ～ギャフン北部・タインホア南部の動態値は、-0.4km～-0.7kmの後退として示され、夏季での海岸線の前進、冬季の海岸線の後退傾向が顕著であることがわかった。また、海岸線の前進速度の季節変動も大きい。1995年夏季には海岸線の前進域の出現は海岸線の後退域を上回り、-0.2kmを超える後退地域は4ヶ所、No. 52-76で最大値を示した。1996年夏季では後退値は、-0.2kmを超える地域が3ヶ所、1997年夏季では、No. 93-100が後退域、冬季に後退域が拡大し、-0.2kmを超える地域が4ヶ所、最大値は-0.4kmであった。ハウロック・ホアンホア地区当方は侵食地域であるが、マングローブ植林で後退速度が近年減少している。

海岸侵食リスクメッシュマップ：人間活動・自然環境要因を評価軸として地盤高、堤防、侵食堆積を基に海岸侵食リスクを500mメッシュマップに示した（図1-1-9）。紅河デルタ南部沿岸域の海岸侵食の傾向をSAR画像から海岸動態値として評価し、これを基礎にして500mメッシュマップでリスク評価図を作成した。海岸侵食は永年的な傾向を引き継いでいるが、近年の簡単な離岸堤の建設、灌漑排水施設の付設などの影響を受けていることがわかった。

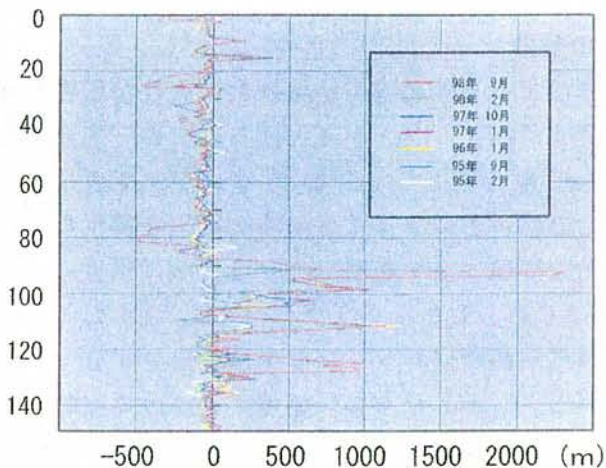


図1-1-8 1994年を基線とした海岸線変化

（春山成子原図：ベトナム紅河デルタ沿岸域）

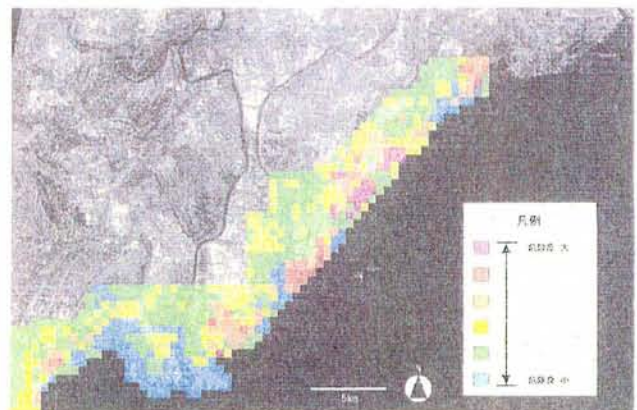


図1-1-9 海岸侵食に対する500mメッシュマップ

（春山成子原図：ベトナム紅河デルタ沿岸域）

3) ベトナム中部における湖岸・海岸地帯の地域区分と海面上昇の影響予測評価

タムジャン～カウハイ (Tam Giang-Cau Hai) ラグーンは、ベトナム中部のトゥアティエン=フエ省の北西-南東方向の海岸に沿って広がる延長約 70km、幅 1～10km、平均深度 1.5～2.0m、最大深度 4～5m の水域および湿地の総称で、全体の面積は 248.76Km²、我が国最大の海跡湖である霞ヶ浦 (167.6 Km²) の約 1.5 倍の大きさである。このラグーンシステムは、北西側からタムジャン、タンラム (Thanh Lam)、ハトゥラン (Ha Trung) そして最も南東のカウハイの 4 つの主水域からなる。これら一連のラグーンは、南シナ海と幅数百 m～3-4 km、高さ 20～30m の砂州および砂丘によって隔てられており、現在は中央のフオン (Huong) 川河口沖合いのトゥアンアン (Thuan An) と、南部のトゥヒエン (Tu Hien) の 2 カ所の湖口で外海とつながっている (図 1-1-10)。

研究対象地域は内陸側より (1) フオン川中流の谷底低地、(2) 世界遺産に指定されているグエン王朝の宮殿跡を含むフエ市街地、(3) 更新世段丘と内陸側砂丘間の低地、(4) 内陸側の標高約 10m 以下の砂丘地帯、(5) タムジャン、タンラム、ハトゥランの各ラグーンおよびそれらの湖岸低地、(6) 海岸の標高 20～40m に達する砂丘地帯、そして (7) カウハイラグーンの湖岸低地、の 7 地区に区分することができた。そして、各地区における将来の海面上昇による影響予測評価をする場合、重要な判断基準となる地域の発達要因 (Development Factors) として、それぞれ (1) 高い洪水位、(2) 人口密集市街地、世界遺産、(3) 0m 地帯、排水不良、(4) 墓地、(5) エビ養殖、湖岸段丘、(6) 海岸侵食、移動砂丘、新型エビ養殖、(7) 土石流、湖口の変化、が認識された (表 1-1-1)。

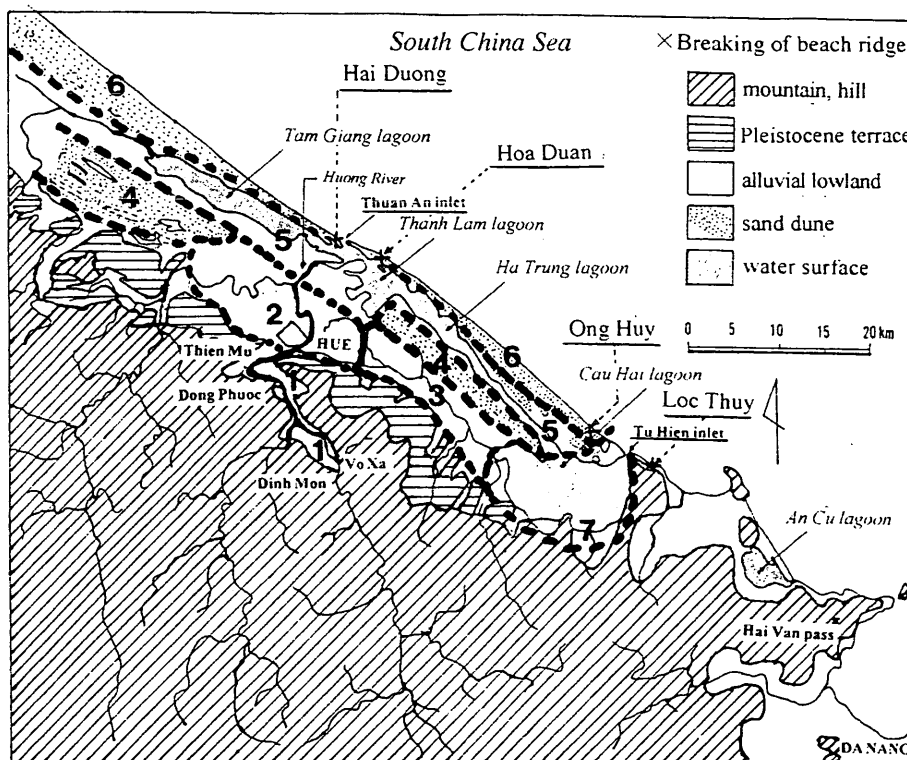


図 1-1-10 ベトナム、Tam Giang - Cau Hai ラグーン地域における地形学図

1～7 の番号は表の地形区分に対応

表 1-1-1 ベトナム Tam Giang - Cau Hai ラグーン地域における地形区分と発達要因

Geomorphological zone	Development factors
1. Valley plain along the Huong River	very high flood level
2. Urban Area of Hue City	dense population world heritage
3. Back marsh behind the inner beach ridge	"Om" zone、 reclaimed land bad drainage
4. Inner beach ridge	cemetery area
5. Lacustrine lowland along lagoons	shrimp farming lacustrine terrace
6. Coastal sand dune	coastal erosion moving dune new type of shrimp farming
7. Lacustrine lowland of the Cau Hai lagoon	debris flow changes of inlets

そしてこの発達要因と詳細に分類された地形条件によって、各地区における将来の約 1m の海面上昇に対する影響予測、および採るべき対応策として、それぞれ (1) ～ (7) の各地域では以下のような点が指摘できる(表 1 1 2)。すなわち、1) フオン川の谷底低地では、将来も深刻な水害の恐れが大きく、その対応としてまず警報・避難システムの構築が緊急に必要である。2) フェ市街地では、フオン川による洪水がやはり最大の問題となり、堤防などによる洪水への対処が必要である。3) 内陸砂丘の後背低地では、現在よりもさらに深く長い湛水が予測されるため、土地利用の規制等が必要かつ有効と考えられる。4) 内陸の砂丘地帯では 1m 程度の海面上昇による影響は無い。5) 湖岸低地では、湖水位の上昇による洪水の激化と、海水の侵入による湖水の塩分濃度の上昇が予測される。洪水に対しては、警報・避難システムや一時的な避難場所・施設の構築が必要である。また、湖水の塩分濃度の変化(上昇)に対しては、現在湖岸低地(一部湖面)で広く行われている稲作から、持続的な養殖業へと生業形態の一部転換を図って、柔軟に適応することが可能であろう。6) 海岸の砂丘地帯では、現在もすでに数カ所で激しい海岸侵食が進行しているが、今後はさらに海岸の侵食が激化し、場所によっては洪水時などに新たな砂州・砂丘の決壊が起こる可能性がある。この場合、海岸の侵食の原因を明らかにすることがまず重要である。しかし、現実には多くの民家がすでに海岸侵食によって海中に没し、また砂丘上の建物が倒壊しており、これらを何らかの構造物等によってハード的に防ぐことは困難である。従って緊急に危険な範囲を確定し、そこに含まれる住民は内陸へ避難することが求められる。7) カウハイラグーンの湖岸低地では、先の 1999 年の洪水時には、湖水による水害よりも低地背後の急勾配の小河川からの土石流による被害が大きかった。したがって、この地区では今後も洪水と共に土石流災害に対応すべく、大雨時の警報・避難システムの構築や、長期的には流域斜面への植林等も必要である。また、ここでも海面上昇による湖口の拡大、湖水の塩分濃度の上昇が予測され、その場合先の (5) の地区と同様に、湖岸での稲作経営から持続的な養殖業への転換が必要となるかも知れない。

表 1-1-2 ベトナム Tam Giang - Cau Hai ラグーン地域における影響評価と対応策

Zone	Impacts assessment	Response strategy
1. Valley plain	severe flooding	alarm and refuge system
2. Hue City	flooding	defend the city embankment
3. Back marsh	deep and long-term inundation	regulation of land use
4. Inner beach ridge	(no impact)	-----
5. Lacustrine lowland	severe flooding salinity change	temporary refuge sustainable aquaculture
6. Coastal sand dune	severe coastal erosion breaking of beach ridge	Retreat regulation of land use
7. Cau Hai lagoon	flooding、 debris flow salinity change	forestation、 refuge sustainable aquaculture

ハザードマップの作成：本研究では、上記のような湖岸・海岸地帯の類型化とそれぞれの地区における海面上昇の影響予測評価に加え、研究対象地域全体を対象とした海面上昇の影響予測および適応策について総合的な地図情報としての「海面上昇ハザードマップ」の作成をめざしている。このハザードマップは、主としてリモートセンシングデータを利用して行った微地形分類・土地利用分類を基礎として、上記で考察した事柄を適宜表示したものである。タイについては、「タイ国南部・ソンクラーク湖における海面上昇影響予測評価図」を「A Geomorphological Survey Map of the Songkhla Lake Basin Showing Impacts of Sea-level Rise on Coastal Area」（英語版、簡単な説明付き）として印刷公表し、その解説文（和文）を学術雑誌「地図」に発表した。ベトナムについては、現在研究対象地域全域でそのハザードマップの下図がまもなく完成するところであり、今後さらに現地での地形および土地利用の確認、ベトナムの共同研究者との意見交換等を行って、2003 年度以降製図、印刷、公表したい。また同時に、このデータを共同研究者が所属するベトナム国立自然科学技術センター地理学副研究所内のコンピュータ上に GIS データとして整備するよう進めている。

4) 塩水侵入・塩水くさびのモニタリング調査

海面上昇に伴う下部メコンデルタ域における農業や生活水への影響を検討する基礎的調査として以下の次の小課題について調査・研究を進めた。1) メコン川における潮汐干満と塩水遡上の実態把握：塩水くさび探査装置 (SC-30: 千本電気・クローバーテック製) を用いた音響探査調査。2) 地下水位変動と地下水塩水化：観測・研究手法の開発。

塩水遡上調査：メコン河における塩水遡上の実態を把握するため、メコン河支流ハウジャン川において、河口から遡上距離 50km にわたって、塩水くさびの分布状況についてのデジタル情報を得、解析した (図 1-1-11)。調査は 2000 年 12 月に引き続き、2001 年 5 月、2002 年 1 月の計 3 回、延べ 8 日間にわたって、上げ潮時、下げ潮時などの調査を進めた。

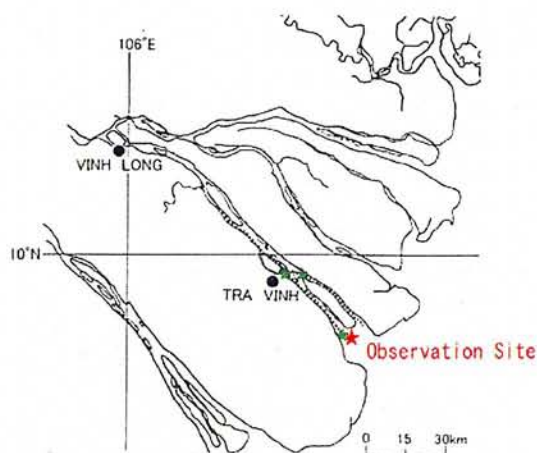


図 1-1-11 メコンデルタにおける塩水調査観測点位置図

調査の結果、上げ潮時に内陸に進入する塩水くさびが認められ、感潮域における強混合を基本としながらも、数パーミル～10 数パーミルの塩分濃度を持つ層が内陸側に剥離しつつ進入していく様子が明瞭に読みとれた（図 1-1-12、図 1-1-13）。塩分濃度の垂直分布に関しては流速が早く、曳航するケーブルが流されて深度に応じた濃度が得られているかどうか不明確な点もあるが、計器に表示される深度と濃度の関係についてもある程度の値が得られるとともに、定点での時間的濃度変化も得られた（図 1-1-12）。メコン川における塩水くさびに進入様式に関する貴重な資料が得られたものといえる。ただし、今回の測定はいずれも乾期に行われたものであるが、チャービン港に設置されている観測所から報告されている表層 50cm 水深における塩分濃度より低い値しか得られていない。この点についての再チェックが必要である。定点の観測が行われていない地域において、潜水侵入・塩水くさびの調査が、持ち込んだ機器によって簡便に取得できるようになったことは、途上国においても継続的な調査を可能にするための基礎ができたといえる。特に音響探査機器を用いての調査は、濁度の小さな日本の河川では調査手法が確立していたが、濁度の大きなアジア大陸の河川で調査が可能であることが初めて示された。

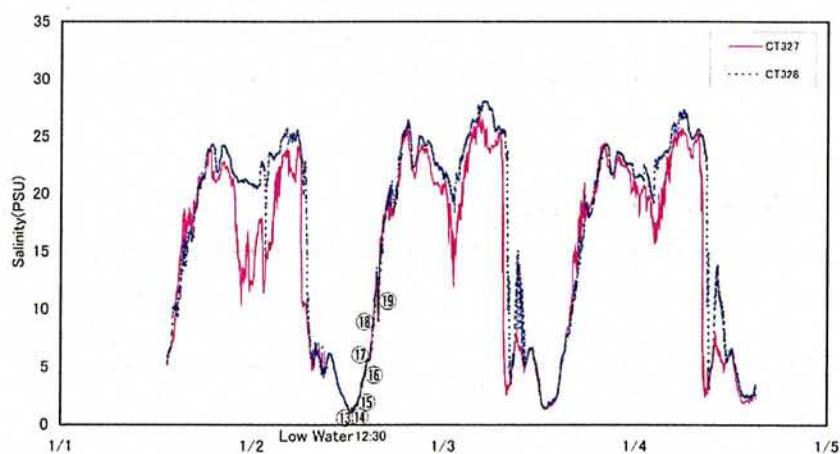


図 1-1-12 塩分濃度の連続観測記録結果（2002 年 1 月 1 日から 1 月 4 日まで）
CT327: 水面から 1m の深度 CT328: 水面から 2.5m の深度 場所は図 1-1-11 を参照

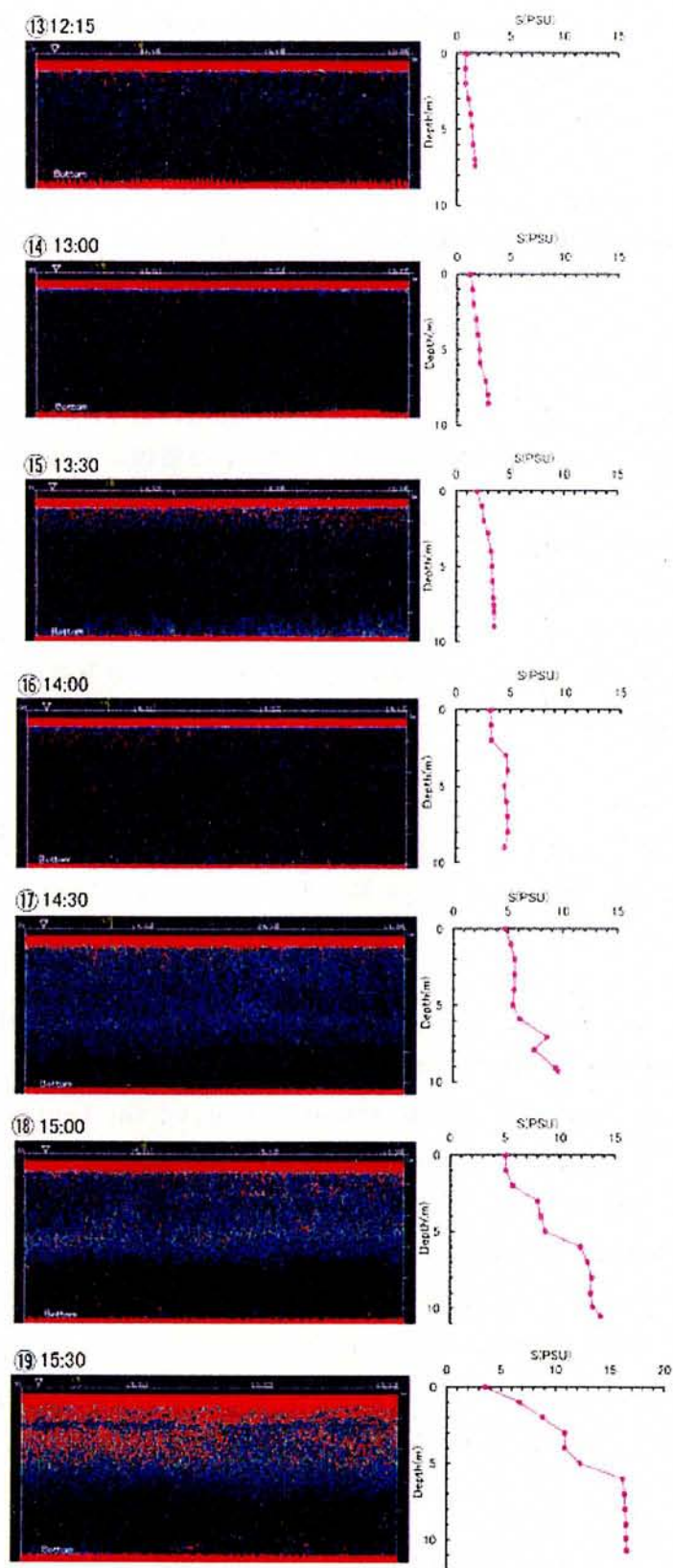


図 1-1-13 上げ潮時に内陸に進入する
塩水くさびの時系列変化

左：高周波数を用いた水塊の音響
探査面調査結果
右：深度方向の塩分濃度変化

5. 本研究により得られた成果

アジアの沿岸域は、近年急速な経済成長をなし、更に 21 世紀においては水問題や食糧問題において、環境保全と調和した開発、持続的な開発が望まれる重要な地域である。特にデルタ域は、自然環境変動や人間活動の影響を受けやすい地域であり、その保全と将来への対策が急務である。海面上昇の影響は海岸侵食、洪水、農地への塩水の浸水など、懸念される問題は数多く、これらの国々が連携し、知識を共有して対策を講じる必要がある。

これらアジア海岸沿岸域への海面上昇の影響評価と適応策に資するため、タイのチャオプラヤデルタ、ベトナムのメコンデルタと紅河デルタにおいて、海岸沿岸域の基礎的な地質地形情報を新たな調査によって取得した。これらによって 3 つのデルタ地域における詳細表層地形、沖積層の層厚分布と基本層序、完新世における環境変遷、過去 2 - 4 千年間の平均的なデルタの前進速度が明らかとなった。このような高分解能のデータがこれらの地域から得られたのは今回が初めてである。現在のデルタ環境を評価する上で、成因・機構的な見地から基礎的な情報が取得された。

海面上昇の沿岸域への影響を防ぎ、また適応策を検討するためには、どの地域でどのような現象が起こるかを示した、ハザードマップの作成が必要である。本研究では、ベトナム北部の紅河デルタの海岸沿岸域とベトナム中部の小規模デルタとラグーンが分布する地域（タンギアン〜カウハイ地域）において、ハザードマップの作成を試みた。ベトナム中部では、地形区分とその発達要因、洪水や海岸侵食等への対応策を明らかにした。

6. 引用文献

- 1) Somboon, J. R. P. (1988) Paleontology study of the recent marine sediments in the lower central plain, Thailand. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 2, 201-210.
- 2) Somboon, J. R. P. (1990) Geomorphology of the Chao Phraya delta, Thailand. Ph.D. Thesis, Kyoto University, 86p.
- 3) Sinsakul, S. (1992) Evidence of Quaternary sea level changes in the coastal areas of Thailand: a review. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 7, 23-37.
- 4) Umitsu, M. et al. (2002) Late Holocene sea-level change and evolution of the Central plain, Thailand. *Proceedings of the Symposium on Geology of Thailand*, 201-206.
- 5) Tanabe, S. et al. (2003) Stratigraphy and Holocene evolution of the mud-dominated Chao Phraya delta, Thailand. *Quaternary Science Reviews*, 22, 789-807.
- 6) Ta, T.K.O. et al. (2002) Holocene delta evolution and sediment discharge of the Mekong River, southern Vietnam. *Quaternary Science Reviews*, 21, 1807-1819.
- 7) Tanabe, S. et al. (2003) Song Hong (Red River) delta evolution related to millennium-scale Holocene sea-level changes. *Quaternary Science Reviews*, 22, in press.

7. 国際共同研究等の状況

本研究のうち、ベトナムとの共同研究は、ベトナム地質鉱産部、国立自然科学技術研究センター地理副研究所、ハイフォン海洋研究所、農業研究所などと共同として実施された。またタイとの共同研究は、タイ鉱物資源部との共同研究として実施された。本研究は、IGBP-Japan の LOICZ

小委員会とも連携して行われた。また 2002 年 3 月につくば、2002 年 12 月にホーチミン市において当サブグループが主体となって国際ワークショップを開催した。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表(学術誌・書籍)

<学術誌(査読あり)>

- 1) V.L. Nguyen, T.K.O. Ta, M. Tateishi : *Journal of Asian Earth Sciences*, 18, 427-439 (2000)
"Late Holocene depositional environments and coastal evolution of the Mekong River Delta, Southern Vietnam"
- 2) 春山成子 : 農業土木学会誌, No. 68-9, 15-20 (2000) 「紅河デルタの環境変動と農地災害」
- 3) S. Haruyama Doanh Dinh Lam, Nguyen Dich Dy: *Journal of Geology, Series B*, No. 17-18, 1-9 (2001) "On the Pleistocene /Holocene Boundary and the Holocene stratigraphy in the Bac Bo Plain"
- 4) 春山成子 : 地球環境, 6-2, 241-250 (2001) 「ベトナム・紅河デルタの稲作生産と気候変動」
- 5) T.K.O. Ta, V.L. Nguyen, M. Tateishi, I. Kobayashi, and Y. Saito: *Journal of Asian Earth Sciences*, 20, 83-94 (2001) "Sedimentary facies, diatom and foraminifer assemblages in a late Pleistocene-Holocene incised-valley sequence from the Mekong river Delta, Bentre Province, southern Vietnam: BT2 core"
- 6) M. Umitsu, M. Buman, K. Kawase, C. Woodroffe: *The Holocene*, 11, 407-418. (2001) "Holocene paleoecology and formation of the Shoalhaven River deltaic-estuarine plains, southeastern Australia"
- 7) 春山成子、ブーバンフアイ : 地学雑誌, 111-1, 126-132 (2002) 「北部ベトナムの沿岸域の環境変動」
- 8) 平井幸弘・チャルチャイ タナウッド : 地図, 40 (3) , 13-20 (2002) 「ソンクラー湖海面上昇影響予測地形分類」
- 9) T.K.O. Ta, V.L. Nguyen, M. Tateishi, I. Kobayashi, Y. Saito, and T. Nakamura: *Sedimentary Geology*, 152, 313-325 (2002) "Sediment facies and Late Holocene progradation of the Mekong River Delta in Bentre Province, southern Vietnam: an example of evolution from a tide-dominated to a tide- and wave-dominated delta"
- 10) T.K.O. Ta, V.L. Nguyen, M. Tateishi, I. Kobayashi, S. Tanabe, and Y. Saito: *Quaternary Science Reviews*, 21, 1807-1819. (2002) "Holocene delta evolution and sediment discharge of the Mekong River, southern Vietnam."
- 11) T.J.J. Hanebuth, K. Stattegger, Y. Saito : *Geo-Marine Letters*, 22, 86-94, (2002) "The stratigraphic architecture of the central Sunda Shelf (SE Asia) recorded by shallow-seismic surveying"
- 12) S. Tanabe, K. Hori, Y. Saito, S. Haruyama, L.G. Doanh, Y. Sato, S. Hiraide: *Journal of Asian Earth Sciences*, 21, 503-513 (2003) "Sedimentary facies and radiocarbon dates

of the Nam Dinh-1 core from the Song Hong (Red River) delta, Vietnam”.

- 13) S. Tanabe, Y. Saito, Y. Sato, Y. Suzuki, S. Sinsakul, N. Tiyaipairach, N. Chaimanee: Quaternary Science Reviews, 22, 789-807 (2003) “Stratigraphy and Holocene evolution of the mud-dominated Chao Phraya delta, Thailand”
- 14) S. Tanabe, T.K.O. Ta, V.L. Nguyen, M. Tateishi, I. Kobayashi, Y. Saito: In F. H. Sidi, D. Nummedal, P. Imbert, H. Darman, H. W. Posamentier (eds.) Tropical Deltas of Southeast Asia - Sedimentology, Stratigraphy, and Petroleum Geology, SEPM Special Publication, 76, in press. (2003) “Delta Evolution Model Inferred from the Holocene Mekong Delta, Southern Vietnam”.
- 15) S. Tanabe, K. Hori, Y. Saito, S. Haruyama, V. Van Phai, A. Kitamura: Quaternary Science Reviews, 22, in press (2003) “Song Hong (Red River) delta evolution related to millennium-scale Holocene sea-level changes”
- 16) 堀 和明、斎藤文紀：地学雑誌、112-3、印刷中「大河川デルタの地形と堆積物」

<学術誌（査読なし）>

- 1) Y. Okubo, A. Tanaka, M. Kaku: Proceedings, The Comprehensive Assessments on Impacts of Sea-Level Rise, Department of Mineral Resources, Thailand, 20-27. (2000) “Role of remote sensing survey for environmental change”
- 2) M. Umitsu, S. Sinsakul, S. Tiyaipairach, N. Chaimanee, K. Kawase: Proceedings, The Comprehensive Assessments on Impacts of Sea-Level Rise, Department of Mineral Resources, Thailand, 34-39. (2000) “Late Holocene sea-level change and evolution of the Central Plain, Thailand”.
- 3) Y. Hirai: Proceedings, The Comprehensive Assessments on Impacts of Sea-Level Rise, Department of Mineral Resources, Thailand, 152-159. (2000) “Assessment of impacts of sea-level rise on coastal lagoons, a case study of Songkhla Lake in south Thailand”.
- 4) V.L. Nguyen, T.K.O. Ta, M. Tateishi: Proceedings, The Comprehensive Assessments on Impacts of Sea-Level Rise, Department of Mineral Resources, Thailand, 184-190. (2000) “Coastal variation and saltwater intrusion on the coastal lowlands of the Mekong River delta, Southern Vietnam”.
- 5) Y. Suzuki, M. Yamamoto, Y. Sato: Proceedings, The Comprehensive Assessments on Impacts of Sea-Level Rise, Department of Mineral Resources, Thailand, 40-42. (2000) “Biomarker indicators for depositional environment of post-glacial sediments in Chao Phraya River Delta”.
- 6) Y. Saito, Y. Sato, Y. Suzuki, S. Sinsakul; Proceedings, The Comprehensive Assessments on Impacts of Sea-Level Rise, Department of Mineral Resources, Thailand, 62-65. (2000) “Late Holocene Chao Phraya Delta progradation in the central plain of Thailand”.
- 7) Y. Sato, Y. Saito, Y. Suzuki: Proceedings, The Comprehensive Assessments on Impacts of Sea-Level Rise, Department of Mineral Resources, Thailand, 110-119. (2000) “Molluscan assemblages for reconstruction of Late Quaternary sea-level change, lower central plain, Thailand”.

- 8) A. Tanaka, Y. Okubo, K. Kaku: Proceedings, The Comprehensive Assessments on Impacts of Sea-Level Rise, Department of Mineral Resources, Thailand, 174-177. (2000) "Multi-temporal analysis and estimation of the changes in the coastal environments of Thailand using J-ERS-1 SAR data".
- 9) Y. Hirai: Proceeding of The comprehensive assessments of impacts of sea-level rise, Cha-Am, Phetchaburi, Thailand, Dec. 1-4, 1999, 152-159. (2000) "Assessment of impacts of sea level rise on coastal lagoons - a case study of the Songkhla Lake in South Thailand"
- 10) 斎藤文紀: 地質ニュース, no. 551, 57-60 (2000) 「地球規模の環境問題とアジアのデルタ」
- 11) 斎藤文紀: 工業技術, 41(10), 35-36 (2000) 「地球温暖化のアジア沿岸域への影響」
- 12) 平井幸弘: LAGUNA(汽水域研究), 7, 1-14. (2000) 「タイ国南部ソンクラー湖における海面上昇の影響予測評価」
- 13) Y. Hirai: Proceedings of APN/SURVAS/LOICZ joint conference on coastal change and adaptation in the Asia-Pacific region, Kobe, Japan, Nov. 14-16, 2000, 205-210. (2001) "Assessment of impacts of sea level rise on the Songkhla Lake in South Thailand"
- 14) Y. Saito: In Global Change and Pacific Coasts, edited by Nobuo Mimura and Hiromune Yokoki, APN & Ibaraki University, 185-191 (2001) "Deltas in Southeast and East Asia: their evolution and current problems."
- 15) M. Umitsu: Proceedings of International Conference on the Chao Phraya Delta: Historical Development, Dynamics and Challenges of Thailand's Rice Bowl, Kasetsart University, Thailand, vol.1, 153-158. (2000) "Geoenvironment and effect of sea level rise in the Chao Phraya Delta"
- 16) M. Umitsu: 名古屋大学文学部研究論集、史学、47, 27-36. (2001) "Recent studies on the Holocene landform evolution of alluvial and coastal plains in Japan"
- 17) 平井幸弘: 第9回世界湖沼会議自由会議 (38) ワークショップ「汽水湖、潟湖、浅い内湾の環境管理と賢明な利用を考える」記録集、5-7. (2001) 「汽水湖の環境」環境地理学的視点からー」
- 18) 平井幸弘・グエン・ヴァン・ラップ、ター・チ・キム・オーン: 地理、46-2, 94-102. (2001) 「1999年ベトナム中部洪水災害」
- 19) 立石雅昭・平井幸弘・海津正倫: 日本の科学者、36, 87-91. (2001) 「ベトナム中部における1999年水害ー被害調査とハザードマップ作りー」
- 20) Umitsu, M., Tiypairach, S., Chaimanee, N. and Kawase, K.: Proceedings of the Symposium on Geology of Thailand, 201-206. (2002) "Late Holocene sea-level change and evolution of the Central plain, Thailand"
- 21) Y. Saito, S. Tanabe, Y. Sato, Y. Suzuki: Proceedings of the Symposium on Geology of Thailand, 196-200. (2002) "Holocene evolution of the Lower Central Plain of Thailand"
- 22) 海津正倫: 海岸、42-1, 11-16. (2002) 「沖積低地の発達と海岸環境の変遷」
- 23) 春山成子: 地理、47-4, 98-105 (2002) 「北部ベトナムの海岸侵食」
- 24) Y. Hirai: Proceedings of Workshop on Environmental Management and Wise Use of Brackish Water Lakes, Lagoons and Shallow Bays. On the occasion of the 9th International Conference

on the Conservation and Management of Lakes, 6-9. (2002) "Some comments on environmental changes in coastal lagoons from a geomorphological viewpoint"

25) 平井幸弘：地理、47-7、8-16. (2002) 「持続可能な湖沼の利用にむけて」

<書籍>

- 1) 海津正倫：海津正倫・平井幸弘編「海面上昇とアジアの海岸」古今書院、3-15 (2001) 「アジア・太平洋地域の海岸環境」
- 2) 海津正倫：海津正倫・平井幸弘編「海面上昇とアジアの海岸」古今書院、16-34 (2001) 「アジアのデルタにおける海面上昇の影響」
- 3) 平井幸弘：海津正倫・平井幸弘編「海面上昇とアジアの海岸」古今書院、157-177 (2001) 「タイ国南部ソクラー湖における影響予測評価」
- 4) 斎藤文紀：海津正倫・平井幸弘編「海面上昇とアジアの海岸」古今書院、178-187 (2001) 「沿岸環境問題における IGBP-L0ICZ の活動」
- 5) 海津正倫、平井幸弘編著：(2001)、古今書院、190pp. 「海面上昇とアジアの海岸」
- 6) 海津正倫：「自然環境の生い立ち 第三版」(2002)、朝倉書店、(分担執筆：32-39, 139-150)
- 7) S. Haruyama, Le Quoc Doanh, Le Van Tiem, Le Khan Phon, Vu Vna Phai, K. Hori, S. Tanabe, Y. Saito: [Long Climate Change and the Environment Change of the Lower Red River Delta], Agriculture Publishing House, Hanoi, Vietnam, 71-92 (2002) "Geomorphology of the Red River Delta and Their Fluvial Process of Geomorphologic Development, Northern Vietnam"
- 8) Y. Saito: IGBP series, Coastal Changes and the Anthropocene, Springer, in press (2003) "Deltaic coast dynamics"

<報告書類等>

- 1) 「Data Book of Sea-level Rise 2000」(2000) National Institute for Environmental Studies, Environment Agency, Japan, (M Umitsu, 分担執筆：32-35)
- 2) 「アジア・南アジアの臨海域における海岸域の脆弱性、及びアジア・太平洋域における海岸環境と海面上昇の影響」「地球温暖化の日本への影響 2001」環境省地球温暖化問題検討委員会温暖化影響評価ワーキンググループ編 (2001), 319-325 (海津正倫)
- 3) 「デルタ」「地球温暖化の日本への影響 2001」環境省地球温暖化問題検討委員会温暖化影響評価ワーキンググループ編 (2001), (斎藤文紀)
- 4) 「気候変化の中での地域資源の変容」、21世紀の食料生産と農業工学、1-7、日本農業工学会、(2001) (春山成子)
- 5) "Asian deltas and impact of sea-level rise on the low-energy mud-dominated Chao Phraya Delta, Thailand." <http://www.netcoast.nl/delta/index.htm>, the Coastal Zone Management Centre/the Netherlands (2001)(Y. Saito)
- 6) "A Geomorphological Survey Map of the Songkhla Lake Basin Showing Impacts of Sea-level Rise on Coastal Area(A map with the scale of 1/100,000)", Department of geography, Senshu University (2002) (Y. Hirai)
- 7) 「アジアデルタプロジェクトー環境変遷の解明及び環境保全と持続的な開発に向けて」、AIST Today, 3-4, 20-23, (2003) (斎藤文紀)

(2) 口頭発表

- 1) Y. Hirai: APN/SURVAS/LOICZ Joint Conference on Coastal Impacts of Climate Change in the Asia-Pacific Region (2000) 「Assessment of Impacts of Sea Level Rise on the Songkla Lake in South Thailand」
- 2) Y. Saito: APN/SURVAS/LOICZ Joint Conference on Coastal Impacts of Climate Change in the Asia-Pacific Region (2000) 「Current Issues of Deltaic Coasts in Southeast and East Asia」
- 3) M. Umitsu: APN/SURVAS/LOICZ Joint Conference on Coastal Impacts of Climate Change in the Asia-Pacific Region (2000) 「Geo-environment and Effect of Sea-Level Rise in the Chao Phraya Delta」
- 4) S. Tanabe, T.K.O. Ta, V.L. Nguyen, M. Tateishi, I. Kobayashi, Y. Saito: Tidalite 2000 (Fifth International Conference on Tidal Environments), Seoul, Korea (2000) 「Sedimentary Facies and Progradation Model of the Holocene Mekong River Delta in Vietnam」
- 5) 斎藤文紀・佐藤喜男・鈴木祐一郎: 堆積学研究会 2000 年春季研究集会 (2000) 「タイ中央平野チャオプラヤーデルタの完新世における前進過程」
- 6) Y. Saito: IGBP-Water/sediment workshop, Boulder, USA (2000) 「Sediment discharge data set in Asia」
- 7) Y. Saito, S. Tanabe, T.K.O. Ta, V.L. Nguyen, M. Tateishi, I. Kobayashi: IAG Conference on Large Rivers and Application of Remote Sensing in Fluvial Geomorphology, Singapore (2000) 「The evolution of the Mekong Delta, Southern Vietnam」
- 8) M. Umitsu: International Conference on the Chao Phraya Delta: Historical Development, Dynamics and Challenges of Thailand's Rice Bowl., Kasetsart University, Thailand. (2000) 「Geoenvironment and effect of sea level rise in the Chao Phraya Delta」
- 9) S. Haruyama: International Geographical Congress Abstract in Seoul (2000) "The Song Hong Delta and Coastal Erosion"
- 10) 堀 和明、田辺 晋、平出重信、春山成子、斎藤文紀、佐藤善男、Le Quoc Doanh、Hoang Le Khan: 日本地形学連合秋季学術大会 (2000) 「ベトナム紅河デルタの堆積層と ^{14}C 年代」
- 11) 海津正倫: 地形学連合春季学術大会 (2001) 「チャオプラヤーデルタにおける微地形と地形発達過程」
- 12) Y. Hirai: 5th International Conference on Geomorphology, Tokyo (2001) "Assessment of impacts of sea level rise on coastal lagoon"
- 13) 平井幸弘: 2001 年度日本地理学会秋季学術大会、秋田 (2001) 「日本のおよび東南アジアの海跡湖における海面上昇の影響予測評価」
- 14) 平井幸弘: 第 9 回世界湖沼会議自由会議「汽水湖、潟湖、浅い内湾の環境管理と賢明な利用を考えるワークショップ、大津 (2001) 「汽水湖の環境－環境地理学的視点から－」
- 15) 海津正倫: 日本地形学連合春期大会 (2001) 「チャオプラヤーデルタにおける微地形と地形発達過程」
- 16) M. Umitsu: 5th International Conference on Geomorphology, Tokyo (2001) "Late Holocene Sedimentary Environment and Evolution of the Chao Phraya Delta, Thailand"

- 17) Y. Saito, T.K.O. Ta, V.L. Nguyen, M. Tateishi, I. Kobayashi, S. Tanabe: Chapman Conference on the Formation on sedimentary Strata on Continental Margins, AGU, Puerto Rico (2001) "The evolution of the Mekong Delta, southern Vietnam"
- 18) 斎藤文紀、T.K.O. Ta, V.L. Nguyen, 立石雅昭、小林巖雄、田辺 晋: 2001 年日本第四紀学会大会、鹿児島 (2001) 「メコンデルタの堆積相と発達様式」
- 19) 田辺 晋、T.K.O. Ta, V.L. Nguyen, 立石雅昭、小林巖雄、斎藤文紀: 堆積学研究会 2001 年春季大会、京都 (2001) 「完新世におけるメコンデルタの堆積相と前進速度」
- 20) 北沢俊幸・立石雅昭: 日本地質学会第 108 年年会 (2001) 「南ベトナムドンナイ川流域における新生界堆積システム」
- 21) Y. Saito, T.K.O. Ta, V.L. Nguyen, M. Tateishi, I. Kobayashi, S. Tanabe: Fifth International Conference on Geomorphology, Tokyo (2001) "The evolution of the Mekong Delta, southern Vietnam"
- 22) Y. Saito, S. Tanabe, T.K.O. Ta, V.L. Nguyen, M. Tateishi, I. Kobayashi: Fifth IOC/WESTPAC International Scientific Symposium, Seoul (2001) "Delta Evolution Model Inferred from the Holocene Mekong Delta, Southern Vietnam"
- 23) 斎藤文紀、T.K.O. Ta, V.L. Nguyen, 立石雅昭、小林巖雄、田辺 晋: 日本地質学会第 108 年年会、金沢 (2001) 「完新世後期におけるメコンデルタシステムの変化と古環境」
- 24) Y. Saito: Workshop on the planning and management of modified mega-deltas, Hague, The Netherlands (2001) "Impacts of sea level rise"
- 25) 斎藤文紀: 地球環境研究総合推進費公開シンポジウム、国際環境研究協会 (2001) 「海面上昇の影響・適応」
- 26) T.K.O. Ta, V.L. Nguyen, M. Tateishi, I. Kobayashi, Y. Saito: International symposium and field workshop on Assembly and Breakup of Rodinia and Gondwana, and Growth of Asia Osaka (2001) "Late Pleistocene-Holocene stratigraphy and delta progradation, the Mekong River delta, South Vietnam"
- 27) 鈴木祐一郎、斎藤文紀、山本正伸、佐藤喜男、Sin Sinsakul: 2001 有機地球化学シンポジウム、福岡 (2001) 「TMAH 法 Py-GC/MS 分析によるタイ王国完新世チャオプラヤデルタ堆積物のリグニン組成の変化について」
- 28) S. Haruyama: Workshop on Natural Disaster Monitoring by Satellite, Paris (2001) "Flood hazard and Flood Risk Zoning"
- 29) 春山成子: 日本地理学会秋季学術大会 (2001) 「バクボー湾沿岸域の変化」
- 30) S. Tanabe, K. Hori, Y. Saito, S. Haruyama, Vu Van Phai: International Workshop on Asian Deltas: their evolution and recent changes, Tsukuba (2002) "Shoreline progradation rates in the Song Hong (Red River) delta during the past 7000 years"
- 31) T. D. Thanh, Y. Saito, D. V. Huy, T. V. Dien: International Workshop on Asian Deltas: their evolution and recent changes, Tsukuba (2002) "Recent changes in the coastal evolution of the Red River delta and impacts from human activities"
- 32) V.L. Nguyen, T.K.O. Ta, M. Tateishi, I. Kobayashi, S. Tanabe, Y. Saito: International Workshop on Asian Deltas: their evolution and recent changes, Tsukuba (2002) "Holocene

- evolution of the Mekong river delta, Vietnam”
- 33) S. Tanabe, Y. Saito, Y. Suzuki, Y. Sato, Sin Sinsakul: International Workshop on Asian Deltas: their evolution and recent changes, Tsukuba (2002) “Holocene evolution and sediment discharge of the Chao Phraya delta, Thailand”
 - 34) Y. Saito: International Workshop on Asian Deltas: their evolution and recent changes, Tsukuba (2002) “Opening remarks, the international workshop on Asian deltas: their evolution and recent changes”
 - 35) T. J. J. Hanebuth, K. Stattegger, Y. Saito: : International Workshop on Asian Deltas: their evolution and recent changes, Tsukuba (2002) “Stratigraphy and sea-level history of the late Pleistocene Sunda shelf”
 - 36) 海津正倫 : 名古屋大学大学院環境学研究科主催国際ワークショップ「アジアの気候変動とその影響－気候変動と海面上昇」(2002) 「ガンジスデルタにおける環境変動とその影響」
 - 37) 春山成子、船引彩子、V. L. Tiem : 日本地理学会春季学術大会 (2002) 「紅河デルタ北部平野の地形と 1971 年水害」
 - 38) 平井幸弘 : 2002 年度日本地理学会春季学術大会、東京 (2002) 「ベトナム北部紅河デルタ海岸における環境変動と住民の対応」
 - 39) Y. Saito, T. K. O. Ta, V. L. Nguyen, M. Tateishi, I. Kobayashi, S. Tanabe: “IAS/SEPM Environmental Sedimentology Workshop on “Continental shelves: processes, record, utilization and management” Hong Kong (2002) 「Late Holocene delta evolution and sediment discharge of the Mekong River, southern Vietnam”
 - 40) 斎藤文紀 : IGBP 国内シンポジウム「海関連プロジェクトの今後の方向と接点」東京 (2002) 「沿岸域における陸地－海洋相互作用研究計画(LOICZ)」
 - 41) 立石雅昭・Nguyen V. L. ,・海津正倫・平井幸弘・Ta T. K. O, 日本地質学会第 109 年年会 (2002) 「ベトナム、メコンデルタ下部の浜堤－砂丘列の発達過程」
 - 42) M. Umitsu, S. Tiypairach, N. Chaimanee, K. Kawase: The International Symposium on Geology of Thailand, Bangkok, Thailand (2002) “Late Holocene sea-level change and evolution of the Central plain, Thailand”.
 - 43) Y. Saito, S. Tanabe, Y. Sato, Y. Suzuki: The International Symposium on Geology of Thailand, Bangkok, Thailand (2002) “Holocene evolution of the Lower Central Plain of Thailand”
 - 44) D. Saito, M. Umitsu, V. L. Nguyen, T. K. O. Ta: Vietnamese – Japanese Geological Workshop 2002, Delta Evolution and Recent Environmental Changes, Ho Chi Minh City, Vietnam. (2002) “Land Use Change of the Southern Part of Ca Mau Peninsula”
 - 45) M. Umitsu, V. L. Nguyen, T. K. O. Ta, C. Uchida, E. Ono: Vietnamese – Japanese Geological Workshop 2002, Delta Evolution and Recent Environmental Changes, Ho Chi Minh City, Vietnam. (2002) “Late Holocene Landform Evolution of the Mekong River Delta, Vietnam”.
 - 46) Y. Saito: Vietnamese – Japanese Geological Workshop 2002, Delta Evolution and Recent Environmental Changes, Ho Chi Minh City, Vietnam. (2002) “Characteristics of Asian deltas: recent changes and Holocene evolution”

- 47) M. Tateishi, Y. Hirai, V.L. Nguyen, M. Umitsu, T.K.O. Ta: Vietnamese-Japanese Geological Workshop on Delta Evolution and Recent Environmental Change, Sub-Institute of Geography/NCST, Ho Chi Minh City, Vietnam. (2002) "Growth Pattern of Beach and Dune Ridges in the Lower Mekong River Delta."
- 48) T.K.O. Ta, V.L. Nguyen, M. Tateishi, I. Kobayashi, Y. Saito: Vietnamese-Japanese Geological Workshop on Delta Evolution and Recent Environmental Change, Sub-Institute of Geography/NCST, Ho Chi Minh City, Vietnam. (2002) "Sedimentary Facies and Holocene Evolutional Model of the Mekong River Delta"
- 49) V.L. Nguyen, T.K.O. Ta, M. Tateishi, I. Kobayashi, M. Umitsu, Y. Saito : Vietnamese-Japanese Geological Workshop on Delta Evolution and Recent Environmental Change, Sub-Institute of Geography/NCST, Ho Chi Minh City, Vietnam. (2002)"Holocene Paleogeography of the Mekong River Delta, Southern Vietnam."
- 50) F. Murakami, Y. Saito, Y. Kinoshita, M. Tateishi, V.L. Nguyen, B.L. Luong, T.T. Nguyen : Vietnamese-Japanese Geological Workshop on Delta Evolution and Recent Environmental Change, Sub-Institute of Geography/NCST, Ho Chi Minh City, Vietnam. (2002) "High Resolution Seismic Reflection Survey on Holocene Sediments in the Mekong River Delta."
- 51) T. Tokuoka, M. Tateishi, K. Nishimura, A. Fukita, V.L. Nguyen, T.K.O. Ta : Vietnamese-Japanese Geological Workshop on Delta Evolution and Recent Environmental Change, Sub-Institute of Geography/NCST, Ho Chi Minh City, Vietnam (2002) "Salt Water Intrusion in the Mekong River."
- 52) Y. Hirai: 3rd Workshop of the Sub-project "Studies on Natural Environment and Culture in Asia (The Hydrosphere)", Abashiri, Hokkaido (2002). "Assessment study of the impacts of sea level rise on lagoons in South Thailand and Middle Vietnam"
- 53) 平井幸弘 : 2002 年度日本地理学会秋季学術大会、金沢 (2002) 「ベトナム中部のラグーン地域における海面上昇の影響予測評価」.
- 54) Y. Hirai, V.L. Nguyen, T.K.O. Ta: "Vietnamese-Japanese geological workshop on Delta Evolution and Recent Environmental Changes", Ho Chi Minh City, Vietnam (2002). "An assessment study of the impacts of sea level rise on the lagoon area in Middle Vietnam",
- 55) M. Umitsu, C. Thanavud, C. Uchida, E. Ono, K. Kawase, A. Ohira: Japan-China Geomorphological Conference, Kunming, Chin (2002) "Late Holocene Evolution of the Songkhla Coastal Plain in Peninsula Thailand".
- 56) S. Tanabe, K. Hori, Y. Satio, S. Haruyama, V.P. Vu: International workshop on deltas (2002) "Shoreline progradation rates in the Song Hong Delta during the past 7000years"
- 57) 堀 和明・田辺 晋・春山成子・斎藤文紀 : 日本第四紀学会 2002 年大会 (2002) 「ベトナム紅河デルタにおける完新世中期の海水準変動」.
- 58) 斎藤文紀・田辺 晋・佐藤善男・鈴木祐一郎, Sin Sinsakul: 日本第四紀学会 2002 年大会 (2002) 「タイ、チャオプラヤデルタの完新世における発達様式」
- 59) 堀 和明・田辺 晋・春山成子・斎藤文紀・Nguyen Viet : 日本地理学会秋季学術大会 (2002)

「ベトナム紅河デルタの堆積相と発達過程」

- 60) S. Tanabe, K. Hori, Y. Saito, S. Haruyama, Phai V.V.: International Workshop on Asian deltas: their evolution and recent changes, Tsukuba (2002). "Shoreline progradation Rated in the Song Hong (Red River)delta during the past 7000 years".
- 61) 田辺 晋、堀 和明、春山成子、斎藤文紀, Phai Vu Van: 日本地質学会第 109 年学術大会 (2002) 「完新世中期における海水準変動とベトナム北部. 紅河デルタの発達過程」
- 62) 村上文敏、木下泰正、斎藤文紀, Nguyen Truong Luu, Nguyen Tran Tan: 日本地質学会 109 年学術大会 (2002) 「ベトナム・メコンデルタにおける高解像度音波探査を使用した完新世層調査」
- 63) 斎藤文紀、田辺 晋、佐藤善男、鈴木祐一郎, Sin Sinsakul: 日本地質学会第 109 年学術大会 (2002) 「タイ、チャオプラヤデルタの発達と中央平野の形成」
- 64) 春山成子、船引彩子、ルーバンティム: 日本地理学会秋季学術大会、(2002) 「紅河上流平野の地形と 1971 年水害」
- 65) Y. Saito: 2002 Annual Meeting of the Geological Society of America, Denver (2002) "The evolution of deltas: examples from Holocene Asian deltas"
- 66) Y. Saito: International Conference on Tidal Dynamics and Environment, China (2002) "Deltas in Asia: their characteristics and tide influence"
- 67) Y. Saito, V.L. Nguyen, T.K.O. Ta, M. Tateishi, I. Kobayashi, S. Tanabe: AGU Chapman Conference on Continent-Ocean Interactions within the East Asian Marginal Seas, San Diego, USA (2002) "Late Holocene delta evolution of the Mekong River, southern Vietnam"
- 68) Y. Saito: LOICZ Synthesis and Future Meeting, Miami, USA (2002) "Deltaic coast dynamics"
- 69) メコンデルタ形成過程研究グループ: 地球惑星合同学会 (2003) 「南ベトナム、メコンデルタ下部における浜堤列平野の成長過程」
- 70) 海津正倫・Nguyen Van Lap・Ta Thi Kim Oanh・内田主税・小野映介: 日本地理学会 2003 年春季学術大会、東京大学(2003) 「完新世後期に於けるメコンデルタの地形形成」
- 71) 田辺 晋、斎藤文紀、Lan Q. Vu, Till J. J. Hanebuth, Toan Q. Ngo, 北村晃寿: 日本堆積学会 2003 年例会、東京(2003) 「波浪・潮汐影響型デルタの堆積相モデル: ベトナム北部、完新統ソホンデルタを例に」
- 72) 斎藤文紀: 日本堆積学会 2003 年例会、東京(2003) 「現世堆積作用と堆積学、そして地球環境変動研究」

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

(4) 受賞等

特に記載すべき事項はない

(5) 一般への公表・報道等

特に記載すべき事項はない

9. 成果の政策的な寄与・貢献について

平成 14 年度をもって本研究は終了した。アジアのデルタ域は、流域における人間活動による影響や洪水等の影響を強く受けており、将来の海面上昇に対して、特に脆弱な地域であること

が明らかとなった。これらの対処するため、アジア諸国の研究者と連携し、ユネスコと国際地質科学連合が推進する IGCP と、アジア太平洋ネットワークにデルタに関するプロジェクトを平成 14 年度に提案し、採択され、平成 15 年からこれらのプロジェクトが実施されることになった。