

# 地球規模の環境問題とアジアのデルタ

齋藤文紀<sup>1)</sup>

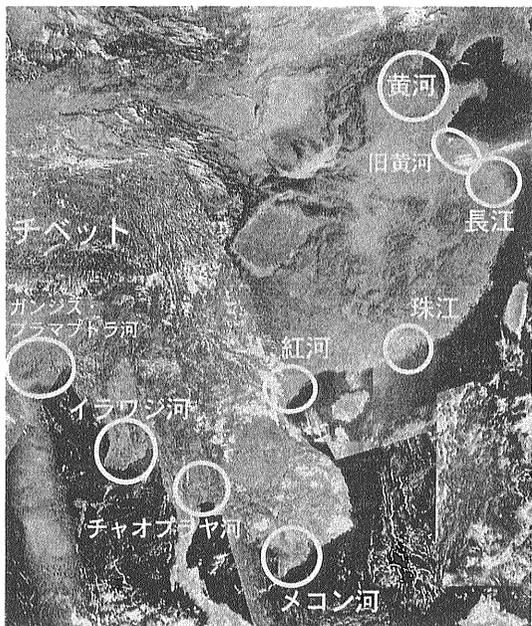
## 1. 地球規模の環境問題とアジア地域

国際学術連合会議が推進する IGBP (地球圏生物圏国際協同研究) では、様々なコアプロジェクトによって地球環境変動研究が行われています。この中で、海岸沿岸域は、1993年から LOICZ 「海岸・沿岸域における陸域海域の相互作用」プロジェクトを中心に取り組まれています。海岸沿岸域の研究の重要性は、海岸域には世界の人口の約60%が居住し、また160万人を超える都市の2/3が分布していることなど、人間活動と密接に関わっていることがあげられます。また世界の漁獲高の90%、海洋の生物生産の約14%、海洋の有機物

の堆積の80%、河川に由来する陸源碎屑物の堆積の75-90%、海洋における炭酸塩の堆積の50%以上が、沿岸海域で起きていることなど、地球環境変動においても重要な役割をはたしています (Pernetta and Milliman, 1995)。

アジア地域は、現在世界の人口の53%を占め、2025年には50億に達すると予想され、現在急速な経済成長の中にあり (Galloway and Melillo, 1998)、人間活動と地球規模の環境問題を考察する上で重要です。また地球規模の気候システムでも、アジアはモンスーンや広く分布する熱帯雨林など重要な役割を担っています。これらの特徴の他に、アジアの特色の一つに大規模なデルタ(三角州)が多数分布することがあげられます。デルタ地域は、穀物(米)生産や養殖などの水産業において主要な産地であり、また大都市も多数分布しています。アジアの主な大河川は、地球の尾根であるヒマラヤ・チベット高原周辺に源を發し、降水量の多いモンスーン地帯を流下するため、土砂の運搬量が大きく、大規模なデルタを海岸・沿岸域に形成しています。代表的な河川としては、インダス河、ガンジス・ブラマプトラ河、イラワジ河、メコン河、紅河、長江、黄河などがあり、これらほとんどが十指に入る世界の大河川です(第1図)。これらのアジアの河川が海洋へ運搬する土砂供給量は世界の全陸地から海域に運搬される総量の4~5割に達すると推定されています。

アジアにおいて大規模なデルタが形成されるもう一つの要因として、完新世の海水準変動があります。これらのデルタが形成されているアジアの海岸沿岸域は、約2万年前の最終氷期最盛期に發達した氷床地域から遠方に位置するため、氷河性のアイソスタシーよりもハイドロアイソスタシーの影響を



第1図 アジアの代表的な三角州 (National Geographic Atlas of the Worldに加筆)。

1) 地質調査所 海洋地質部

キーワード: 地球環境変動, 地球環境問題, アジア, デルタ, LOICZ

受け、約6千年前に海水準は現在よりも高い水準に達し、それ以降微変動を伴いながら低下しています。この海水準の安定と低下によってデルタの前進を助長する環境が過去約6千年間続いています。

## 2. アジアのデルタの環境問題

このようなアジアのデルタでは、現在様々な問題が起こっています。ガンジス・ブラマプトラ河デルタでは、洪水とサイクロンによる高潮が、浸水や侵食を引き起こしています。大規模なサイクロンでは10万人を超える死者・行方不明者がでており、10～20年に一度の割合で襲来しています(海津, 1997)。

タイ湾奥部のチャオプラヤー河デルタでは、1970年頃以降数百m規模の海岸侵食が起こっています(写真1; 磯部ほか, 1995)。1969年から1973年の間に、180万m<sup>2</sup>の海岸侵食が始まっており、1973年から1987年の間には、540万m<sup>2</sup>に拡大しています(Vongvisessomjai, 1992)。衛星画像解析によれば、この侵食は1992年まで続いており、その後は河口部ではほぼ止まっています(Okubo et al., 2000)。現在沿岸域では、海岸線の後退によって残された電柱を、海域で見ることができます。河口部での侵食は近年止まっていますが、侵食域は西側に移動しているといわれています(Sinsakul氏, Chaimanee氏談1999)。これらの海岸侵食は、バンコク周辺での地下水くみ上げによる地盤沈下に起因すると考えられています(齋藤ほか, 2000)。地盤沈下はバンコク中心部では、1987年までに150cmを超えており、海岸部でも30cm以上に達しています。この沈下は相対的に海水準が上昇したことを示しており、海水準上昇によって泥質海岸で海岸侵食が引き起こされた代表的な例です。このタイの例は我々に二つの事柄を教えてください。第一は、地球温暖化によって2100年に海水準は約50cm上昇すると予測されていますが、沿岸侵食は50cmに達して生じ始めるのではなく、10～20cmの上昇でも影響が出始めることです。タイの海岸侵食では10cm程度の上昇に反応してすぐに沿岸侵食が起きています。閾値が小さいこと、50cm上昇した結果よりも、その過程をもっと重視する必要があります。

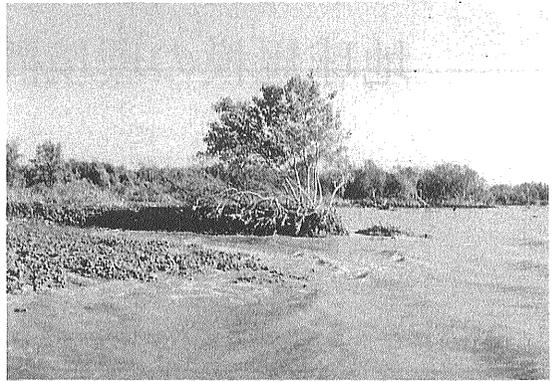


写真1 タイ湾奥部のチャオプラヤー河河口部における海岸侵食。1997年12月13日筆者撮影。

ことを示しています。もう一つは、地域毎の特徴を理解することの重要性です。タイの沿岸海域は、勾配が0.5～1.0m/1kmと非常に緩く、底質も泥からなります。日本周辺の波浪が卓越する砂質海岸とは異なっています。タイで沿岸侵食が、10～20cmの相対的海水準海上昇で生じているのは、このような沿岸海域の特徴によるもので、地盤沈下による沿岸域の水深の増加によって、波浪エネルギーが減衰することなく海岸に打ち寄せるためと考えられます。潮差が大きい地域では影響はもっと小さいでしょう。このような地域的な特徴を熟知して適応策を講じる必要があります。タイで起こった沿岸侵食は、50cm弱程度の上昇で約700mの海岸線の後退でした。つまり、海岸線の後退量は、50cmの標高まで後退するというよりも、沿岸海域の勾配程度の後退が見られたこととなります。つまり海水面下での侵食は小さいことが予想されます。海水準の上昇によって単純に海面上昇量に対応する標高まで、海岸線が後退しているわけではなさそうです。中等潮位から高潮位間のマングローブが防波堤としての役割を果たしていることが予想され、将来予想されている海面上昇の影響評価や適応策のためにも更に吟味する必要があります。潮間帯に分布するマングローブは、ガンジス・ブラマプトラ河デルタでも高潮や侵食の被害を軽減する役割を果たしており、マングローブの生態系の保全や炭素固定での評価に加えて、災害の軽減の見地からもマングローブの保全と植林は重要です。

ベトナム南部のメコン河デルタでは、海岸侵食と地下水の塩水化が近年進行しています。地下水の

塩水化は、乾季における塩分4パーミルの地域が過去20年間に陸側へ約20km移動し、農業生産へも影響が出始めています(立石雅昭氏らの調査による; 斎藤ほか, 2000)。この要因としては、河川の流量の減少が最も大きいと考えられ、乾季における水の供給源となっているメコン河上流域の水利用との関係を明らかにする必要があります。またベトナム中部は、1999年の11月に100年に一度と言われる集中豪雨に見舞われ、大規模な洪水が発生し、家屋の流出、汽水湖沼での砂州の決壊と、それに伴う海岸侵食などで、600名以上の方々が亡くなったといわれています(海津正倫氏, Nguyen Van Quy氏談)。地球温暖化に伴う気候変化によって台風の発生域や経路の変化が、このような被害を増大させることが考えられ、沿岸域の脆弱性評価を行うことが重要です。特に上で述べたガンジス・ブラマプトラ河や東南アジアのデルタでは護岸工事がされていない低湿地が広がっており、早急に評価と適応策を検討する必要があります。

中国沿岸部には、黄河、長江(揚子江)、珠江などにより大規模なデルタが形成されています。長江では国家プロジェクトとして三峡ダムの建設が進んでおり、2003年には河道は閉塞され、水位が50m上昇されようとしています(写真2)。また黄河

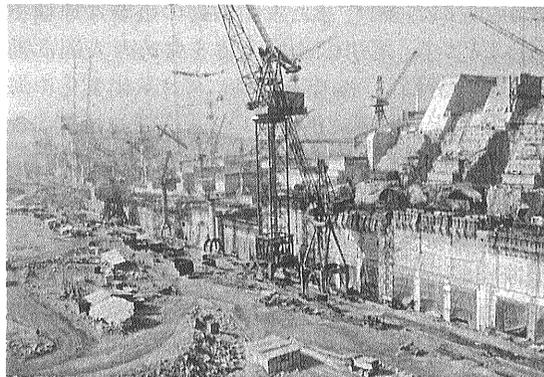


写真2 長江三峡ダムの建設現場。1999年11月2日筆者撮影。

では近年渇水が顕著で、黄河の干上がりは1995～1998年の4ヶ年間は、河口から毎年600km前後に達し、日数は年間110～250日に及んでいます(楊作升氏談; Hu et al., 1998; Yang et al., 1998, 2000)。黄河の水量や土砂運搬量も1970年代以降徐々に減少しており、1990年代では1960年代の半分の年間5億トンにも達しない状況が続いています。この間、降水量の減少は1割程度であり、渇水の原因は、急増した水利用です。1950年代と1990年代を比べると、水利用は約2.5倍に増加し、黄河が運搬していた水量の約6割に達しています。このため、冬期から初夏の渇水期に、干上がり現象

が顕著となり、華北平原全域に及ぶようになってきています。水利用は、上流域から中流域、下流域の全域で増加しています。これらの対策として長江の水を三峡ダムを利用して中国北部にもたらす南水北調が計画されています。黄河の渇水やそれによる土砂供給量の減少によって、海岸沿岸域では侵食問題が以前にも増して問題となってきています(写真3)。

### 3. さいごに

以上、アジアのデルタの問題を概観してきましたが、これらの問題は特に近年顕著になってきており、人間活動の影響と密接に関係している事が想定されます。特に、これらのデルタ地

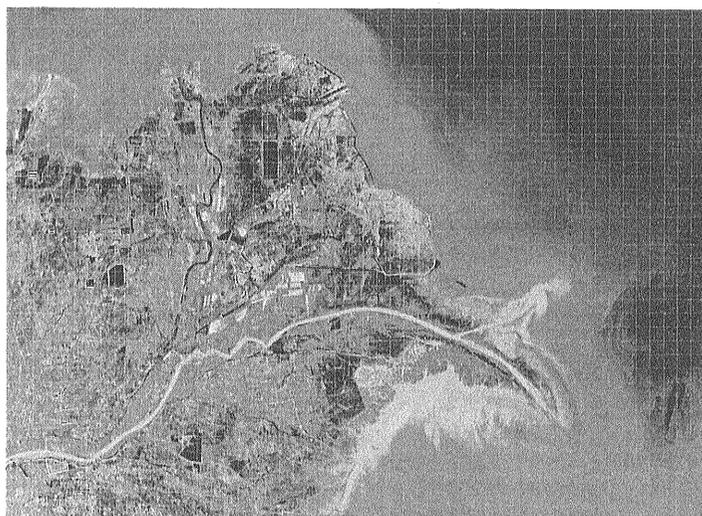


写真3 黄河デルタの衛星画像。1996年9月20日(楊作升教授による)写真の範囲でデルタは東西約80km。河口部の北側の分流路が1996年に作られた新しい河道。

域が、人口の多い、また生産活動の重要な地域であることから、河川の流域全体を含めた人間活動の影響の評価や、地球温暖化に伴う気候変化や海面上昇による影響評価を行い、適応策を検討することが重要です。

地質調査所では、これらに対処するため、国立環境研究所、国土地理院、大学などと共同で、環境研究総合推進費により「渤海・東シナ海における河川経由の環境負荷が海洋生態系に与える影響評価手法に関する研究(平成8～10年度)」と「海面上昇の影響の総合評価に関する研究(平成9～11年度)」を実施し、現在「東シナ海における長江経由の汚染・汚濁物質の動態と生態系影響に関する研究(平成11～13年度)」と「海面上昇の総合的影響評価と適応策に関する研究(平成12～14年度)」を行っています。

2000年度は、アジアや太平洋島嶼の海岸沿岸域における問題に焦点をあてて、神戸で2000年11月14～16日に国際会議が開催されます。この会議は国際機関(APN)や日本学術会議が中心となっていくもので、「地球環境変動のアジア・太平洋岸域への影響と適応策: Coastal Impacts of Climate Change and Adaptation」というタイトルです。上記したデルタにおける問題や、沿岸域の脆弱性評価に関することなど、沿岸域の問題が広く討議される予定です。

国際会議「地球環境変動のアジア・太平洋岸域への影響と適応策: Coastal Impacts of Climate Change and Adaptation」などの詳細は、筆者までお問い合わせ下さい(E-mail: yoshi@gsj.go.jp)。

#### 文 献

- Galloway, J.N. and Melillo, J.M. eds. (1998): Asian Change in the Context of Global Climate Change. Cambridge University Press, IGBP Publication Series 3, Cambridge, 363p.
- Hu, D., Saito, Y. and Kempe, S. (1998): Sediment and nutrient transport to the coastal zone. In J.N. Galloway and J.M. Melillo, eds., Asian Change in the Context of Global Climate Change: Impact of Natural and Anthropogenic Changes in Asia on Global Biogeochemical Cycles, Cambridge University Press, p.245-270.
- 磯部一洋・加藤碩一・大久保泰邦(1995): 天使の都バンコク南部に熱帯海岸の侵食を觀る. 地質ニュース, no. 493, p.55-62.
- Okubo, Y., Tanaka, A., Kaku, M. and Sinsakul, S. (2000): Role of remote sensing in a survey for environmental change. Program & Abstracts of Geological Survey Seminar no. 267[Deltas], Geological Survey of Japan, 16.
- Pernetta, J.C. and Milliman, J.D., eds. (1995): Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone. Implementation Plan. IGBP Report no.33, 215p.
- 斎藤文紀・大久保泰邦・田中明子・鈴木祐一郎・佐藤喜男・木下泰正・立石雅昭・海津正倫・平井幸弘(2000): デルタ・湖沼の応答/影響モデル化に関する研究. 環境庁地球環境研究総合推進費終了報告集「海面上昇の影響の総合評価に関する研究(平成9年度～11年度)」国土地理院・地質調査所・港湾技術研究所・東京大学・新潟大学・名古屋大学・愛媛大学・琉球大学・茨城大学・名城大学, p.17-57.
- 海津正倫(1997): ベンガル低地の自然と地形変化. Tropics, 6, p.189-202.
- Vongvisessomjai, S. (1992): Coastal erosion in the Gulf of Thailand. Research and Development Journal of the Engineering Institute of Thailand, 3(1), p.38-58.
- Yang, Z.S., Milliman, J.D., Galler, J., Liu, J.P. and Sun, X.G. (1998): Yellow River's water and sediment discharge decreasing steadily. EOS, 79, p.589-592.
- Yang, Z., Saito, Y. and Milliman, J.D. (2000): Human impact on the Yellow River Delta regime and its consequences. Program & Abstracts of Geological Survey Seminar no. 267[Deltas], Geological Survey of Japan, p.8.

---

SAITO Yoshiki (2000): Global changes and deltas in Asia.

> 受付: 2000年4月7日 >