

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 9 月 20 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2012～2015

課題番号：24401005

研究課題名(和文) インド東海岸ゴダバリ・クリシュナデルタにおける遺跡分布と地形

研究課題名(英文) Distribution of archaeological sites and geomorphology of the Godavari and Krishna Deltas, East coast of India

研究代表者

久保 純子 (KUBO, Sumiko)

早稲田大学・教育・総合科学学術院・教授

研究者番号：90275967

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はインド東海岸ゴダバリ・クリシュナデルタの完新世(過去1万年)における形成過程の解明を目的として、インドのアンドラ大学の研究者の協力を得ながら、1)アンドラ大学で保管しているボーリングコア(試料)の分析、2)対象地域における平野地形の分布、3)対象地域に分布する遺跡と地形の関係、について調査をすすめた。

その結果、ゴダバリ・クリシュナデルタについて初めて詳細な形成過程を示すことができ、また平野の地形分布図と遺跡の年代測定データなどを得ることができた。

これらの成果をアンドラ大関係者らと2015年に国際第四紀研究連合(INQUA)大会で発表し、また国際誌Paleo-3で公表した。

研究成果の概要(英文)：This research project aims to reveal the formation process of the Godavari and Krishna Deltas in East coast of India during the Holocene. The prime researcher performed the study with the help of researchers in Andhra University in India. The study composed of 1) analyzing bore hole core samples obtained by Andhra University, 2) mapping of geomorphological features in the research area, and 3) to examine the relationship between geomorphological features and distribution of archaeological sites.

As the result we demonstrated the detailed formation process of the deltas, geomorphological map of the area, and obtained several radiocarbon dates from archaeological sites.

We presented these results at XIX INQUA Congress in 2015, and published a paper in "Palaeo-3".

研究分野：自然地理学

キーワード：デルタ 平野地形 遺跡分布 ボーリング 完新世

## 1. 研究開始当初の背景

アジア地域における大規模河川沿いの平野は人口や生産活動が集中し、気候変動や海面上昇などのグローバルな課題に対応するためにも、完新世(過去1万年)における形成過程の解明が求められている。

インド東海岸ゴダバリ・クリシュナデルタはインド亜大陸においてインダス・ガンジスに次ぐ規模を有し、その完新世における形成過程について、日本とインドのアンドラ大学の研究者の協力関係が築かれつつあった。

代表者はこれまで東南アジア(ベトナム、カンボジアなど)で平野地形と洪水、遺跡立地等の研究をおこない、2010年よりインドでの研究に着手していた。

## 2. 研究の目的

本研究は、インド亜大陸東海岸のゴダバリ川・クリシュナ川下流域を対象として、完新世における平野の形成史を解明することを目的とする。具体的には現地アンドラ大学の協力のもと、両河川下流デルタ平野において実施されたボーリング調査試料の分析と、微地形分布と主要遺跡の分布・立地環境などから明らかにすることをめざす。

## 3. 研究の方法

おもに以下の方法により研究をすすめる。

1) アンドラ大学で保管しているボーリングコア(試料)の分析により、沖積層の層序、年代を明らかにする。2000年頃からアンドラ大の Nageswara Rao 教授がゴダバリ・クリシュナ両デルタ地域でボーリング調査を実施している。その試料の記載・分析は、これまで山口大の貞方教授や産総研の齋藤博士らの協力ですすめられてきたが、代表者もこれに参加・協力する。

2) 対象地域における平野微地形のマッピングをおこなう。日本やカンボジアでは空中写真の判読により微地形のマッピングがおこなわれてきたが、インドでは空中写真が利用できないため、人工衛星データを利用して判読をおこない、現地調査もおこなう。

3) 対象地域における遺跡分布を明らかにし、それらの現地調査を実施し、遺跡分布と地形条件との関係について考察する。

## 4. 研究成果

### 1) 主な成果

インド亜大陸東海岸アンドラプラデシュ州に河口を持つゴダバリ川とクリシュナ川はともに流長 1400 km を越え、流域面積もそれぞれ 31 万 km<sup>2</sup>、25 万 km<sup>2</sup> という大河川であり、インド国内ではガンジスに次ぐ規模を持つ(Nageswara Rao et al., 2012)。

両河川はそれぞれベンガル湾にデルタを発達させ、その平面形態は扇状である。ゴダバリ川はラジャムンドリ、クリシュナ川はビジャワダ付近をそれぞれ扇頂として、海岸

までの距離は 50-70 km である。

ゴダバリ・クリシュナデルタの地形に関しては Nageswara Rao らが多くの研究をおこない(たとえば Nageswara Rao et al., 2003)、2010 年以降はボーリングにより沖積層の分析がすすめられている。

本研究ではアンドラ大の実施したボーリング試料の分析に参加し、ゴダバリデルタの詳細な形成過程を示すことができた(Nageswara Rao et al., 2015)。

ゴダバリデルタでは 11 か所でボーリング試料が採取され、100 点以上の C14 年代が得られた。これによりデルタ形成史が復元され、6 つのステージでデルタの拡大と侵食がくりかえされたことを示した(図 1~3)。

クリシュナデルタについても同様の分析が進行中である。

ゴダバリデルタの下流部において、人工衛星データにより詳細な地形分布図を作成した。

インドでは現在空中写真や地形図の使用が認められていないため、日本の ALOS(だいち) PRISM 衛星画像の実体視判読を試みた。ALOS は 2006 年に種子島から打ち上げられ、2011 年に運用を終了した。

使用したデータは 2009 年 6 月および 2010 年 2 月・4 月に取得されたもので、1 シーンの観測幅は 35 km、地上解像度は 2.5 m である。それぞれ前方視と後方視をペアとして実体視判読を行った。

実体視判読の結果、旧河道や浜堤などの平野の微地形も判読可能であり、空中写真判読に近い使用感が得られた。

平野に分布する遺跡の年代測定データなどを得ることができた。

ASI(Archaeological Survey of India)などによれば、ゴダバリ・クリシュナデルタにはいくつかの歴史時代の遺跡が知られているがその数は非常に少ない。これらのうちゴダバリデルタの海岸から約 10 km 内陸にあるアドゥル遺跡は約 2000 年前の仏教遺跡である。

アドゥル遺跡のある浜堤の内陸側堤間低地の露頭において、土器片や貝殻とともに植物片を採取し、AMS C14 年代測定をおこなった。その結果、Libby Age 1950 ± 20yBP(測定番号 IAAA-111019)、IntCal09 による暦年較正年代は 1-90calAD(2)であり、約 2000 年前には浜堤上に遺跡が形成されたことを示唆した(図 4)。

このほか、ゴダバリデルタ各地に分布する遺跡マウンドの調査をおこない、年代試料を得ることができた。

これらの成果を 2015 年に国際第四紀研究連合(INQUA)大会で発表し、またゴダバリデルタの形成史は国際誌 Paleo-3 で公表した(Nageswara Rao et al., 2015)。

### 2) 得られた成果の国内外における位置づけ

とインパクト

ゴダバリ・クリシュナデルタの完新世における形成過程の研究は、インド亜大陸における最初の詳細なデルタ形成史を示したものと見える。そして、メコンデルタや長江デルタなどとともに、アジアの大規模デルタの研究の一角をなすということができる。

一方、遺跡の立地と地形に関する議論については、ALOS衛星画像による地形判読が可能で、アドゥル遺跡において重要な年代試料を得ることができたことを示した。

### 3) 今後の展望など

クリシュナデルタの形成過程や、ゴダバリ・クリシュナ両デルタの間に位置するコレル湖の形成などについて、今後研究を継続する必要がある。

また、遺跡分布と地形については、特に遺跡のデータが不足しており、現地研究者との協力のもと、詳細な分析をおこなう必要がある。

これらの課題については平成 28 年度より新たな科研費を得て、研究を継続中である。

### 引用文献

Nageswara Rao et al. 2012, *Geomorphology*, 175&176: 163–175.

Nageswara Rao et al. 2015, *Palaeo-3*, 440: 213–233.

### 5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 4 件)

NAGUMO Naoko, SUGAI Toshihiko, KUBO Sumiko, 2014. Fluvial Geomorphology and Characteristics of Modern Channel Bars in the Lower Stung Sen River, Cambodia. *Geographical Review of Japan* series B, Vol. 87 No. 2 p.115-121. 査読有

K. Nageswara Rao, Y. Saito, K.Ch.V. Nagakumar, G. Demudu, A.S. Rajawat, S. Kubo, Zhen Li, 2015. Palaeogeography and evolution of the Godavari delta, east coast of India during the Holocene: An example of wave-dominated and fan-delta settings. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 440: 213–233. 査読有

KUBO, S., NAGUMO N., CHHUM, M. and SHIMODA, I. 2016. Radiocarbon ages and stratigraphy in the city area of the Sambor Prei Kuk Pre-Angkor archaeological site, Cambodia. 早稲田大学大学院教育学研究科紀要 No.26, 43-55. 査読無

KUBO, Sumiko. 2016. Issues of geomorphological surfaces corresponding to Marine Oxygen Isotope Stage 3 in Japan.

*Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, No.51, 1-12. 査読無

〔学会発表〕(計 7 件)

久保純子 2013. インド東海岸ゴダバリ・クリシュナデルタにおける遺跡分布と地形(予報). 日本第四紀学会(弘前).

Sumiko KUBO, 2013. Geomorphological mapping and location of archaeological sites in the Godavari Delta, East coast of India. National Symposium on RS and GIS for Environment, Visakhapatnam, India.

B. Hema Malini, Sumiko Kubo, K.Ch.V. Naga Kumar, G. Demudu, and K. Nageswara Rao, 2015. Quaternary evolution and anthropogenic degradation of the Kolleru Lake, a coastal wetland along the east coast of India. XIX INQUA Congress, Nagoya, Japan.

K.Ch.V. Naga Kumar, Yoshiki Saito, Sumiko Kubo, K. Nageswara Rao, G. Demudu and A.S. Rajawat, 2015. Holocene Evolution of the Krishna delta, India inferred from sediment facies and AMS 14C ages. XIX INQUA Congress, Nagoya, Japan.

K. Nageswara Rao, Yoshiki Saito, K.Ch.V. Naga Kumar, Sumiko Kubo, G. Demudu and A.S. Rajawat, 2015. Variations in the Holocene sediment accumulation rates and growth pattern of the Krishna and Godavari deltas, India. XIX INQUA Congress, Nagoya, Japan.

K. Nageswara Rao, Sumiko Kubo and P. Vijaya Prakash, 2015. Synergy of landform evolution and culture adaptations: a geoarchaeological study in Krishna-Godavari Delta, India. XIX INQUA Congress, Nagoya, Japan.

Kubo, S., Nagumo, N., Chhum, M., and Shimoda, I., 2015. 14C ages and stratigraphy of pre-Angkor Sambor Prei Kuk archaeological site, central Cambodia. XIX INQUA Congress, Nagoya, Japan.

〔図書〕(計 1 件)

Nagumo, N., Kubo, S. and Sugai, T. 2016. Characteristics of Extreme Monsoon Floods and Local Land Use in the Lower Mekong Basin, Cambodia. in: Drake, J.L., Kontar, Y.Y., Eichelberger, J.C., Rupp, T.S., Taylor, K.M. (Eds.) *Communicating Climate-Change and Natural Hazard Risk and Cultivating Resilience. Case Studies for a Multi-disciplinary Approach*, p. 205-221. Springer International Publishing (total pages 311) DOI 10.1007/978-3-319-20161-0

〔産業財産権〕  
出願状況（計 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況（計 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.f.waseda.jp/sumik/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

久保純子 (KUBO, Sumiko)  
早稲田大学教育・総合科学学術院・教授  
研究者番号：90275967

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：

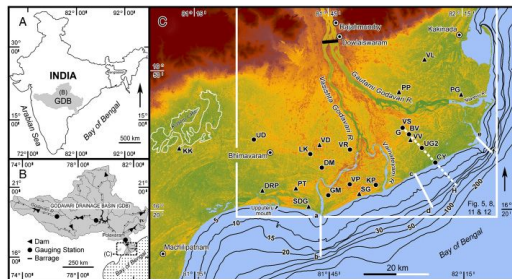


図 1 ゴダバリデルタ調査位置図 (Nageswara Rao et al., 2015)

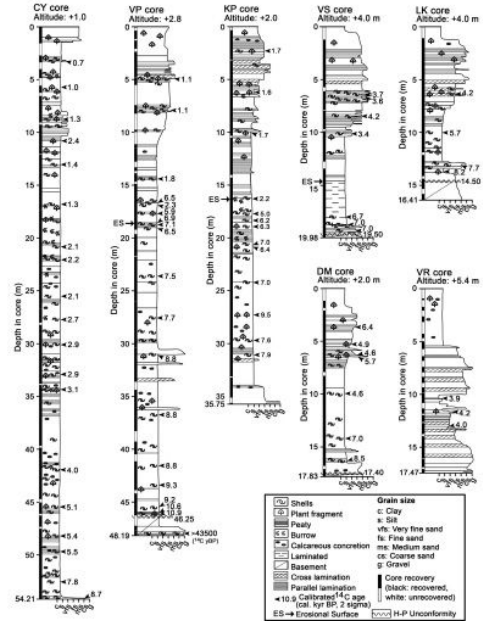


図 2 ゴダバリデルタのボーリング柱状図の例 (Nageswara Rao et al., 2015)

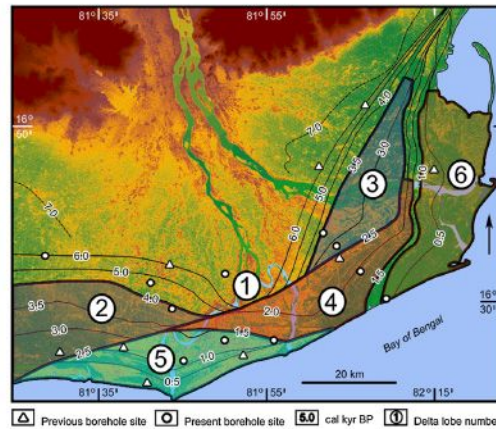


Fig. 12 Stages in the growth of the Godavari delta during the last 6 ky through shifting cusate delta lobes (1–6) indicating the wave-influenced fan-delta formation during the Holocene.

図 3 ゴダバリデルタの形成史 ( ~ はデルタのロウブ形成順序を示す) (Nageswara Rao et al., 2015)



図 4 アドゥル遺跡 (仏教寺院)