

## ベンガル・デルタの微地形発達と 土地開発史の対応関係の解明

宮本真二\* 内田晴夫\*\*  
安藤和雄\*\*\* セリム ムハマッド\*\*\*\*

### Geo-environmental Changes and Agricultural Land Development in Bengal Delta

Shinji MIYAMOTO\*, Haruo UCHIDA\*\*,  
Kazuo ANDO\*\*\* and Muhammad SALIM\*\*\*\*

#### Abstract

We analyzed changes in the relationship between geo-environment and agricultural land development around the central Jamuna (Brahmaputra) River, central Bangladesh. Based on sedimentary facies analysis and AMS radiocarbon dating, some conclusions are as follows: (1) Natural levees along the Jamuna River formed until *ca.* 12 to 11 k cal yrs BP; (2) Homesteads (*bari-bhiti*) were repaired by public works (*mati-kata*) following some flood events; (3) Paddy fields and homesteads were created since *ca.* 1.3 k cal yrs BP around central Bangladesh (central Bengal Delta).

**Key words** : Bengal Delta, homestead, Geo-environmental changes, agricultural land development, Bangladesh

キーワード : ベンガル・デルタ, 屋敷地, 地形環境変化, 土地開発, バングラデシュ

#### I. はじめに

バングラデシュでは、毎年のように洪水被害が発生・報告され、それに関する稲作の安定化、生活レベルの向上や、国際援助の齟齬などに関する報告がなされている(内田・安藤, 1992, 2003)。

しかし通時的な視点から、洪水という「自然環境イベント」に人々が適応し、定住してきた歴史に着目した研究は行われていない。

先行研究では、バングラデシュを含む広大なベンガル・デルタの洪水の罹災予測や、洪水形態の解明目的とした地形学的検討(大矢, 1979, 1987)

\* 滋賀県立琵琶湖博物館研究部環境史研究領域

\*\* (独) 農業技術研究機構近畿中国四国農業研究センター(四国研究センター)

\*\*\* 京都大学東南アジア研究所

\*\*\*\* バングラデシュ農業大学農学部

\* Cultural History and Geo-Science Research Group, Science Research Department, Lake Biwa Museum

\*\* National Agriculture Research Center for Western Region, National Agriculture and Food Research Organization

\*\*\* Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University

\*\*\*\* Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Bangladesh Agricultural University

や、ベンガル・デルタ全域を対象とした地形発達史の復原研究 (Umitsu, 1985; 海津, 1996, 1997) などは行われているが、生活レベルの時間・空間スケールで地形環境の変遷と土地利用変化の関係を明らかにした研究は皆無である。この要因として、文献史・資料や考古学的知見などにとぼしいことがあり、実証的研究が困難であることが想定される。しかし近年では、バングラデシュのみならず、ブラマプトラ (ジャムナ) 川流域の低地からヒマラヤの高地までの流域全体を研究対象にした土地開発史の解明が試みられている (宮本ほか, 2009a, b)。

いっぽう、日本列島では沖積低地における土地開発過程は、洪水などの河川活動による短期間に起こった微地形形成と密接に関係することが、遺跡発掘調査にともなう環境考古学的調査によって明らかにされつつある (宮本・石代, 1994; 宮本, 1995; 高橋, 2003)。しかしながら、国土の9割がベンガル・デルタと呼ばれる世界有数の低平な地形に立地しているバングラデシュ (安藤, 2000) では、その定住化への過程の解明を試みた研究は存在しない。具体的には、ベンガル・デルタでは英領期の地籍調査資料から、すでに19世紀以前にデルタのほぼ全域で定住地が分布していた (河合・安藤, 1990) と指摘されているが、それ以前の土地開発過程に関する知見は存在しない。したがって、直接的証拠としての考古学を主体とした遺跡発掘調査や文献史・資料の検出が望めないなか、盛土等によって人為的に改変されてきた地形や、洪水氾濫によって形成された沖積平野を対象に地形・地質学的に検討する必要がある。

以上のことをふまえ、本研究では、バングラデシュ中央部、ジャムナ (ブラマプトラ) 川中流域を対象に、①居住域としての集落と生産域としての水田の形成時期と、②その形成過程の解明を目的に現地調査を行った。

## II. 対象地域の概観

バングラデシュの国土の大半は、ガンジス川、ジャムナ川 (ブラマプトラ川)、メグナ川という3つの大河川によって形成された沖積低地である

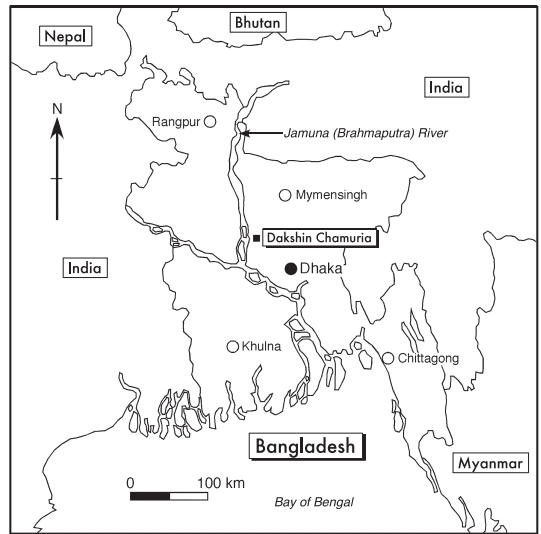


図1 バングラデシュ中央部、ジャムナ川中流域に位置する調査対象地域。

Fig. 1 Study area along the Central Jamuna (Brahmaputra) River, Central Bangladesh.

(高木ほか, 2005)。その標高は20m程度であり、国土全体が平坦である (図1)。気候は雨季と乾季の差が明瞭で、6月から9月の夏のモンスーン期の降水が年間降水量の約8割を占め、低平な国土のため、洪水によって国土の半分以上が溢水することもある (Mirza, 2003)。

このような毎年の雨季に発生する洪水に対処すべく、居住域はバリ・ビティ (*bari-bhiti*) と呼ばれる屋敷地が、氾濫原の自然堤防、またはポイントバー上に人工的に土盛りをしてつくられている (吉野・セリム, 1995)。つまり、毎年の雨季の洪水によって、この比高が高い屋敷地と集落をつなぐ道路以外は冠水するのである。図2にはこの屋敷地の構造を示し、その形成は図3で模式的に示すように、マティ・カタ (*mati-kata*) と呼ばれる土木作業 (吉野・セリム, 1995) によって、盛土施工が毎年行われている。

現地調査は、バングラデシュのほぼ中央部、ジャムナ川の支流であるロハジョン (Lahajan) 川沿いに位置するタンガイル県、ドッキンチャムリア村 (Dakshin Chamuria) で実施した (図1)。

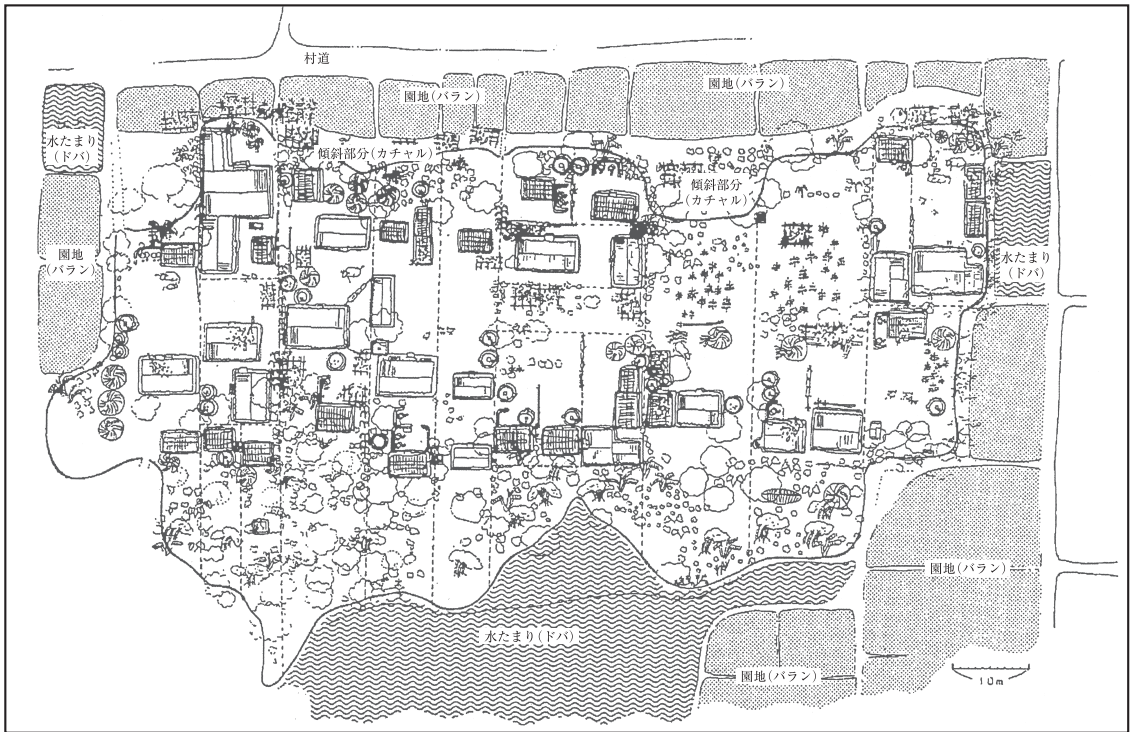


図 2 屋敷地 (バリ・ビティ: *bari-bhiti*) の構造 (吉野・セリム (1995) に加筆).

Fig. 2 Structure of homestead (*bari-bhiti*) (from Yoshino and Salim, 1995).

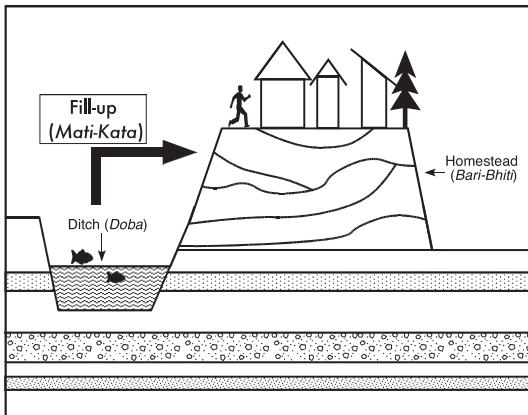


図 3 屋敷地 (バリ・ビティ: *bari-bhiti*) の形成モデル.

Fig. 3 Formation process of homestead (*bari-bhiti*).

### III. 方 法

村での現地調査は、家屋が立地する基壇部の盛土主体の基壇部を修復するためのドバ (*doba*),

さらには、生産域である水田の休耕地における露頭観察とトレンチ掘削を行い、堆積層・相の記載を行った。具体的には、土壌・堆積物の観察や、土色、年代測定用試料 (有機質土壌・炭化木片など) の採取を現地で行った。年代測定の前処理は、まず有機質土壌試料から、細根・土壌生物・礫などを取り除き、つづいて塩酸を用いた化学的前処理を施して酸不溶性腐植を抽出した (山中, 1989)。この前処理は他の土壌有機物画分より若い年代を与えるフルボ酸 (筒木, 1989) を除去するためである。抽出した酸不溶性腐植は、主に腐植酸とヒューミンからなると考えられる (山中, 1989)。また、炭化木片については、蒸留水を用いて試料洗浄を行い、前処理を行った。

これらの前処理を終えた試料は、(株) 加速器分析研究所に委託し、AMS (加速器分析) 法によって年代測定が行われた。表 1 には  $^{14}\text{C}$  年代 (Measured  $^{14}\text{C}$  age), 炭素安定同位体比 ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ )

表 1 バングラデシュ中央部、ジャムナ川中流域、ドッキンチャムリア村における炭化木片と有機質堆積物の<sup>14</sup>C年代。

Table 1 AMS radiocarbon ages from Dokshin Chamuria village, Central Bangladesh.

Sample No.	Material Dated*	Method	Measured <sup>14</sup> C age (y BP)	δ <sup>13</sup> C (‰)	Conventional <sup>14</sup> C age (1σ; y BP)**	Calibrated age (cal y BP; 2σ)** Range (AD/BC)***	Lab. No. (IAAA)****
BD-1	Charcoal	AMS	Modern	-29.09 ± 0.61	Modern		63119
BD-2	Organic Sediment	AMS	11,650 ± 50	-22.23 ± 0.91	11,700 ± 50	11,750-11,460 (95.4%) BC	63120
BD-3	Organic Sediment	AMS	1,190 ± 20	-21.75 ± 0.76	1,250 ± 30	670-870 (95.4%) AD	73102
BD-4	Organic Sediment	AMS	10,800 ± 40	-18.81 ± 0.67	10,900 ± 40	10,970-10,875 (95.4%) BC	73103

\* Chemical pre-treatment: boiling with 1N HCL for 60 min.

\*\* Conventional <sup>14</sup>C ages were corrected by δ<sup>13</sup>C and calculated using the Libby half-life 5568 years.

\*\*\* Calendar years were determined dendrochronologically calibrated probable age ranges with confidence limits of 2 σ. Calibration was carried out using a program CALIB Radiocarbon Calibration (<http://calib.qub.ac.uk/calib/>) with data set of INTCAL04 (Stuiver *et al.*, 2004). Percentages in parentheses shows relative area under probability distribution.

\*\*\*\* IAAA: Institute of Accelerator Analysis Ltd., Fukushima, JAPAN.

で補正した補正<sup>14</sup>C年代 (Conventional <sup>14</sup>C age) を示す。また、暦年代較正プログラム OxCal ver.3.10 (Bronk Ramsey, 2001) によって算出した較正暦年代 (Calibrated age) を示す。なお、<sup>14</sup>Cの半減期はLibbyの5568年で算出し、1標準偏差で表示した。なお、表1には較正暦年代も示すが、考察では較正暦年代でなく、補正<sup>14</sup>C年代で議論する。

#### IV. 結 果

##### 1) 炭化木片と有機質土壌の年代測定

表1に示したように補正<sup>14</sup>C年代は、Loc. 2の屋敷地の基壇露頭からえた炭化木片は、Modern (BD-1; IAAA-63119) の値を示した。その他の有機質土壌の年代は、Loc. 4の現水田下で、11,700 ± 50 (BD-2; IAAA-63120)、Loc. 5の同じく現水田下上部層準で、1,250 ± 30 (BD-3; IAAA-73102) と、下部層準では10,900 ± 40 (BD-4; IAAA-73103) の値を得た (図4)。

##### 2) ドッキンチャムリア村の表層堆積層・相

図4には、ドッキンチャムリア村の屋敷地の分布 (安藤, 1998) と調査地点を示す。また、図5には、その表層堆積層・相を示す。ただ、この地図で描かれているのは1980年代の土地利用であり、現時点の土地利用とは相違する。

以下に年代測定結果と堆積層・相を各地点ごとに記載する。なお、同一地点においても a, b と

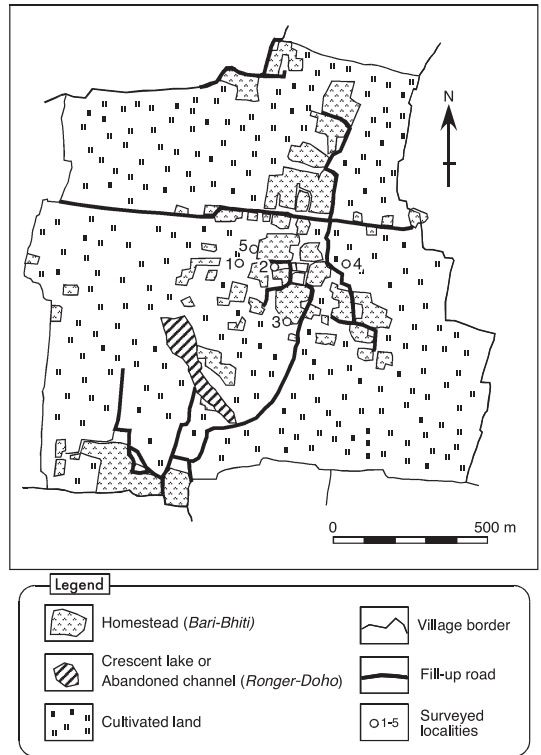


図4 ドッキンチャムリア村の土地利用と調査地点 (安藤 (1998) を改変)。

Fig. 4 Land use and surveyed localities in Dokshin Chamuria village, central Bangladesh (modified after Ando, 1998).



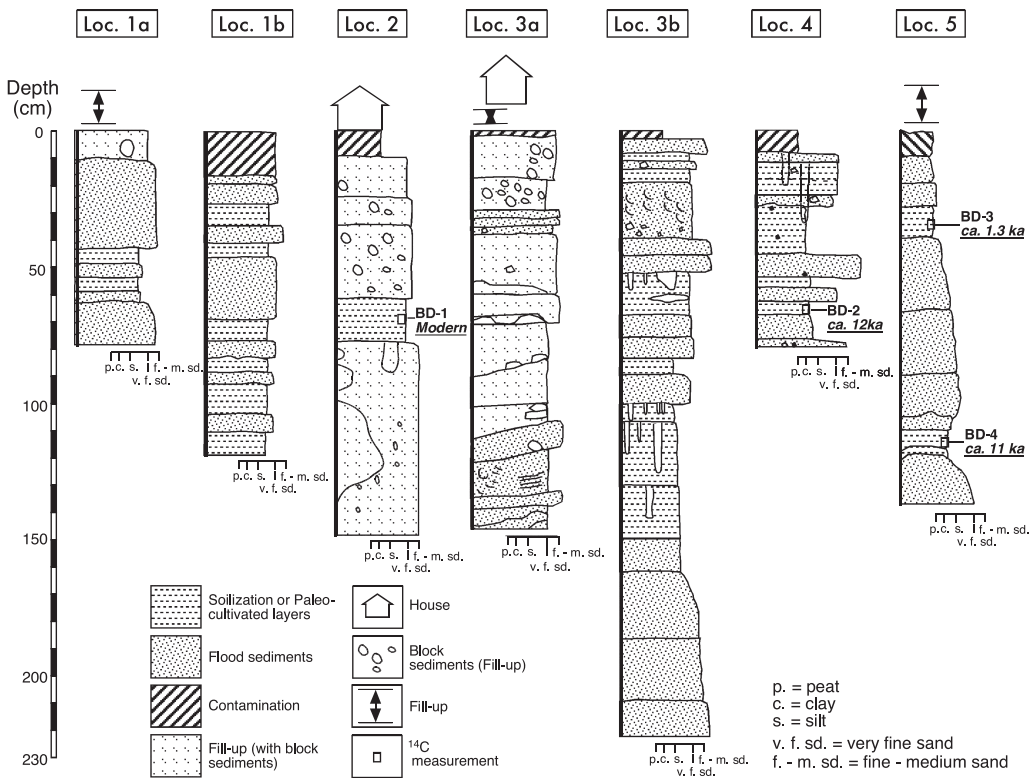


図5 ドッキンチャムリア村における表層堆積層・相と年代（未校正）。

Fig. 5 Sedimentary facies and radiocarbon age (Conventional  $^{14}\text{C}$  age) in Dokshin Chamuria village, Central Bangladesh.

区分しているのは、隣接地点で、盛土という人為的な改変を行った堆積層（上部）と、それより下部の自然堆積層の違いを明確にするために実施した。しかし、現段階では分析途上であり標高ごとの考察は行わない。

### 2-1) Loc. 1a

村間の移動のため盛土によって施工された道路の露頭である。上部は、道路施工によってブロック状の堆積物が介在することから、攪乱層である。その直下から、細～中砂を主体とする砂層が観察され、部分的に、有機質に富む土壌化した細粒堆積物が介在している。

### 2-2) Loc. 1b

Loc. 1a 下部の隣接地点でのトレンチ掘削露頭である。Loc. 1a と同様に、細～中砂を主体とする砂層堆積物と土壌化した堆積層からなる互層が

確認される。上部は、Loc. 1a と同様に攪乱層が認められた。

### 2-3) Loc. 2

屋敷地本体の基壇部の露頭である。上部はブロック状の堆積物を介在しない攪乱層であるが、下部には年代測定試料を採取した有機質に富む土壌化層を除いて、ブロック状堆積物が介在する堆積層が観察された。

### 2-4) Loc. 3a

Loc. 2 同様に屋敷地本体の基壇部露頭である。全体的に Loc. 2 同様に攪乱堆積物が主体であるが、下部には細～中砂を主体とし、一部ラミナ状の堆積構造を示す堆積層が特徴的である。

### 2-5) Loc. 3b

Loc. 3a の隣接地点における基壇部から溝（ドバ：doba）にかけての露頭である。上部は基壇

部にかけてのブロック状の堆積物を介在しない無構造の攪乱堆積層が認められ、それ以深に一部波状の堆積構造を示す細～中砂を主体とする堆積層が観察された。とくに、中部下においては、土壌化層が認められ、さらに最下部では、中～粗砂を主体とする堆積層が観察された。

#### 2-6) Loc. 4

現水田下のトレンチ掘削露頭である。Loc. 1と同様に細～中砂を主体とする砂層と土壌化層の互層が観察された。とくに、最下部では中～粗砂を主体とする堆積層が特徴的である。

#### 2-7) Loc. 5

Loc. 1に近い屋敷地の基壇直下の露頭である。最上部は攪乱層で、それ以下に極細～細砂で構成される堆積層が認められ、さらに、それ以深の約30～40 cm 深には土壌化層が観察された。つづく、約40～100 cm 深では、細～中砂を主体とする堆積物が観察され、さらに土壌化層を介在し、最下部は中砂以上の砂で構成される堆積層が確認された。

### V. 考 察

#### 1) ドッキンチャムリア村の表層堆積層・相の解釈

先に記載した表層堆積層・相は以下のように解釈した。

##### 1-1) 旧地表面

砂層に介在する形で観察された有機質に富む土壌化堆積物は、地点によっては (Loc. 3b, Loc. 4) 稲株痕と思われる堆積構造が観察されることから、過去の水田もしくは、土壌化が進展した旧地表面と推定される。

また、生産域である水田の休耕地下の堆積層 (Loc. 1b) では、細砂～シルト層とシルト～粘土層のセットで構成される堆積層が約1 m 確認され、最下層の自然堆積層は、砂を主体とする自然堤防状の堆積物が認められた。この砂とシルトのセットで構成される堆積層は、毎年の雨季に発生する洪水の履歴と耕作履歴を記録しているものと推定される。つまり、このセットの堆積層は、土壌化層 (a 層) と基質層 (b 層) (高橋, 1990) で

あると考えられる。

##### 1-2) 洪水氾濫堆積物

主に中～細砂で構成される堆積層は、粒径が均質な堆積相を示し、洪水氾濫堆積物と考えられる。ただし、すべてが同様の堆積環境ではなく、Loc. 3a の下部でラミナ状の構造が観察される層準では、近接地域においても堆積場の違いを反映しているものと考えられる。また、Loc. 3b や Loc. 4 さらには、Loc. 5 の最下部で確認された中～粗砂の堆積層は、ポイントバーもしくはクレバス・スプレーなど現地形の微起伏を規定する自然堤防状の微高地を構成する堆積物であると解釈される。この最下部で確認される中～粗砂を主体とする堆積物は、地形・地質学手法を用いていないが、先行研究によって、ポイントバーや自然堤防上に屋敷地が形成されたことが指摘されており (吉野・セリム, 1995), 洪水氾濫によってもたらされた小規模な自然堤防状の微高地を利用し、その後、盛土を行って屋敷地が形成された可能性が指摘される。

##### 1-3) 盛土堆積物

主に屋敷地基壇を構成する堆積物で、ブロック状の堆積相が特徴的である。これはすでに述べたように、マティ・カタ (吉野・セリム, 1995) と呼ばれる土木作業によって、人為的に盛土が行われたことを示す堆積構造である。他に、Loc. 1b ～ Loc. 5 の上部のブロック状の構造を示さない無構造の攪乱堆積層は、マティ・カタ後の洪水氾濫による二次堆積物と解釈することができる。さらに、Loc. 2 で特徴的な細～中砂を主体とするブロック状堆積物を介在する砂層は、近隣に発生した洪水氾濫堆積物を人為的に盛土のため利用したものと解釈されよう。

さらに、家屋が立地する屋敷地基壇部の盛土主体部や、基壇部を修復するためのドバ (doba) における露頭 (Loc. 2・3) では、砂～シルトで構成されるブロック塊の堆積層が特徴的で、約2 m 程度の層厚が数地点で確認される。その堆積物中には、土器片等が介在する場合や、不連続性に富む層相も特徴的であり、人為的に構築された盛土であると判断される。

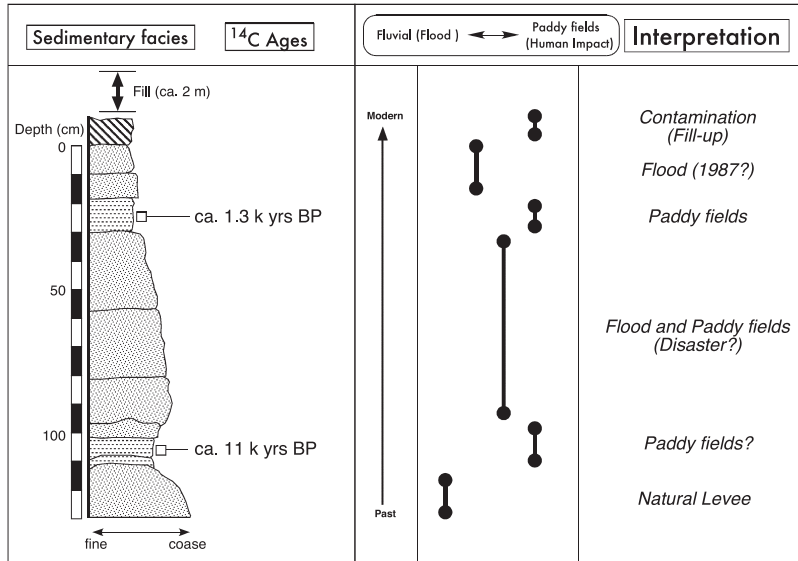


図 6 ドッキンチャムリア村における地形環境と土地利用の変遷.

Fig. 6 Changes in geo-environment and land use in Dokshin Chamuria village, central Bangladesh.

## 2) 地形環境の変遷と土地開発

図 6 には、調査村付近で標準的な堆積層・相である Loc. 5 (図 5) にもとづいた地形環境と土地利用の変遷を示した。調査村付近の微高地（自然堤防）の分布は、不連続で斑状に点在（海津, 1996）、その形成に関しては、ジャムナ（ブラマプトラ）川の流路が 18 世紀から 19 世紀の前半に「古ブラマプトラ川」から東方の現位置に変遷してきたことが知られている（高木ほか, 2005）。また、すでに述べたように、ベンガル・デルタでは 19 世紀以前にデルタのほぼ全域で定住地が分布していた（河合・安藤, 1990）と指摘されているが、現在の屋敷地の基盤となった自然堤防状の微高地の形成過程に関する知見はなく、当該地域における土地開発過程も不明であった。

現水田下で認められた自然堤防状の堆積物の直上で認められた土壌試料の年代（Loc. 4 と Loc. 5）は、約 12000 年前と約 11000 年前であった。また、盛土主体部の炭化木片（Loc. 2）は modern の値で、下部の約 12000 ～ 11000 年前の値は、斑状の自然堤防状の微高地（海津, 1996）を構成する堆積物の一部と推定され、離水後、生産

域の開発が行われたものと考えられる。この約 12000 ～ 11000 年前の斑状に展開している自然堤防（海津, 1996）を構成する堆積物の一部と考えられ、離水後、生産域の開発が行われたものと考えられる。しかし、それ以降の洪水による堆積物の再移動の可能性も否定できないが、数度の洪水堆積物と土壌化層は、洪水に見舞われながらも、生産域の修復に努めてきた土地の履歴を示しているものとする。

また、盛土主体部の年代に関しては、過去数百年間における土盛りが行われたことが盛土堆積物の観察から推測され、屋敷地の基壇部は幾重にも修復がなされてきたことを示している。したがって、少なくとも Loc. 5 の土壌化層の年代である約 1300 年前の地形環境の「安定期」には当該地域において生産域が展開し、同時期に居住域としての屋敷地も近隣に形成されたと考えられる。

## VI. おわりに

現地点での結論を要約する。ジャムナ川中流域では、①約 12000 ～ 11000 年前に形成された洪水氾濫堆積物（自然堤防状の微高地）を利用する

かたちで、それ以降に、生産域と居住域の開発が行われた。②その後も幾度かの洪水に見舞われながらも、盛土の主体部の維持管理はマティ・カタによって、恒常的に実施されてきた。さらに、少なくとも③約1300年前までには当該地域において、生産域としての水田開発に連動する形で、近隣地域に屋敷地が形成されたものと推定した。

今後は、ジャムナ（プラマプトラ）川流域の上流域もしくは下流域での地形環境変遷の復原精度の向上や、民族移動と土地開発との関係性などを検討する必要がある。

## 謝 辞

本研究の研究経費として、平成21年度東京地学協会研究・調査助成金「ベンガル・デルタの微地形発達と土地開発史の対応関係の解明」（代表者：宮本真二）のほかに、科研費・若手研究B「アジア・モンスーン地域における民族移動に伴う「土地開発史」の再検討」（研究代表者：宮本真二）、同・基盤研究A「ベンガル湾縁辺における自然災害との共生を目指した在地ネットワーク型国際共同研究」（研究代表者：安藤和雄）、および琵琶湖博物館専門研究費の一部を使用した。またその成果の一部は、日本地理学会（於：琉球大学、2009年10月）、人文地理学会大会（於：名古屋大学、2009年11月）、および第135回京都大学生存圏シンポジウム・第5回国際研究集会「南アジアの気象環境と人間活動に関する研究集会」（於：京都大学、2010年1月）や上記研究プロジェクトにかかわる研究会などで口頭発表した。なお、本稿は宮本ほか（2009b）をもとに、その後の解釈を補足した。

## 文 献

安藤和雄（1998）：NGOの発展を支える在地性（ Bangladesh ）。 斎藤千宏編：NGOが支える南アジア。 コモンズ, 155-191。  
安藤和雄（2000）：洪水とともに生きる—ベンガル・デルタの氾濫原に暮らす人びと—。 田中耕司編：講座人間と環境第3巻 自然と結ぶ—農にみる多様性—。 昭和堂, 81-113。  
Bronk Ramsey, C. (2001): Development of the Radiocarbon Program OxCal. *Radiocarbon*, **43**(2A), 355-363。  
河合明宣・安藤和雄（1990）：ベンガルデルタの村落形成についての覚え書き。 東南アジア研究, **28**, 344-368。  
Mirza, M.M.Q. (2003): Three recent extreme floods in Bangladesh: A hydro-meteorological analysis.

*Natural Hazards*, **28**, 35-64.

宮本真二（1995）：京都盆地西縁・小泉川沖積低地における地形環境の変遷と人類の居住—長岡京跡右京第369次遺跡を例にして—。 歴史地理学, **176**, 30-42。  
宮本真二・石代吉史（1994）：萩デルタにおける歴史時代の地形環境。 エリア山口, **23**, 13-25。  
宮本真二・安藤和雄・アパニィ クマール バガバティ（2009a）：ヒマラヤ地域における民族移動と土地開発過程。 ヒマラヤ学誌, **10**, 64-72。  
宮本真二・内田晴夫・安藤和雄・セリム ムハマッド（2009b）：洪水の環境史—バングラデシュ中央部、ジャムナ川中流域における地形環境変遷と屋敷地の形成過程—。 京都歴史災害研究, **10**, 27-34。  
大矢雅彦（1979）：プラマプトラ・ジャムナ川架橋地点選定に関する応用地形学的研究。 地理学評論, **52**, 407-425。  
大矢雅彦（1987）：地形条件と水害形態。 村本嘉雄編：文部科学省研究費突発災害調査成果 重点領域研究「自然災害」総合研究班1987年モンスーン季の豪雨によるバングラデシュの洪水氾濫災害の調査研究。 33-53。  
Stuiver, M., Reimer, P.J. and Reimer, R. (2004): CAL-IB Radiocarbon calibration, execute version 5.0.2.html. <http://calib.qub.ac.uk/calib/> [Cited 2009/8/5]  
高木哲也・小口 高・財城真寿美・松本 淳（2005）：バングラデシュを対象とした地形・地質研究。 地形, **26**, 405-422。  
高橋 学（1990）：地形環境分析からみた条里遺構年代決定の問題点。 条里制研究, **6**, 5-22。  
高橋 学（2003）：平野の環境考古学。 古今書院。  
筒木 潔（1989）：土壌有機物。 日本化学会編：土の化学 季刊化学総説4。 学会出版センター, 81-95。  
内田晴夫・安藤和雄（1992）：バングラデシュ・ハオール地域の洪水害と雨季稲作の安定化。 農業土木学会誌, **60**, 517-523。  
内田晴夫・安藤和雄（2003）：バングラデシュの「洪水」をめぐる農民対応と国家政策—動的水文環境に対する農村水文学的アプローチからの提言—。 アジア・アフリカ地域研究, **3**, 3-34。  
Umitsu, M. (1985): Natural levees and landform evolutions in Bengal Lowland. *Geographical Review of Japan*, **58**(B), 149-164。  
海津正倫（1996）：ベンガル低地の自然堤防。 藤原健蔵編：地形学のフロンティア。 大明堂, 321-342。  
海津正倫（1997）：ガンジスデルタの地形。 貝塚爽平編：世界の地形。 東京大学出版, 108-120。  
山中英二（1989）：飯豊山地の高山湿草地土の<sup>14</sup>C年代とそれに関した二・三の問題。 第四紀研究, **21**, 315-321。  
吉野馨子・セリム ムハマッド（1995）：バングラデシュのバリビティ（屋敷地）を通してみた農村開発。 東南アジア研究, **33**, 82-97。

（2010年7月5日受付，2010年7月26日受理）