

平成 13 年度～平成 15 年度科学研究費補助金（基盤研究(B)(2)）研究成果報告書

Research Results of Research Project, Grant-in-Aid for Scientific Research (B)(2)(2001-2003)

メコン川下流（カンボジア）の地形と洪水災害に関する研究
Research on Geomorphological Features and Floods in the
Lower Mekong Plain in Cambodia

（課題番号 13571042）

Project Number: 13571042

平成 16 年 3 月

March 2004

研究代表者 久保純子（早稲田大学教育学部 助教授）

Head Investigator: KUBO Sumiko, Associate Professor, School of Education,
Waseda University

(3) Publications

KUBO, S., 2002: Geomorphological Features of the Thu Bon River Plain, Central Vietnam, And Their Relations on Flood Hazards in 1999. Gakujutsu Kenkyu, School of Education, Waseda University, No. 50, 1-12.

KOJO, Y. and KUBO, S., 2003, A Preliminary Report of the Investigation in Sambor Prei Kuk Archaeological Site (7th Century), Central Cambodia --Results in 1998 and 1999--, Bulletin of the Graduate School of Education, Waseda University, No. 13, 15-31.

Presented Papers

(1) Journals

- CHAY Navuth and KUBO Sumiko, 2003: Traditional Water Usage in Central Part of Cambodia, The Case of Sambo Village, Kampong Thom Province. Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region, Vol. 1, pp. 209-215.
- KUBO, Sumiko, 2003: Geomorphologic Features and Flood Characters around Phnom Penh, Lower Mekong River Plain. Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region, Vol. 2, pp. 692-696.

(2) Oral Presentations

- KUBO, S., 2001, Geomorphological Condition of Sambor Prei Kuk Pre-Angkorian Archaeological Site, Cambodia, Proc. General Meeting of Assoc. Japanese Geographers, No. 59, p.98
- KUBO Sumiko, 2001: Geomorphological Features around "Quatre Bras" (Phnom Penh and its Environs) in the Lower Mekong River Plain and an Extreme Flood in 2000 -- A Preliminary Study. Abstracts of Fifth International Conference on Geomorphology, C-133. Tokyo, August 2001.
- KUBO, S., 2002, Geomorphological Features around Phnom Penh, Lower Mekong Plain and an Extreme Flood in 2000, Proc. General Meeting of Assoc. Japanese Geographers, No. 61, p.252
- KUBO, S., 2003, Geomorphological Environment of the Lower Mekong River Plain in Cambodia and an Extreme Flood in 2000, Meeting on Global Environmental Issues, Institute of Sustainable Future, Waseda University, January 2003.
- CHAY Navuth and KUBO Sumiko, 2003: Traditional Water Usage in Central Part of Cambodia, The Case of Sambo Village, Kampong Thom Province. The First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region, Kyoto, March 2003.
- KUBO, Sumiko, 2003: Geomorphologic Features and Flood Characters around Phnom Penh, Lower Mekong River Plain The First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region, Kyoto, March 2003.
- KUBO, S. and MASUMOTO, T., 2003, Reconstruction of Historical Floods based on micro landform mapping. "Development of Simulation Models for Hydrology and Water Resources in the Mekong River Basin", Research Revolution 2002 Project, Report of 2002
- KUBO, Sumiko, 2003: The Lower Mekong River Plain in Cambodia: Landforms and Deposits. Abstracts, XVI INQUA Congress, p.85, Reno, USA, July 2003

平成 13 年度～平成 15 年度科学研究費補助金（基盤研究(B)(2)）研究成果報告書

Research Results of Research project, Grant-in-Aid for Scientific Research (B)(2)(2001-2003)

メコン川下流（カンボジア）の地形と洪水災害に関する研究
Research on Geomorphological Features and Floods in the
Lower Mekong Plain in Cambodia

（課題番号 13571042）

Project Number: 13571042

平成 16 年 3 月

March 2004

研究代表者 久保純子（早稲田大学教育学部 助教授）

Head Investigator: KUBO Sumiko, Associate Professor, School of Education,

Waseda University

目 次

研究組織・交付決定額・研究発表	1
I 研究成果概要	3
II 研究成果	7
カンボジア中部、ソンボープレイクック遺跡（7世紀）の地形環境	8
Geomorphological Features around "Quatre Bras" (Phnom Penh and its Environs) in the Lower Mekong River Plain and an Extreme Flood in 2000 -- A Preliminary Study	10
Geomorphological Features of the Thu Bon River Plain, Central Vietnam, And Their Relations on Flood Hazards in 1999	12
メコン川下流平野、プノンペン周辺の地形と2000年洪水	24
カンボジア、メコン川下流部の地形環境と2000年洪水	26
Traditional Water Usage in Central Part of Cambodia, The Case of Sambo Village, Kampong Thom Province	31
Geomorphologic Features and Flood Characters around Phnom Penh, Lower Mekong River Plain	39
メコン川下流平野（カンボジア、プノンペン周辺）の地形と表層地質	45
カンボジア中部、ソンボープレイクック遺跡（7世紀）の調査 —— 1998・1999年度調査より ——	47
微地形情報を利用した歴史的洪水データ復元法の開発	64
The Lower Mekong River Plain in Cambodia: Landforms and Deposits	66
The Lower Mekong River Plain in Cambodia: Landforms and Deposits (presentation)	68
Geomorphological Map of the Lower Mekong Plain around Phnom Penh	(巻末)

CONTENTS

Investigators, Budget and Publications	1
I. Summary of the Research *	3
II. Research Results	7
Geomorphological Condition of Sambor Prei Kuk Pre-Angkorian Archaeological Site, Cambodia*	8
Geomorphological Features around "Quatre Bras" (Phnom Penh and its Environs) in the Lower Mekong River Plain and an Extreme Flood in 2000 -- A Preliminary Study ----	10
Geomorphological Features of the Thu Bon River Plain, Central Vietnam, And Their Relations on Flood Hazards in 1999	12
Geomorphological Features around Phnom Penh, Lower Mekong Plain and an Extreme Flood in 2000*	24
Geomorphological Conditions of the Lower Mekong Plain and an Extreme Flood in 2000*	26
Traditional Water Usage in Central Part of Cambodia, The Case of Sambo Village, Kampong Thom Province	31
Geomorphologic Features and Flood Characters around Phnom Penh, Lower Mekong River Plain	39
Geomorphologic Features and Subsurface Geology of the Lower Mekong Plain around Phnom Penh*	45
A Preliminary report of the investigations in Sambor Prei Kuk Archaeological Site (7th Century), Central Cambodia -- Results in 1998 and 1999 --*	47
Restoration of historical floods using detailed geomoprhic mapping*	64
The Lower Mekong River Plain in Cambodia: Landforms and Deposits	66
The Lower Mekong River Plain in Cambodia: Landforms and Deposits (presentation) ----	68
Geomorphological Map of the Lower Mekong Plain around Phnom Penh	(attached)

(*: in Japanese)

平成13年度～平成15年度科学研究費補助金（基盤研究(B)(2)）助成研究

Research Results of Research project, Grant-in-Aid for Scientific Research (B)(2)(2001-2003)

メコン川下流（カンボジア）の地形と洪水災害に関する研究

Research on Geomorphological Features and Floods in the Lower Mekong Plain in Cambodia

研究組織/ Investigator

研究代表者 久保純子（早稲田大学教育学部助教授）

Head Investigator: KUBO Sumiko, Associate Professor, School of Education, Waseda University

交付決定額（配分額）/ Budget

（金額単位：千円/ unit: 1000 Yen）

	直接経費 Direct	間接経費 Indirect	合計 Total
平成13年度(2001)	3100	0	3100
平成14年度(2002)	1600	0	1600
平成15年度(2003)	1100	0	1100
総計 Grand total	5800	0	5800

研究発表/ Presented Papers

(1) 学会誌等（査読論文）/ Journals

CHAY Navuth and KUBO Sumiko, 2003: Traditional Water Usage in Central Part of Cambodia, The Case of Sambo Village, Kampong Thom Province. Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region, Vol. 1, pp. 209-215.

KUBO, Sumiko, 2003: Geomorphologic Features and Flood Characters around Phnom Penh, Lower Mekong River Plain. Proceedings of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region, Vol. 2, pp. 692-696.

(2) 口頭発表/ Oral Presentations

久保純子 2001：カンボジア中部、ソンボープレイクック遺跡（7世紀）の地形環境、
日本地理学会 2001年度春季学術大会（千葉）、2001年3月、日本地理学会発表

- 要旨集 No. 59, p.98.
- KUBO Sumiko, 2001: Geomorphological Features around "Quatre Bras" (Phnom Penh and its Environs) in the Lower Mekong River Plain and an Extreme Flood in 2000 -- A Preliminary Study. Abstracts of Fifth International Conference on Geomorphology, C-133. Tokyo, August 2001.
- 久保純子 2002 : メコン川下流平野、プノンペン周辺の地形と 2000 年洪水、日本地理学会春季学術大会 (東京)、2002 年 3 月、日本地理学会発表要旨集 No. 61, p.252.
- 久保純子 2003 : カンボジア、メコン川下流部の地形環境と 2000 年洪水、地球環境問題談話会、早稲田大学持続的未來研究所、2003 年 1 月 (早稲田大学)
- CHAY Navuth and KUBO Sumiko, 2003: Traditional Water Usage in Central Part of Cambodia, The Case of Sambo Village, Kampong Thom Province. The First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region, Kyoto, March 2003.
- Geomorphologic Features and Flood Characters around Phnom Penh, Lower Mekong River Plain The First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region, Kyoto, March 2003.
- 久保純子・増本隆夫 2003 : 微地形情報を利用した歴史的洪水データ復元法の開発、新世紀創生研究プラン「アジアモンスーン地域における人工・自然改変に伴う水資源変化予測モデルの開発」平成 14 年度研究成果報告会、2003 年 3 月 (甲府)
- KUBO, Sumiko, 2003: The Lower Mekong River Plain in Cambodia: Landforms and Deposits. Abstracts, XVI INQUA Congress, p.85, Reno, USA, July 2003

(3) 出版物/ Publications

- KUBO, S., 2002: Geomorphological Features of the Thu Bon River Plain, Central Vietnam, And Their Relations on Flood Hazards in 1999. 早稲田大学教育学部 学術研究 (地理学・歴史学・社会科学編) No. 50, 1-12.
- カンボジア中部、ソンボープレイクック遺跡 (7 世紀) の調査—— 1998・1999 年度調査より——、早稲田大学大学院教育学研究科紀要、No. 13, 15-31.

I 研究成果概要

1. 本研究の目的

本研究は、これまでほとんど研究の行われなかったカンボジア領内のメコン川下流平野の地形について、空中写真ならびに人工衛星画像により詳細な微地形分布を明らかにするとともに洪水状況をマッピングし、ボーリング調査を含む現地調査を実施し、平野の地形と洪水の挙動との関係や平野の形成過程を解明し、水害対策に資することを目的とする。

本研究では SPOT 衛星データ等の受信設備を持つシンガポール国立大学の研究者およびカンボジア現地技術専門家と共同で衛星画像の解析を行うことで、リモートセンシングデータを最大限活用し、さらに、従来のリモートセンシングによる調査に不足していたランドトゥールース情報を空中写真判読と現地調査により詳細に検討し、高精度の地形学図（縮尺 5 万分の 1 程度、GIS 利用）を作成する。研究期間は 3 年間とし、この間に必要なデータの収集ならびに解析・現地調査を行い、地形学図の作成、洪水の挙動ならびに平野の地形形成史のアウトラインを示す。

2. 研究実施計画

平成 13 年度

(1)資料の所在確認と収集

メコン川下流の地形や水文に関する既往資料（文献等）の所在を確認し、可能な範囲で入手する。

(2)衛星データの収集

SPOT, RADARSAT 衛星データについては受信設備を持つシンガポール国立大学経由で解析に適する画像・データの検索をおこない、雨季・乾季各時期および大規模洪水時の画像データを入手する。その他の衛星リモートセンシングデータ（JERS-1, CORONA 等）は日本、米国 USGS 等で検索し、適当なものを入手する。

(3)データ解析・処理

リモートセンシングデータの解析のための装置（パーソナルコンピュータおよび GIS ソフト）、ならびに空中写真のデジタル化のための装置（スキャナー）を導入し（早稲田大学）、海外共同研究者（シンガポール、プノンペン）とデータを共有できる環境にする。SPOT, RADARSAT データはおもにシンガポール国立大学（Gupta, Ping）、その他の衛星データは日本（久保）とカンボジア（Himel）、空中写真は久保がおもに解析を担当する。

(4)研究打ち合わせおよび現地調査

シンガポール国立大学で研究打ち合わせ（久保、Gupta, Ping）、およびプノンペンにて打ち合わせ・空中写真入手・現地予備調査をおこなう（久保、Himel）。

(5)地形・洪水状況のマッピング

収集データの解析による予察的な微地形ならびに洪水状況のマッピングをおこない、次年度調査に必要な事項を確認する。

※平成 13 年度研究協力者/ collaborators

Avijit GUPTA, University of Leeds, UK/ National University of Singapore

Chen PING, Associate Scientist, Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP), National University of Singapore

Jeffrey HIMEL, Team Leader/ Project and Design Engineer, Flood Emergency

Rehabilitation Project, Ministry of Water Resources and Meteorology, Cambodia

平成 14 年度

(1)資料の所在確認と収集

日本およびカンボジアにおいて、メコン川下流の地形・水文・表層地質等に関する既往資料（文献・CD-ROM・図面等）を入手する。

(2)衛星データの入手・解析

初年度に購入した 2000 年洪水時の SPOT 衛星データならびに GIS ソフトを用い、洪水時の浸水状況や洪水流の挙動について解析を行う。乾季におけるリモートセンシングデータ（JERS-1, CORONA 等）についても日本、米国 USGS 等で検索し、適当なものを入手する。衛星画像の解析においてはシンガポール国立大学 CRISP との協力をはかる。

(3)空中写真の入手・解析

初年度に作成したプノンペン周辺の空中写真解析につづき、さらに周辺地域やトンレサップ湖付近の空中写真を新たに購入し、メコン川下流平野の主要部分の地形学図を作成する。

(4)研究打ち合わせおよび現地調査

シンガポールまたはプノンペンにて研究打ち合わせをおこない、またカンボジア国内にて地形と洪水に関する現地踏査をおこなう。また、対象地域における既往地盤調査資料の収集、ならびに現地での簡易ボーリングにより、平野の表層地質調査を行う。

(5)デジタルデータの整備

収集データの解析により微地形・洪水状況、表層地質等のマッピングをおこない、デジタルデータとして整備する。次年度調査に必要な事項を確認する。

平成 15 年度

(1)追加資料収集

メコン川下流の地形・水文・表層地質等に関する既往資料（文献・CD-ROM・図面等）を引き続き入手する。

(2)衛星データの解析

これまでに入手した 2000 年洪水時の SPOT 衛星データ、ならびに JERS-1、LANDSAT などの人工衛星データより、洪水時の浸水状況や洪水流の挙動について解析を行い、データ不足部分を追加入手する。解析には GIS ソフトを用いる。

(3)空中写真の解析

これまでに入手したプノンペン周辺やトンレサップ湖付近の空中写真の判読を行い、メコン川下流平野の主要部分の地形学図を作成する。

(4)追加確認調査

カンボジア国内にて地形と洪水に関する追加確認踏査を行う。また、現地での簡易ボーリングにより、平野の表層地質調査を行う。

(5)デジタルデータの整備

収集データの解析により微地形・洪水状況、表層地質等のマッピングをおこない、デジタルデータとして整備する。

(6)報告書の作成、成果発表

これまでに得られた成果を国内外の学会において発表し、成果報告書を作成する。

3. 研究成果概要

平成 13 年度

本研究はメコン川下流部平野の地形の特色と洪水の挙動を明らかにするとともに、平野の形成史を解明することも目的とする。初年度である平成 13 年度は、人工衛星データの入手とともに、カンボジアにおける地形図・空中写真の入手・判読、関係資料収集、地形ならびに洪水状況に関する現地調査をおこなった。

現地調査は 2001 年 9 月と、2001 年 12 月～2002 年 1 月の 2 回実施し、カンボジア現地機関における資料の入手とともに、プノンペン周辺で地形・洪水調査をおこなった。また、2001 年 9 月にはシンガポール国立大学リモートセンシング研究所 (CRISP) の Gupta 博士、Ping 研究員、所長らと情報交換・協議をおこない、プノンペンにおいて技術専門家 Himel 氏と情報交換・協議をおこなった。

空中写真はカンボジア国内メコン委員会 (CNMC) においてプノンペン周辺地域のものを購入し、また地形図はメコン川沿いの 1960 年代のものを現地において購入した。さらに、カンボジア国公共事業・交通省において最新の地形図の GIS デジタルデータの提供を受けた。人工衛星データについては、シンガポール国立大学のリモートセンシング研究所のブラウザを用いて、フランスの SPOT 衛星による画像の整備状況を確認し、日本の代理店経由で 2000 年 9 月の洪水時の画像を入手した。

これらの GIS データならびに人工衛星データの解析のため、パーソナルコンピュータならびに GIS ソフトウェアを導入した。既存資料の解析をもとに 2001 年 8 月に国際地形学会議大会 (ICG) において予察的な報告をおこない、また、2002 年 3 月に日本地理学会春季大会で中間報告をおこなった。

平成 14 年度

第 2 年度の平成 14 年度は、カンボジアの対象地域における地形図・空中写真の判読ならびに現地調査にもとづき、プノンペン周辺地域の微地形分類図作成をおこなった。また、2000 年洪水と地形の関係についての考察をすすめた。

カンボジア国内メコン委員会 (CNMC) において入手した空中写真の判読と現地調査によ

りプノンペン周辺の微地形分類図を作成し、フランスの SPOT 衛星による 2000 年 9 月の洪水時の画像との比較を行い、地形と洪水の関係を考察した。また、プノンペン周辺の表層地質資料を関係省庁より入手し、平野の地形と形成史の解明を試みている。現地調査は 2002 年 8 月末～9 月上旬と、2002 年 9 月中旬の 2 回実施し、1 回目は下流部のベトナムのデルタ地域から、支流トンレサップ川流域を含むメコン川下流域の地形・土地利用等の踏査を行った。2 回目はカンボジア現地機関における資料の入手とともに、プノンペン周辺のメコン川・トンレサップ川流域で地形・洪水調査をおこなった。

入手資料と現地調査結果の解析をもとに、2002 年 3 月の日本地理学会春季大会で中間報告を行なった。また、地形と洪水の関係を 2003 年 3 月のアジア太平洋水文水資源国際会議において、および、平野の表層地質に関して 2003 年 3 月の日本地理学会春季大会で報告した。さらに、平成 14 年度より文科省「人・地球・自然共生プロジェクト」において、本研究と関連したメコン流域の水資源モデル構築プロジェクトとも連携しながら研究を進めた。

平成 15 年度

最終年度の平成 15 年度は、カンボジアにおける対象地域の地形図・空中写真の判読ならびに現地調査にもとづき、メコン川下流平野地域の微地形分類図を作成するとともに、プノンペンを中心とする地域の表層地質調査をおこなった。さらに、人工衛星画像による過去 20 年間の雨季浸水範囲の比較と微地形との関係について考察をおこない、研究のとりまとめをおこなった。

現地調査は 2003 年 8 月～9 月に 3 回(ラオス、ベトナム・カンボジア、カンボジア)、2003 年 12 月～2004 年 1 月の 4 回実施した(他の研究費によるものを含む)。1 回目はカンボジアの上流側、ラオス国内の地形データの所在確認を行い、地形図・空中写真を入手した。2 回目はメコンデルタ～カンボジア平原～トンレサップ湖の雨季の状況を 2002 年・2001 年と比較した。3・4 回目は空中写真・GIS データ等の資料入手とハンドオーガーによる表層地質調査等を実施した。

上記研究成果について、2003 年 7 月にアメリカネヴァダ州リノ市において開催された第 16 回国際第四紀学研究連合(INQUA)大会において発表した。また、平成 14 年度より引き続き文科省「人・地球・自然共生プロジェクト」において、メコン流域の水資源モデル構築プロジェクトグループにおいて共同研究を進めた。

II 研究成果

- カンボジア中部、ソンボープレイクック遺跡（7世紀）の地形環境
Geomorphological Features around "Quatre Bras" (Phnom Penh and its Environs) in the
Lower Mekong River Plain and an Extreme Flood in 2000 -- A Preliminary Study
Geomorphological Features of the Thu Bon River Plain, Central Vietnam, And Their
Relations on Flood Hazards in 1999
メコン川下流平野、プノンペン周辺の地形と2000年洪水
カンボジア、メコン川下流部の地形環境と2000年洪水
Traditional Water Usage in Central Part of Cambodia, The Case of Sambo Village,
Kampong Thom Province
Geomorphologic Features and Flood Characters around Phnom Penh, Lower Mekong
River Plain
メコン川下流平野（カンボジア、プノンペン周辺）の地形と表層地質
カンボジア中部、ソンボープレイクック遺跡（7世紀）の調査——1998・1999年度
調査より——
微地形情報を利用した歴史的洪水データ復元法の開発
The Lower Mekong River Plain in Cambodia: Landforms and Deposits
The Lower Mekong River Plain in Cambodia: Landforms and Deposits (presentation)
Geomorphological Map of the Lower Mekong Plain around Phnom Penh

ISSN 1345-8329

日本地理学会発表要旨集

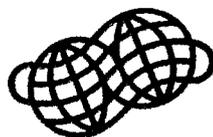
Proceedings of the General Meeting of the Association of Japanese Geographers

No.59

2001年度総会・春季学術大会

3月27日～3月28日

敬愛大学



日本地理学会

2001

カンボジア中部、ソンボープレイクック遺跡（7世紀）の地形環境 Geomorphological Condition of Sambor Prei Kuk Pre-Angkorian Archaeological Site, Cambodia

久保純子（中央学院大学）
KUBO Sumiko (Chuo-Gakuin Univ.)

キーワード：カンボジア、プレアンコール遺跡、地形環境、ボーリング
Keywords: Cambodia, pre-Angkorian site, geomorphological condition, boring

1. 調査の概要

早稲田大学理工学部建築史研究室のグループ（代表者 中川 武教授）を中心に、1998年よりカンボジア中部のコンボントム州ソンボープレイクック遺跡の調査が行われている。調査の概要は日本建築学会において報告されている（下田ほか、1999・2000）が、発表者は1999年12月～2000年1月の第2回調査ならびに2000年12月～2001年1月の第3回調査に参加し、主として遺跡区域内の遺構分布図作成ならびに地形環境調査を行った。地理学の分野からはほかに慶應義塾大学の久保幸夫教授のグループが参加し（第2回調査）、高精度GPS測位を行った（久保幸夫、2000）。

2. 遺跡の概要

ソンボープレイクック遺跡は7世紀、現在のラオスから南下してきたクメール真臘（Chenla）がメコンデルタの扶南（Phnom）を併合した後の王都（イシャナブラ）の跡といわれ、プレアンコール期の重要な遺跡である。フランス統治時代から1960年代にかけてフランス極東学院（EFEO）などによる調査が行われ、多数のレンガ造りのヒンドゥー教祠堂群が知られている。

1998年の第1回調査以来、祠堂群の多く残る東側地区以外にも、一辺約2kmの環濠に囲まれた西側地区などに祠堂跡と思われるマウンドが多数確認された。このため、第2回調査からは空中写真とGPSを利用した遺跡の分布調査と遺跡周辺の地形・地質の調査が続けられている。

3. 遺跡分布図の作成

昨年度の第2回調査では遺跡内の数地点で高精度

GPS測位を行った。その後、アメリカによるGPS衛星のスクランブル信号が解除され、ポータブルGPSによる測位の精度が大幅に向上した。このため、1992年撮影の空中写真とポータブルGPSを併用して遺跡分布図を作成することが可能となった。

遺跡範囲は祠堂群の集中する東地区、環濠の認められる西地区を中心におよそ5km四方にわたり、地元の遺跡管理事務所の案内で各遺構のGPS測位をするとともに、空中写真上で位置を確認した。また、環濠や人工水路・溜池などの構造物の現地確認を行った。

4. 地形・地質調査

ソンボープレイクック遺跡群は、メコン川支流のセン川沖積低地と西側の台地の境界部にあり、祠堂群や都城跡と思われる西側地区は台地上にある。このため台地と低地の双方で、検土杖（2m）ならびにハンドオーガー（5m）による表層地質の調査を行った結果、台地上は砂質土が卓越する一方、低地部は均質な粘土からなり、それぞれの堆積物の違いが明らかとなった。

（注）本研究は住友財団・ユニオン造形財団の助成による「カンボジア、プレアンコール期文化財建造物修復のための事前調査——ソンボープレイクック遺跡建造物の測量調査」（代表者：早稲田大学 中川 武）の成果の一部である。第3回調査の参加者は以下の通り：土屋 武（早稲田大学理工学部）・仙波典子、So Sokuntheary, Yang Haewon（早稲田大学大学院生）・松元雄介（早稲田大学学生）・Sophoon（コンボントム州文化芸術局）・Cheam Pross（日本政府アンコール教育チームJSA）・Heng Porse, Sok Sambath（プノンペン芸術大学学生）・久保純子

The International Association of Geomorphologists
Fifth International Conference on Geomorphology

organized by the Japanese Geomorphological Union
at Chuo University, Korakuen Campus
Tokyo, Japan

August 23-28, 2001

ABSTRACTS

**Geomorphological Features around "Quatre Bras" (Phnom Penh and its environs) in the Lower Mekong River Plain and an Extreme Flood in 2000
-- a Preliminary Study**

KUBO Sumiko

School of Education, Waseda University, Tokyo, Japan

sumik@mn.waseda.ac.jp

The city of Phnom Penh is located at the western side of "Quatre Bras" or "Four Arms", that means the conjunction of the Mekong with the Tonle Sap River, and also is a diversion of the Bassak River from the Mekong. This area is also referred as the upper margin of the Mekong Delta. Based on the interpretation of aerophotos and satellite images with field reconnaissance, geomorphological features of the Lower Mekong Plain will be shown and the examination of the flood characters in an extreme flood during the monsoon in 2000 was carried out. There are clear differences in geomorphological features between the western and eastern sides of the "Quatre Bras" that cause the differences on flood characters.

Key words: The Mekong River, Quatre Bras, geomorphological features, flood

Geomorphological Features of the Thu Bon River Plain, Central Vietnam, And their Relations on Flood Hazards in 1999

Sumiko KUBO

1. Introduction
2. General Features of the area
3. Flood Hazards in 1999
4. Relationship between geomorphological conditions and flood damage
5. Concluding remarks

和文要旨

1. Introduction

Alluvial plains provide major production areas of dietaries such as rice paddies and other crops throughout monsoon Asia, including Japan. However, monsoonal precipitation often causes flood hazards in alluvial plains. Global warming is said to cause such consequences as more intense rainfalls in monsoon areas, and rapid population growth in major drainage basins causes changes in land use, and, as a consequence, more damage to the land. Because of these phenomena, it is important to study floods and their consequences and hazards throughout the world.

Apart from the arguments concerning the consequences of global warming, we have experienced severe floods and their damage in many parts of the world during the last two decades. For example, US coasts were attacked by Hurricane Andrew in 1992, the Mississippi River flooded in 1993, Bangladesh suffered a cyclone attack in 1993, and severe floods were caused by heavy rainfall in 1987, 1988 and 1998, the Yangtze river flooded in 1998, the Lower Mekong plain flooded in 1996 and 2000, and so on. Many of these areas are in the developing world, where the social and economic damages caused by floods is severe.

The author has worked for a flood mitigation programme in Bangladesh as a geomorphologist, and believes that it is of prime importance to study the general condition of flood plains before further floods occur, and at a time when no precise data including hydrological data and topographic maps, and no countermeasures, have been prepared and developed in these areas. This kind of study is essential

for Japanese scientists to conduct in Japan, also, because establishing "hazard maps" in areas vulnerable to natural hazards such as earthquakes, volcanic eruptions, landslides and floods would be very useful. Administrative decision-makers need to take this information into account when formulating disaster prevention and recovery plans.

While working with archeologists in central Vietnam, the author made a geomorphological land classification map of the Lower Thu Bon River Plain. The map aimed to show the geomorphological conditions of the historic town of Hoi An along with some archeological sites in the plain. During the period in 1999 during which the study was conducted, a large flood occurred in central Vietnam and the Lower Thu Bon River Plain suffered severe damage. Because of this, there is an urgent need to study the relationship between flood damages and the geomorphological condition of the plain.

This report is on the geomorphological conditions and flood damages in the Lower Thu Bon River Plain. A geomorphological land classification map of the area was made using topographic maps and aerophotographs taken by the government, which were kindly shown to the author by the Geography Department of Ha Noi National University. Field investigations were done between 1998 and 2000 (Oya and Kubo, 1998; Kubo et al., 1999; Kato and Kubo, 2000; Kubo, 2000a; Kubo, 2000b).

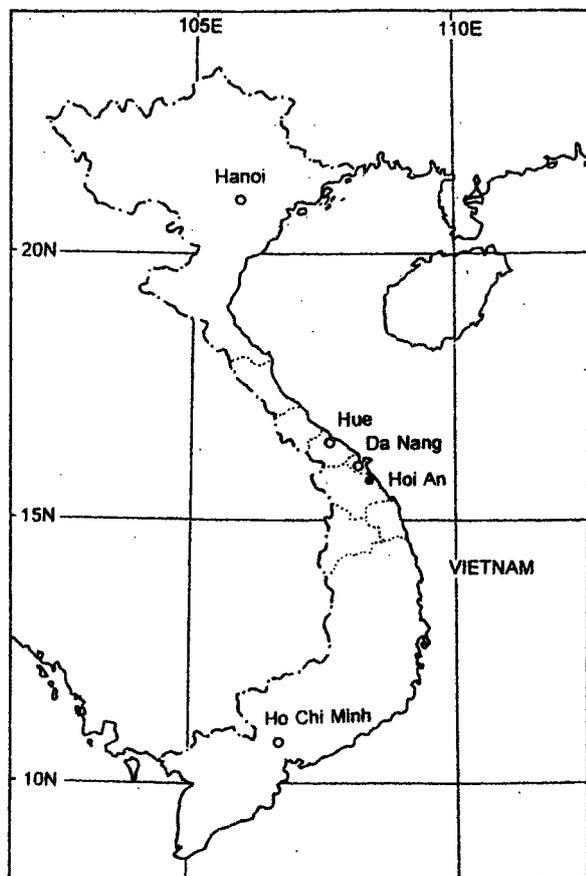


Fig. 1. Map of Vietnam

2. General features of the area

2.1 The Thu Bon River Basin

The central part of Vietnam's territory (Fig. 1) is relatively narrow, because the Annam (Truong Son) Range stretches along the coast. The Thu Bon River is the largest river in this area with a drainage area measuring 10,350 km² (Vu Van Phai and Dang Van Bao, 1993), and a length of more than 300 km (measured on the 1: 500,000 map). The source of this drainage area is Mt. Ngoc Linh, which is 2,598 m high. The Thu Bon River flows northward from its source.

The uppermost part of the river is called the Nam Nim, and the middle part is called the Tranh. After going through some intermontane basins, the river turns northeast and reaches the coastal lowland along the South China Sea

(Fig. 2). The city of Da Nang is located about 30 km north of the mouth.

The Annam range is a portion of the older orogenic belt, and consists of Precambrian metamorphic rocks in the upper reaches, and Mesozoic and Paleozoic sedimentary rocks and plutonic rocks in the middle reaches (Geological Survey of Vietnam, 1991). The relief of the mountains in the drainage basin is relatively large, which may be partly caused by the heavy rainfalls in the area.

The Thu Bon River flows into the coastal lowland near Phrong Ranh, and the Vu Gia River from the west joins it near there. The northeastward flow diverted from the Thu Bon is called the Han, and has its mouth near Da Nang. The Thu Bon and Vu Gia rivers lack distinct alluvial fans like Japanese rivers (Oya and Kubo, 1998).

The Thu Bon River in the coastal lowland shows meandering and anabranching. Near the town of Hoi An, the channels join and drain into the sea after passing coastal ridges. Coastal ridges are dominant in the central part of Vietnam, and sometimes cause the formation of coastal lagoons. These features can be recognized in satellite images (Fig. 3). However the author needed to know in detail the geomorphological conditions here, such as natural levees and former river channels. The concept of the existing geomorphological map made by Vu Van Phai and Dang Van Bao (1993) is rather different from the author's.

The geomorphological map of the Lower Thu Bon River Plain, showing features such as natural levees and former river channels, was prepared by the author (Fig. 4, Kubo, 2000a). The aerophotos used were kindly shown to the author by the Faculty of Geography, Ha Noi National University.

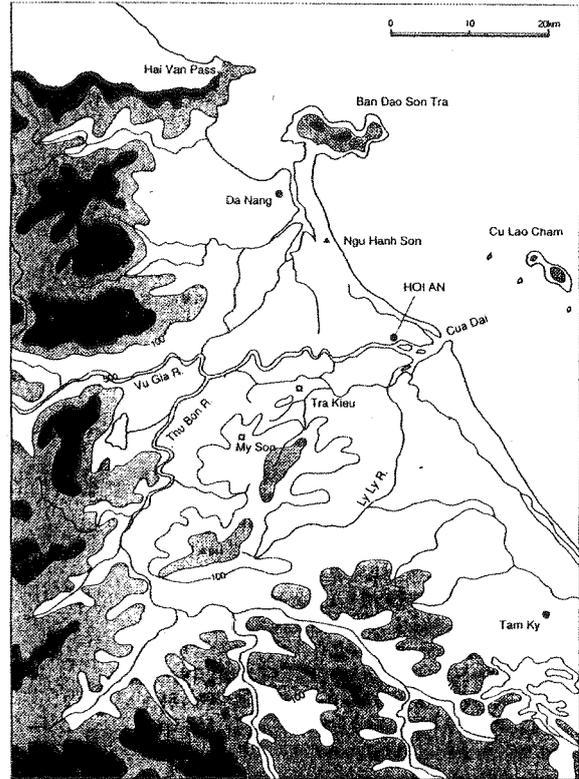


Fig. 2. Lower part of the Thu Bon River

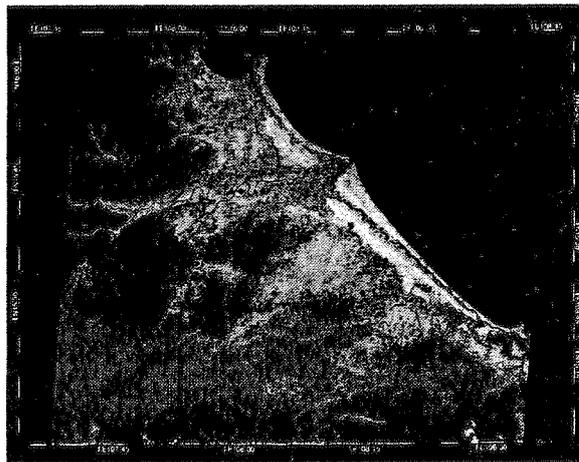


Fig. 3. Satellite image of the plain (MOS-1)

According to the map, the geomorphological features of the Lower Thu Bon River Plain are as follows:

a. Pleistocene terraces

Pleistocene terraces are seen on the foot of the mountain on the right side of the Thu Bon River and the left side of the Vu Gia River, near the city of Da Nang, and at the south of the Thu Bon River mouth. The former one is fluvial, and the rest are thought to be marine.

b. Alluvial lowlands

The Thu Bon and Vu Gia lack alluvial fans, as shown before, but the channels show braided patterns or anabranching. Each channel shows meandering. The sandy load is dominant and this causes depositional features such as sand bars and islands. This may cause frequent channel shifting.

c. Coastal ridges

The Son Tra Peninsula located in the east of Da Nang is a typical land-tied tombolo. From here on southward, there are several rows of sand ridges along the coast. More than 15 rows of sand ridges are seen near the mouth of the Thu Bon. The historical town of Hoi An is located on one of the sand ridges

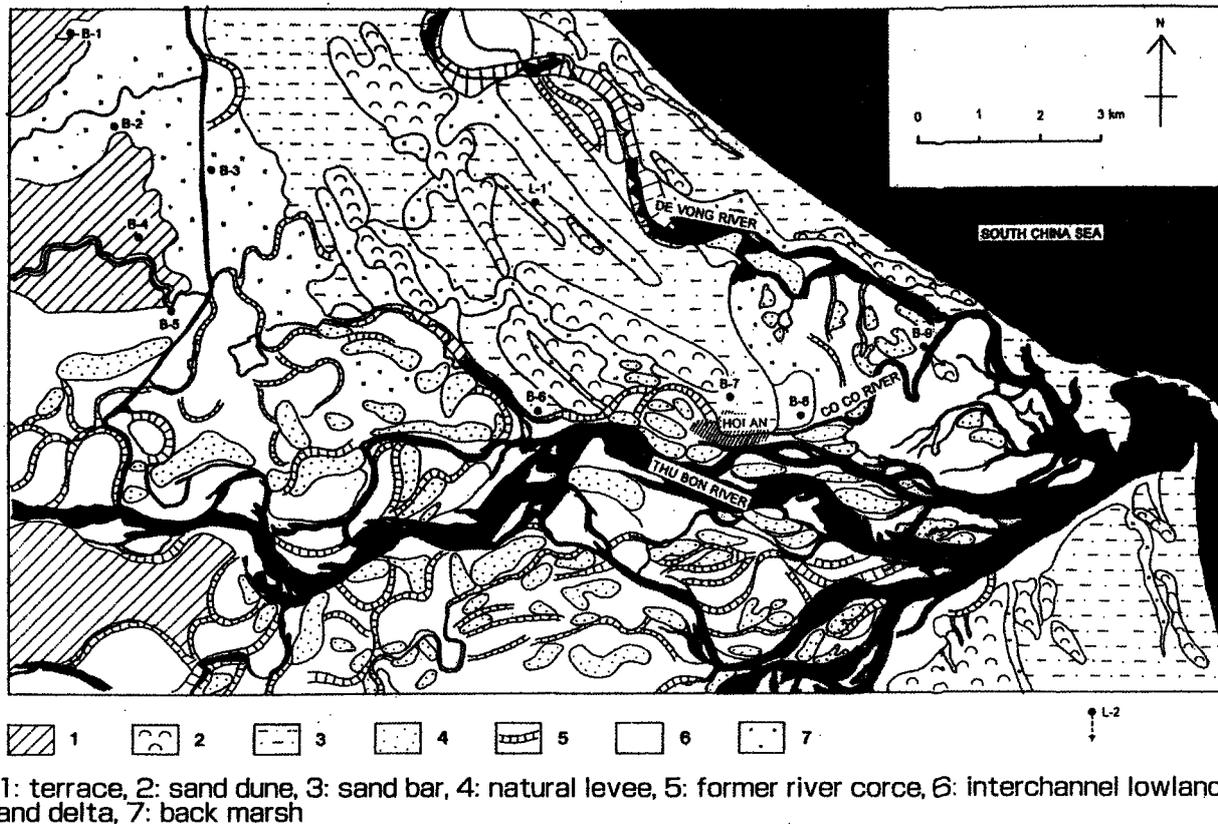


Fig. 4. Geomorphological map of the Lower Thu Bon River Plain (Kubo, 2000a)

near the river mouth.

2.2 Rainfalls in the area

The central part of Vietnam shows different climatic features in its Northern and Southern parts. The northern part, including Ha Noi, has humid and cold winters, typical of a temperate humid climate. The central and southern parts have tropical climates. These areas have apparent dry and wet seasons. However, the duration and intensity of the rainy season differs.

Figure 5 shows mean monthly rainfalls in Da Nang (central Vietnam) and Ho Chi Minh City in the southern part of the country. In Ho Chi Minh City the rainy season starts in May and lasts until October, and the monthly rainfalls sustain about 300 mm over the rainy season. In contrast, the rainy season in Da Nang seems to start in September and lasts until December. The total rainfall in September, November, and December is about 300 mm, but in October it is about 570 mm, much higher than during any other months of the year, or in any other places in the country.

The rainy season in Southeast Asia corresponds to the monsoon (for instance, Murakami, 1986). The dominant wind direction of the monsoon season (rainy season) is SW in this area. However, the Annam Range blocks the SW wind that causes rain on the central coasts. When the wind direction changes into NE at the latter part of the monsoon with the northernmost location of the tropical convergence zone, the area has a great deal of rain. Tropical depressions sometimes attack the eastern coast, resulting in heavy rainfall. This is mainly because the central part, especially the coastal areas, have a great deal of rain in October. Because of this, major floods occur in October and November in

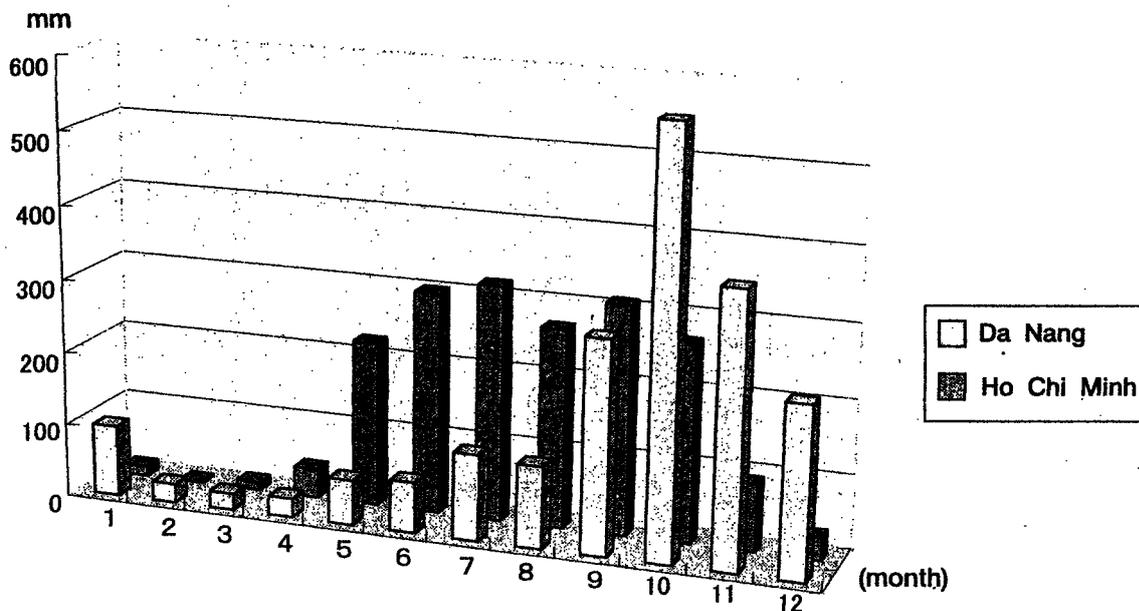


Fig. 5. Mean monthly rainfalls in Da Nang and Ho Chi Minh (National Astronomical Observatory, 2000)

the central part of the country.

3. Flood Hazards in 1999

Due to the heavy rainfall, the central part of Vietnam suffered from severe floods in early November, 1999. The provinces affected were Quang Tri, Thua Thien Hue, Quang Nam, Quang Ngai and Binh Dinh, respectively. The total rainfall for the first week of November exceeded 1,000 mm in several parts. It was recorded as 2,288 mm in Hue. This heavy rainfall caused 591 deaths, and more than 40,000 houses were destroyed. Information on the flood was provided by Vietnam's Disaster Management Unit website (<http://www.undp.org.vn/dmu/index.html>).

The water levels of major rivers in the central provinces reached "Alarm Level III," which is considered a "very dangerous flood condition. All low-lying areas are submerged, including low-lying areas in cities and towns, the safety provided by river protection dykes is in jeopardy; and damage to the infrastructure begins." The flood water levels on the Huong River at the Hue gauging station were at 5.94 m, which was 1.06 m above the historical flood level in 1983, and 2.94 m above Alarm Level III. The flood water level of the Thu Bon River at the Cau Lau gauging station was 5.23 m (1.53 m above Alarm Level III). Because of this, extensive inundation was seen in the lower part of the plain.

An announcement by the Central Committee for Flood and Storm Control dated November 9th stated that the rainfall between the 1st and 3rd of November in Da Nang City was 500 to 1,000 mm, and the total rainfall in Hoi An between the 1st and the 6th of November was 1,183 mm. At 13:00 on November 3rd, the water level of the Thu Bon River at Cau Lau reached a peak of 5.23 m. Flash floods occurred in mountainous areas, and heavy inundation occurred in lowland areas. The flood water depth was about 3 to 4 m, and even National Highway No. 1A was flooded nearly 2 m deep.

The total damage as of 8th of November was as follows: 532 people were killed, 69 are missing, 9,862 houses collapsed and washed away, 66,038 ha paddy fields were damaged, 1,470 bridges were destroyed, 3,117 ha shrimp and fish ponds were destroyed, and so on.

A month later, a similar flood event again occurred in the central province, causing severe damage. Another 120 people were killed and 203 are missing. It was said that both flood events are the kind that occur every 100 years.

4. Relationship between geomorphological conditions and flood damage

4.1 Field reconnaissance in August 2000

The results of a multi-donor international mission on the flood hazards are shown on the website of the Central Provinces Initiative, DMU. The mission was carried out between April and May 2000, and the information obtained, which preceded the field survey conducted by the author, was very useful

(Kato and Kubo, 2000). The author visited the Lower Thu Bon River plain in August, 2000. A field reconnaissance was carried out using boats and motorcycles, in cooperation with the Faculty of Geography, Ha Noi National University. However, we only “observed” along major roads and tourist points.

The efficiency of the French satellite SPOT images, showing the inundation during the flood in 1999, is high. They are available for viewing on the CRISP (Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing) website, at the National University of Singapore (Fig. 6). They provide fundamental information for flood studies (Kubo, 2000b).

4.2 Summary of the field observation

As a result of the field observation conducted in August 2000, the features of the flood can be summarized as follows: (Photos 1 - 6)

CRISP – SPOT Quicklook Search

Scene ID : 12773189911110314181X

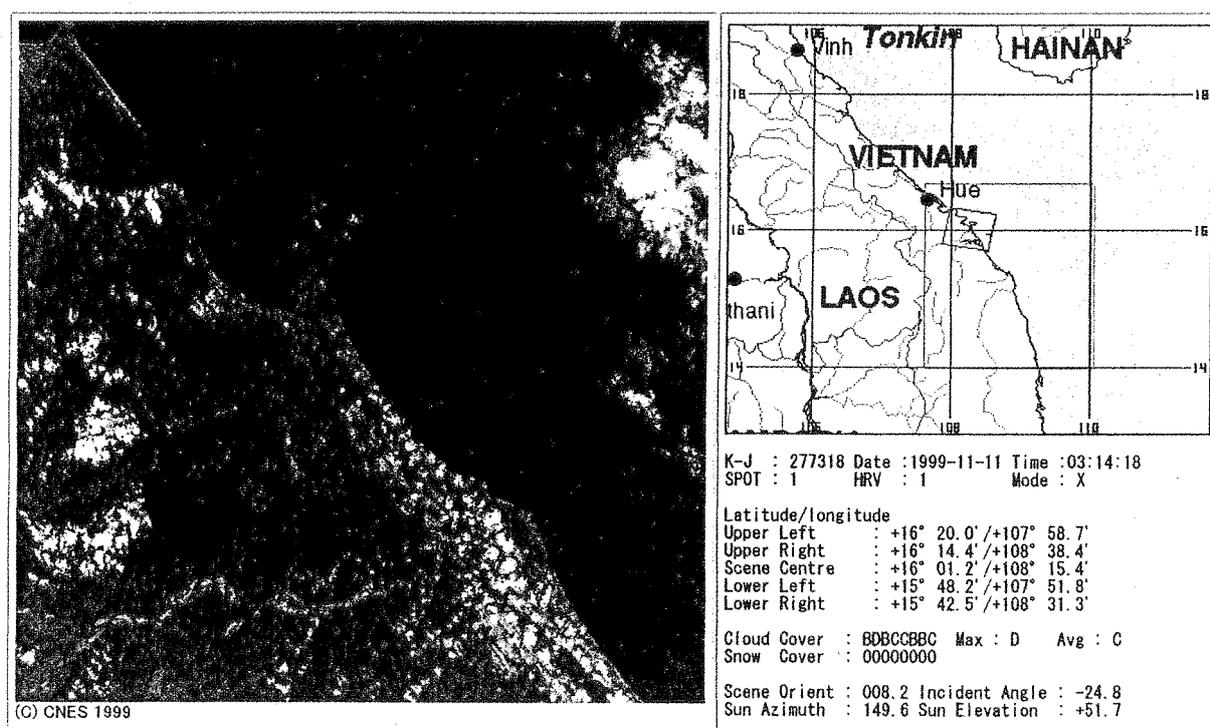


Fig. 6. An example of SPOT image (Nov. 11, 1999, CRISP's website)



Photo 1. The Thu Bon River from the air

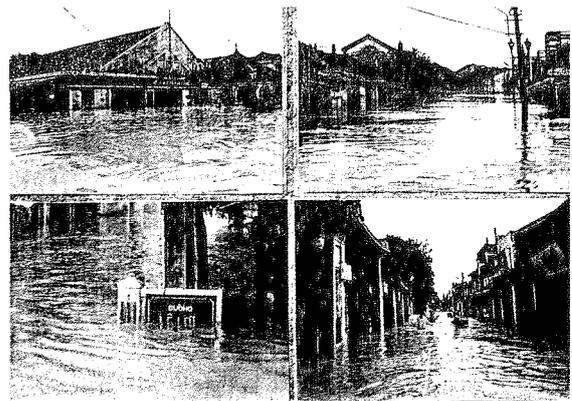


Photo 4. Inundation in Hoi An (1)



Photo 2. A new channel occurred near the Highway No. 1 Bridge

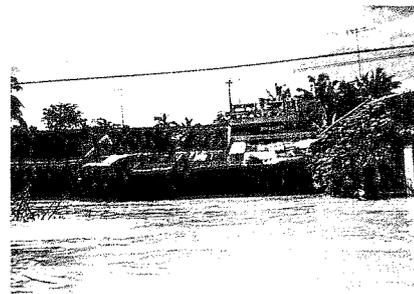


Photo 5. Inundation in Hoi An (2)

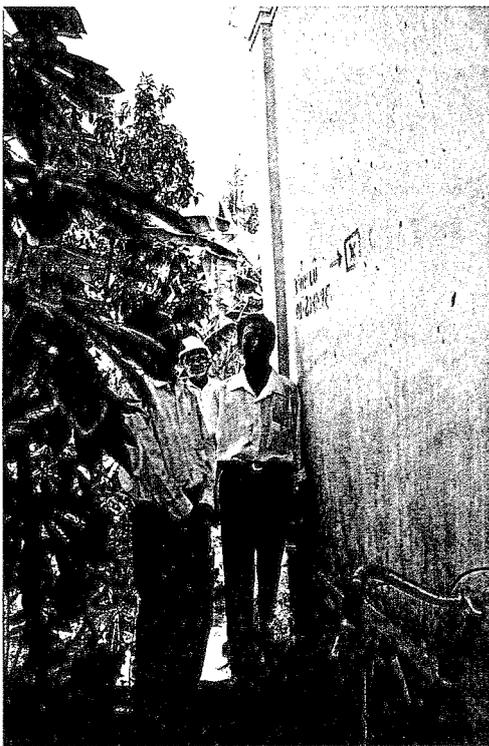


Photo 3. Flood water levels at Kim Dong

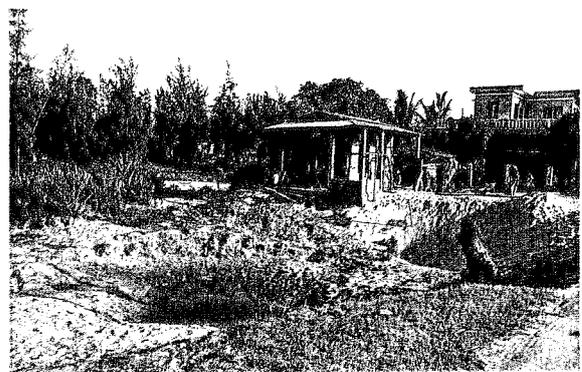


Photo 6. Erosion occurred by the flood of the De Vong

a. Channel shifting and bank erosion

From Cam Kim Village (on the right bank of the Thu Bon; about 2 km west of Hoi An) to the upstream area, severe bank erosion occurred along the Thu Bon River. Near Kim Nam Village (about 1 km east of the National Highway No. 1 Bridge), a new branch channel occurred about 500 m west of the main channel. The upper portion of the Highway No. 1 Bridge also changed; the main channel seems to have moved about 500 m to the north.

According to the information provided by Mr. Y. Kato of the Japanese Bank for International Cooperation, who attended the mission in April, 2000, the left bank on the upper part of the railway bridge was heavily eroded (Kato and Kubo, 2000). Bank erosion caused damage to villages, paddy fields, and some bridges and roads.

In contrast, in the lower reaches of Hoi An, bank erosion occurred in many areas, but no severe channel shifting was seen.

b. Inundation

The villages visited and where hearing and observation were done are as follows: Phoc Har, Cam Thanh, Cam Nam, Cam Kim, Cam Ha, Duy Phuoc, and Cam Lau Trong. In general, inundation lasted for several days in the Lower Thu Bon Plain. In the upper part from Hoi An, the inundation depth was about 2 m in the back marsh area, and about 1 m on natural levees.

At the village of Kim Dong (about 5 km west of Hoi An), people recorded the highest water levels in 1998 and 1999 on the wall. The ground level of the village (natural levee) is about 2 m higher than that of the surrounding paddy field (back marsh). The water levels on the wall were + 165 cm in 1998, and + 195 cm in 1999, respectively. In 1999, the flood lasted for three days.

However, the inundation depth was less than 1 m in the delta area (east of Hoi An). In Thanh Tay, near a shrimp pond along the Co Co River, the water level was 120 cm higher than the ground. In other parts in the delta area, the water levels were lower than this.

No inundation occurred in sand bar/sand dunes. The city of Hoi An was safe from flood in the northern part, where the ground level is slightly higher than that of the southern part, where inundation occurred. Old houses in Hoi An have pulleys on the ceiling used to pull valuables to the second floor when floods occur.

c. Flooding of the De Vong River

The De Vong River near the coast is said to have been a major river channel during the 17th century. The river connected the port of Hoi An with Da Nang directly by this inland channel. The channel is now abandoned, and only former channel pools are left. However, the channel was revived

during the 1999 flood. Near Dien Duong, the flow destroyed several houses near the former channel. People there said that the flood water came from the North.

This case provides us with important information not only on the flood water behavior in the plain, but also on the historical changes in the channel that resulted in the decline of Hoi An and its replacement by Da Nang. The channel could be maintained by the flow from the north, not from the Thu Bon River. Further studies are required to resolve this question.

5. Concluding remarks

As a result of geomorphological mapping (Kubo, 2000a) and the field reconnaissance held in August, 2000, the features of the flood and geomorphological conditions are summarized as follows:

- The anabranching channels of the Thu Bon River shifted in many parts.
- Bank erosion occurred at the outer side of bends, and caused major damage.
- Inundation lasted for several days in the plain.
- The water depth of inundation was about 2 m in the back marsh area, and about 1 m on the natural levees.
- The inundation depth was less than 1 m in the delta area.
- No inundation occurred in sand bar/sand dunes.

The above features clearly show that geomorphological mapping is fundamental in surveying the flood characters of this plain, and geomorphological maps should be used in planning flood countermeasures and sustainable development of the area.

In the Lower Thu Bon River Plain, the peak of flooding lasted for several days. The length of the river and the drainage basin area are similar to that of the Shinano River in central Japan. Some traditional flood countermeasures employed in this area of Vietnam are also similar to those employed by the Japanese. This suggests that some of the Japanese flood countermeasure methods could be applied to mitigate flood hazards in this area.

What historical changes may take place in the river channels in the plain is also a major question. The De Vong River near the coast was a major river channel during the 17th century, though abandoned now, but it was revived during the flood because of the flood water from the North. This provides us with an important key to the question concerning flow direction.

The SPOT images taken on Nov. 10th and 11th, and the RADARSAT image on Nov. 7th will improve the geomorphological studies in this area focusing on the flood hazards of Nov. 1999, since they show the area of inundation. It is vital for further work to be done in cooperation with Vietnamese geomorphologists and the government.

Acknowledgements

The author expresses her thanks to following individuals and organizations: Professors Emeritus (Waseda University) Kiyohiko Sakurai and Masahiko Oya. They gave me the chance to join the study of Hoi An, Mr. Seiichi Kikuchi, Showa Women's University, who arranged and encouraged my research in Viet Nam.

Dr. Vu Van Phai and Dr. Dao Dinh Bac, Faculty of Geography, Ha Noi National University are co-workers in the field study in Viet Nam. Prof. Phan Fy Le, Department of History, Ha Noi National University, encouraged the joint study of Vietnam and Japan.

Mr. Yasuhiko Kato, Nikkenn Consultants. Ltd. kindly taught me about the results of the Multi-donor Mission of April - May 2000, and website of DMU.

This study has supported by the funding of Showa Women's University and Chuo-Gakuin University.

References

- Central Provinces Initiative (website) <http://www.undp.org.vn/dmu/>
CRISP (Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing), the National University of Singapore (website)
<http://www.crisp.nus.edu.sg/>
Disaster Management Unit (website) <http://www.undp.org.vn/dmu/index.html>
- Geological Survey of Vietnam, 1991, Geological map of Cambodia, Laos and Vietnam (1:1,000,000). Ha Noi.
- KATO, Y. and KUBO, S., 2000, Flood hazards in central Vietnam in 1999, focusing on the relation to landforms. Proc. of the General Meeting of the Association of Japanese Geographers, No. 58, 76-77.
- KUBO, S., 2000a, Geomorphological features around Hoi An, the 17-th century international trading city in central Vietnam. Bull. of the Institute of Comparative Cultures, Chuo-Gakuin University, No. 14, 73-94.
- KUBO, S., 2000b, The 1999- Flood Hazards in the Lower Thu Bon River Plain, Central Vietnam, focusing on the relation to landforms. Abstracts of IAG - CRISP Conference on Large Rivers and Application of Remote Sensing in Fluvial Geomorphology, Singapore, 9-10.
- KUBO, S., OYA, M., Vu Van Phai, Dang Van Bao and Dao Dinh Bac, 1999, Geomorphological features and rivers of the Hoi An and its environs, central Vietnam, with historical viewpoints. Abstracts of the XV International Congress, International Union for Quaternary Research (INQUA), Durban, p.102.
- MURAKAMI, T., 1986, Monsoon, Tokyo-do Publishing, Tokyo, 198p. (in Japanese)
- National Astronomical Observatory (ed.), 2000, Chronological Scientific Tables 2001, Maruzen, Tokyo.
- OYA, M. and KUBO, S., 1998, Geomorphological features and rivers of the Hoi An and its environs: a preliminary report of the field survey of March 1998. Bulletin of the Institute of International Culture, Showa Women's University, Vol. 4, 225-235. (in Japanese)
- Vu Van Phai and Dang Van Bao, 1993, Geomorphological features of Hoi An and its neighbourhood (Thu Bon Estuary). In: The National Committee for the International Symposium on the Ancient Town of Hoi An (eds.), Ancient Town of Hoi An. Gioi Publishers, Ha Noi, 55-63.

(要旨)

ベトナム中部トゥボン川下流平野の地形と1999年水害

久保純子

ベトナム中部では1999年11月上旬および12月上旬の2回にわたり、熱帯低気圧の影響で豪雨がみられた。このためThu Bon 川などベトナム中部の主要河川下流部では大規模な洪水となり、死者500名以上に達する大災害となった。これに先立ち筆者は Thu Bon 川下流部平野の地形分類図を作成したため、この図をもとに地形と洪水の関係の調査をおこなった。Thu Bon 川下流平野は沿岸部に砂堆が発達し排水不良になりやすい地形である一方、上流からの土砂供給が盛んであり、流路は不安定で洪水時に激しい河岸侵食を起こす結果となっている。また、氾濫原地域では自然堤防と後背湿地それぞれで浸水状況が異なり、またデルタ地域の湛水は小さく、砂堆部では浸水はみられなかった。さらに、海岸部の砂堆背後の De Vong 川旧河道に洪水が流れ込み、17世紀の水路が一時的に復活した。

以上のように水害地形分類図は沖積平野における洪水の履歴、洪水氾濫状況を把握する上で有効なツールであり、洪水時の人工衛星データとともに各種対策立案のための基礎資料としての活用が望まれる。

ISSN 1345-8329

日本地理学会発表要旨集

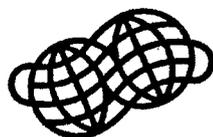
Proceedings of the General Meeting of the Association of Japanese Geographers

No.61

2002年度春季学術大会

3月30日～4月1日

日本大学



日本地理学会

2002

久保純子 (早稲田大学教育学部)

KUBO Sumiko (School of Education, Waseda University)

キーワード: カンボジア、メコン川下流平野、地形、洪水

Keywords: Cambodia, Lower Mekong Plain, geomorphological features, floods

1. 研究目的

カンボジアの首都プノンペンはメコン川下流平野に位置し、本川と支川トンレサップ川が合流するとともに、派川バサック川が分岐するため、「四本の腕」(Chaktomuk)と呼ばれる特殊な立地条件にある。モンスーン季には本川水位は約 10 m 上昇するとともに、支川トンレサップ川へ洪水流が逆流して上流に位置するトンレサップ湖が拡大し、モンスーン季が終了するとトンレサップ湖から本川への排水が始まるため、洪水流の挙動は非常に複雑である。

本研究は縮尺約 25000 の 1 の空中写真判読と洪水時の人工衛星データの解析に加えて、現地における地形・表層地質調査等により、メコン川下流部平野の地形の特色と洪水の挙動を明らかにするとともに、平野の形成史を解明することも目的とし、2001 年度より科学研究費海外学術調査助成を受けて進行中である。

2. プノンペン周辺の地形

プノンペン周辺地域の空中写真判読と現地調査により、地形分類予察図を作成中である。本地域はほぼ自然堤防・後背湿地地域にあたるが、本川や支川・派川沿いの自然堤防は河川規模に比べると貧弱であり、また河道のシフトも顕著ではない。本川およびバサック川沿いにはコルマタージュと呼ばれる水路網が発達し、人工的な地形を形成している。プノンペンの西側はブレットノウト川などの支川の緩扇状地(的な地形)がみられる一方、東側には広大な後背湿地と周年湛水域が広がる。自然堤防の微高地のほかに、古い地形面が島状に分布するところが随所にある。

3. 2000 年秋の洪水

2000 年 9 月末のメコン川洪水では、プノンペンにおいて過去 30 年間で最高水位を記録し、各地で被害がみられた。ピーク時他各時期の SPOT 衛星画像により浸水範囲の把握をおこない、地形条件や道路・堤防・水利施設等との関係を検討中である。

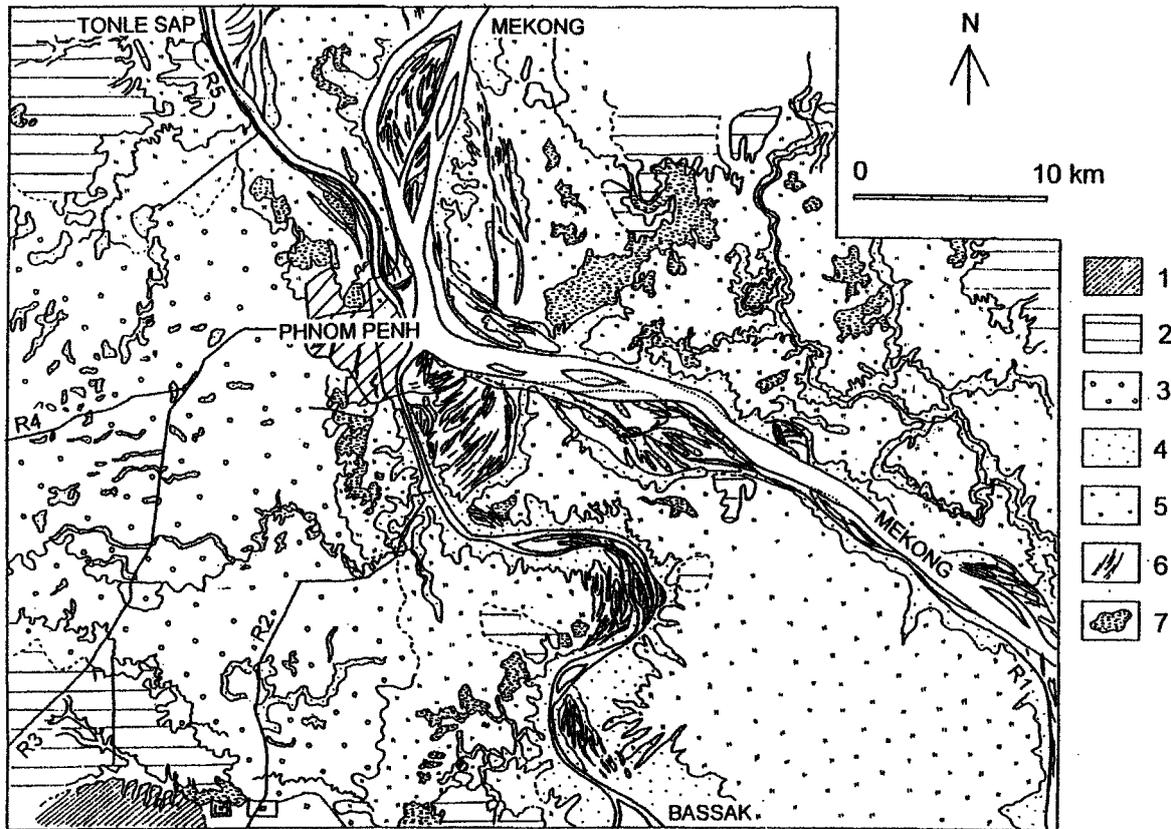


Fig. Geomorphological Land Classification Map around Phnom Penh

- 1: mountain and hill, 2: upland, 3: gentle fan, 4: natural levee,
- 5: back marsh, 6: former river channel, 7: pond, swamp

地球環境問題談話会

第30回ご案内

標記談話会を、下記のとおり開催いたしますので、ご案内申し上げます
記

【対 象】教職員・院生その他

【日 時】2003年1月24日(金) 18:00~19:30(軽食付)

【場 所】16号館4階 405教室

【内 容】

演 題 「カンボジア、メコン川下流部の

地形環境と2000年洪水」

早稲田大学教育学部 助教授

久保 純子

参加希望者はE-mail : sakurai@waseda.jpに申し込んでください。

以上

主催：持続的未來研究所

協力：環境保全センター



カンボジア、メコン川下流部の地形環境と 2000 年洪水

キーワード

- (1) カンボジア、(2) メコン川下流、(3) 平野、(4) 微地形
(5) 2000 年洪水、(6) プノンペン、(7) 「四本の腕」、(8) コルマタージュ

(要旨)

1. 研究の目的と方法

メコン川はチベット高原東部を水源とし、中国の雲南省、ミャンマー、タイ、ラオス国境地帯を流れ、カンボジアを経てベトナム南部で南シナ海へ注ぐ。延長 4500 km 以上、流域面積は約 795000 km² で、東南アジア最大の河川である。

メコン川下流平野に位置するカンボジアの首都プノンペンは、本川と支川トンレサップ川が合流するとともに、派川バサック川が分岐するため、「四本の腕」(Chaktomuk)と呼ばれる特殊な立地条件にある。モンスーン季には本川水位は約 10 m 上昇するとともに、支川トンレサップ川へ洪水流が逆流して上流に位置するトンレサップ湖が拡大し、モンスーン季が終了するとトンレサップ湖から本川への排水が始まるため、洪水流の挙動は非常に複雑である。

本研究はメコン川下流部平野の地形の特色と洪水の挙動を明らかにするとともに、平野の形成史を解明することも目的とする。縮尺約 25000 の 1 の空中写真判読と洪水時の人工衛星データの解析、現地における地形・表層地質調査等によりすすめる。2001 年度より科学研究費海外学術調査助成を受けて進行中である。

2. プノンペン周辺の地形の特色

プノンペン周辺はカンボジア平原に含まれ、洪水の影響を受ける低地が広がる。空中写真判読と現地調査により地形分類予察図を作成した結果、この地域の地形は以下のように区分される。

- 1) 周囲の台地や丘陵：比高の小さな台地、丘陵、ペディメントなどが低地を囲み、ところどころに残丘が点在する。
- 2) 西側の緩扇状地：プノンペン西方には支川のプレックトノウト川の緩扇状地が広がり、地表面にはわずかな起伏が見られる。
- 3) メコン川沿いの自然堤防と後背湿地：メコン川本川の自然堤防は貧弱で、周囲には後背湿地や周年湛水域が広がる。
- 4) トンレサップ川沿いの低地：トンレサップ川沿いは自然堤防がほとんど見られず、全体的に低湿である。
- 5) バサック川沿いの「コルマタージュ」地域：バサック川沿いにはコルマタージュと呼ばれる特殊な灌漑水路網が放射状に発達し、流水客土による人工的な堆積地形を形成している。

3. 2000 年秋の洪水と地形

メコン川下流平野では毎年モンスーン季に広大な範囲が湛水し、湛水期間も数ヶ月に及ぶ。また、トンレサップ湖への逆流により湖の面積は乾季の3倍近くにもなる。このため、氾濫原ではこれらに対応した土地利用が行われてきた。しかし、2000年9月末のメコン川洪水では、プノンペンにおいて過去30年間で最高水位を記録し、各地で被害がみられた。

ピーク時他各時期の SPOT 衛星画像と現地調査により浸水範囲の把握をおこない、地形条件や道路・堤防・水利施設等との関係を検討した結果、洪水時の状況は微地形条件とおおむね対応することが確認された。それらは以下のように要約される。

- 1) 台地・丘陵：高位の台地は冠水せず、低い台地は一部冠水した。残丘が「島」状に孤立した。
- 2) プノンペン西部：おもに緩扇状地と台地からなり、浸水はみられなかった。プノンペン市街ではトンレサップ川からの越水はないが、南西部の低地は湛水した。
- 3) メコン川沿い：自然堤防はおおよそ冠水を免れ、自然堤防上の国道の被害も小さかった。一方、メコン川左岸の後背湿地は全面的に湛水がみられた。
- 4) トンレサップ川沿い：全体に低平で湛水がみられた。
- 5) バサック川沿い：コルマタージュの発達する地域は冠水しなかった。また、後背湿地でも冠水域は比較的限られた。

4. まとめ

メコン川下流平野（プノンペン周辺）は自然堤防・後背湿地からなり、雨季には毎年広域が浸水する。2000年9月の洪水はプノンペンで近年の最高水位を記録したが、浸水範囲には微地形との対応が認められた。

メコン川下流では日本の川とは異なり、氾濫原も洪水流下の重要な役割を担っている。微地形など自然条件にもとづく氾濫原全体の土地利用計画やハザードマップの整備は、メコン川下流域における今後の持続可能な「開発」に重要な役割を果たすものとする。

(参考文献)

堀 博『メコン河 開発と環境』古今書院、1996

Mekong River Commission, Consultation Workshop on Formulation of a Regional Strategy for Flood Management and mitigation in the Mekong River basin, 2001.

久保純子「メコン川下流平野、プノンペン周辺の地形と2000年洪水」日本地理学会発表要旨集、No.61、2002

KUBO, S., Geomorphologic features and flood characters around Phnom Penh, lower Mekong River Plain, First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region, (submitted paper), Kyoto, 2003.

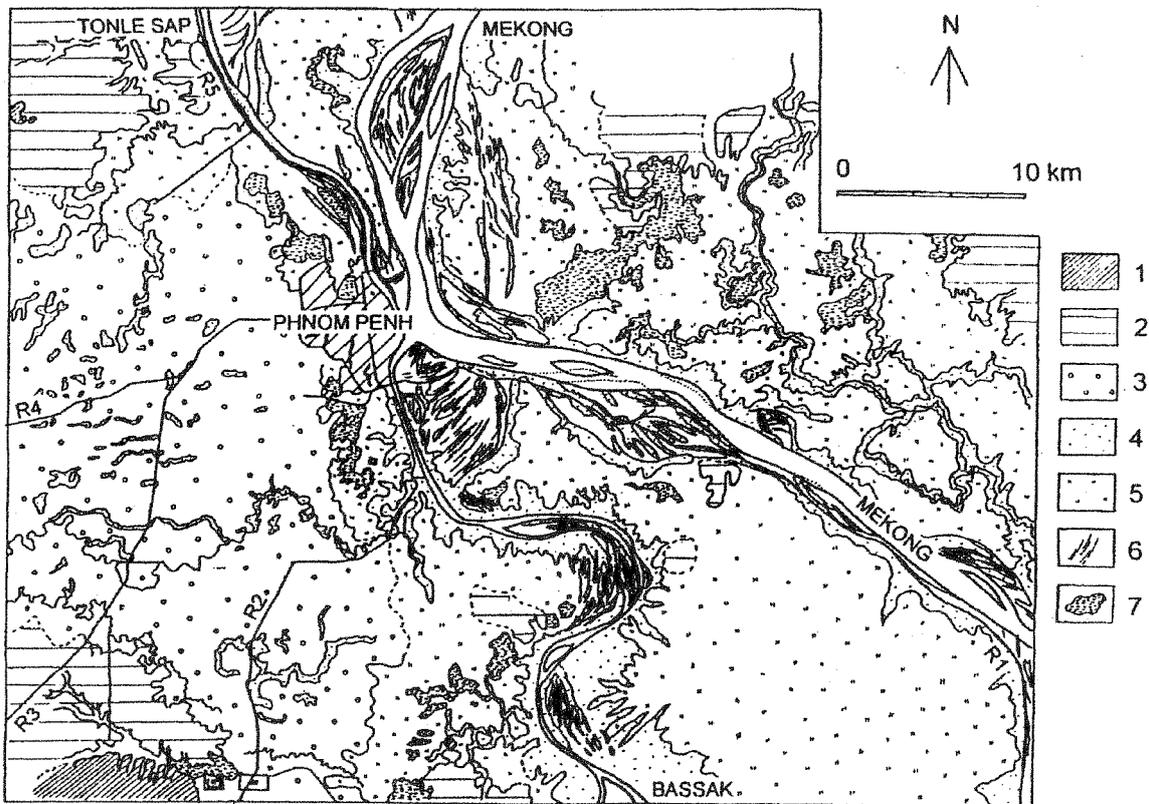


Figure 4 Geomorphologic Map around Phnom Penh (久保, 2002)
 1: mountain and hill, 2: upland, 3: gentle fan, 4: natural levee, 5: back marsh,
 6: former river channel, 7: pond, swamp

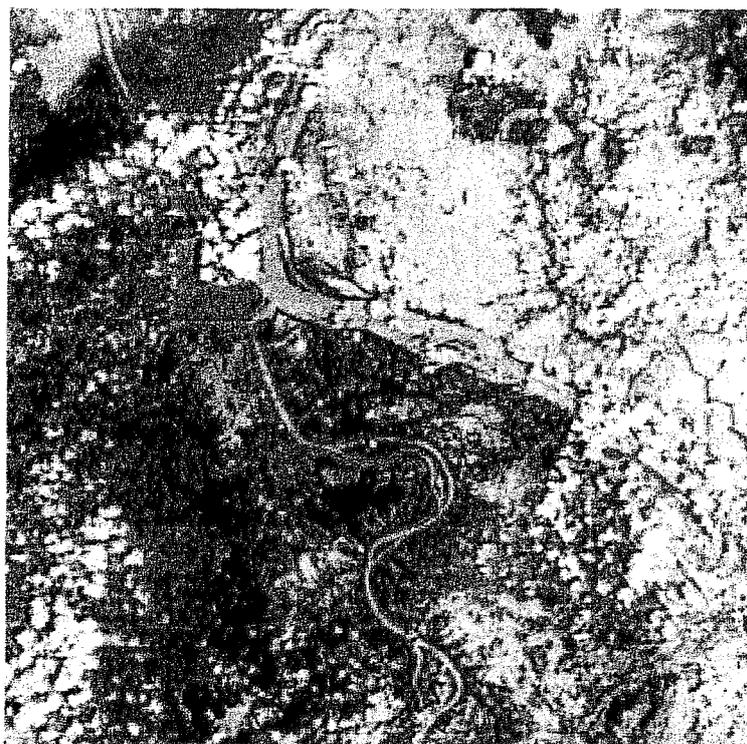


Figure 5 SPOT image on September 27, 2000 (©CNES 2000)

(KUBO, 2003 in Press)

**PROCEEDINGS of the 1st International Conference
on Hydrology and Water Resources
in Asia Pacific Region**

Vol. 1

APHW2003

Organized by: **APHW**
Asia Pacific Association of
Hydrology and Water Resources

Pa-lu-lu Plaza, Kyoto, Japan
13-15 March 2003

Sponsored by:

- Special Coordination Funds for Promoting Science and Technology, MEXT;
- ACCU International Exchange Programme under the UNESCO/Japan Funds-in-Trust for the Promotion of International Cooperation and Mutual Understanding; and
- River Environment Fund

Traditional Water Usage in Central Part of Cambodia The Case of Sambo Village Kampong Thom Province

Navuth Chay¹ and Kubo Sumiko²

¹ Graduate School of Asia Pacific Studies, Waseda University, Tokyo, Japan

Royal University of Agriculture, Phnom Penh, Cambodia

² School of Education, Waseda University, Tokyo, Japan

1 INTRODUCTION

This introduction is a part of my master thesis titling "An Introduction of Traditional Agricultural Systems and Agricultural Technology in Cambodia: An attempt to revitalize their modern agriculture in Cambodia through the application of old systems". In this presentation we are going to introduce the Traditional water usage in central part of Cambodia the case of Sambo village Kampong Thom Province. The reason that leads me to choose this village as my study area because the area just located next to the Sambo Prey Kuk monument (a pre-angkorian monument and wellknown as the city of 7 century). Recently Sambo Prey Kuh is the target of the tourism industry. While the war ravaged the rest of the nation, the areas lay untouched: the region is now the largest, most pristine in Cambodia if comparing with other areas in Cambodia. Both local and national authority of Cambodia is seeking the ways to attract the tourist into this area, evidently the reconstruction of high way, and the agreement of renting this site to a famous local company SOKIMEX (as Angkor area) to be invested. Different from the Angkor region, the Sambo Prey Kuk region is a freshly and newly region with less or very rare, if one want to understand and develop this area. The purpose of the study is to record and understand the traditional water usage which been used by the villager in this region and making a readily suited recommendation for the further development planning. As the method of the study, I will use an intensive participation investigation, observation and randomly interview some key person such as the monks, ACHAR and people in the Sambo village.

2 OVERVIEW OF PRESENT SITUATION OF SAMBO VILLAGE

Sambo village is one of the old villages located 35 km from Kampong Thom town and just approximately 100 meters from Sambo Prey Kuk monuments. In the south of this village there is a longest river in Cambodia "Stoeung Sen". Today the village becomes one of the must rapidly change village in the region. This village lives 1002 villager, the average number of member in a family 5 persons. The main income for their living is agriculture: transplanting is the primary type of rice cultivation, direct planting (shifting agriculture) is the secondary type and I can say this second type can be served as a security type of food production. Broadcasting is the last rice cultivation mode.

3 TRADITIONAL WATER USE

There is several old water bodies can be seen from the aerial photo including pond, lake, canal. In the north of the village located an old water tank which still people use it as a daily water supply during dry season. In the far south lay a river "Stoeung Sen" which is flow from the mountain in the north of Cambodia. Recent year, a NGO initiated to dig a water tank in the south North of village.

In the south of the village located another 3 ponds. 1 of these three still function as a reserving water body for rice planting if the dam which was built long time ago and has been repaired several times during Khmer rouge and in the recent year by a NGOS. Another one far south west of the village, nowadays the people change it into the rice field during the dry season. But most part of the land surrounding this pond is occupied by the people from another village.

In general, no any scientific standard of irrigation systems can be seen in the area, but several local irrigation systems can be seen in the field. Those systems are the cutting passes water flow, which always can be found in the north (serve as an inflow passage) and south (serve as an outflow passage) of each rice fields. During the rice-planting season (raining season) the ox-cart tract have another function: main water flow, so this tract has a dual functions, transportation and main water distribution canal.

There is no existing of water user group or water management law. There no any institutions nor NGOs nor project nor development agencies advices the farmer. But the farmers have a mutual agreement in water management for their rice field.

4 ANALYSIS AND DISCUSSION

The water usage in Sambo village can be represented as a model, which initiated by the people and very efficiency model for farmer in this region but not in other part of Cambodia where there is different condition of ecological systems. While at the present most of the agriculture development strategy are set their method for increasing the rice yield by recommending the farmer to widen their rice field by making the rice field into a larger rectangular form and leveling the rice field as flat as possible, but here the rice field of Sambo village is a case of exceptions.

During the raining season the rainwater flows from the very far North of the village through the trenches, ditches, grooves and ox-cart tracks creating a very complicated irrigation system. This rain water is mixed with the rotten vegetation there before flow into the South part of *Sambo* village, providing a completely natural fertilizer for the lowland paddy fields. More than this the household wastes are also the fertilizer resources for the lowland rice fields. All of these opportunities were naturally created by the topography of the village, which is very gently leaning from the North to South (see picture).

There were no reported about the existing irrigation systems, especially canal, according to the village data book of the commune council. Also if we use aerial photography to identify village irrigation systems, we only find only one ditch and many round-form small ponds. Other results are ox-cart tracks, some of them in zigzag forms. But if walking to the rice fields during the rainy season, the ox-cart tracks have another function: that is, as irrigation systems- a canal. The water level in the ox-cart track can range from 6-20 cm under the knee (maximum) and in some places just the height of the sole of the foot (minimum level). During the rainy season, rain water mixes with rotten vegetation and rotten bushes in the northern part of the village before flowing into the south part, providing a complex rich in natural fertilizer for the lowland paddy fields. Besides this, household wastes are also serves as a fertilizer resource for lowland rice fields. People share water for rice cultivations by mutual agreement.

The villagers do not need to invest a single riel for their cultivations. The land that they received from their ancestor, self-made agricultural tools, reciprocal labor systems, rich natural fertilizers, special skills that make use of nature to protect from pest invasion, and free use of water all put them in a position to be free from the market.

Water resource has a main role in decision making of the farmers for selection a territory for their cultivation area. In case the farmers plan to convert their *Chamcar* into a rainfed low land rice field a rather low level of ground near the water resource was selected.

After transplanting 2-3 days, the water has to be drained out. After one week, while the rice is strong enough and rooted the water has to be kept then if the rice field can be accessed by ox-cart, some manure is applied. By doing this the rice have more forage to growth.

The maintenance's sequences is according to the rice field location, in case the field is far from the village, one time in tent days visit, if near the village, almost or very days visit.

The most important in maintenance process is to take care the water. Because the transplanted rice field in *Sambo* village are topographically arrangement as the most north are higher and than slightly lower to the south, then at every field there are the water inflow trace from the north site and outflow trace at south site (see picture 17 in Appendix P). So, everyone have to depend on each other fields, on the commune water usage, no one can cut off, or make use the water personally or privately.

The water is a key for success in rice transplanting, and the farmers at *Sambo*, have a very sophisticate understanding the role of water in rice growing. As describe above, after transplanted the level of water in the rice field must be lower as much as possible otherwise the newly transplanted seedling rice would be faded, rotten the outer part of the trunk. If after transplanted the water are lowered, the seedling can tiller faster. While the level of water is lowered, seedlings have the opportunity to shoot new root. Then to lower the water level is the principle, for rice survival. In case the rice fields at the lower part are shortage in water to plow or for some reasons, then they can get it from the upper attached rice fields, by just open an inflow trace, and this work can be made only by the owner of the lower rice fields alone, no need to discuss with the owner of the upper part. On the contrary, if the rice in the upper part are submerged, or just transplanted, or the quality of the water is not so fresh, then their owner can open a trace to flow into the lower rice fields. A special case, if the upper field was just applied manures, the owner of lower field has to ask for permission from the upper, some time the answer

can be a sorry or just "please wait for some days before the manure are sucked into the ground but in most of the times the upper field have to agree to allow to outflow. The reason that make the owner of upper field to allow to outflow their manure water, because if this time they disagree, next time when upper field are inundated, it is difficult to ask back to the low field to agree to allow to inflow. There is more complicate regulation then this that I cannot describe, what I have described above just a basic concept. In short, everyone have to follow the natural law, as here the topographical level of the rice fields.

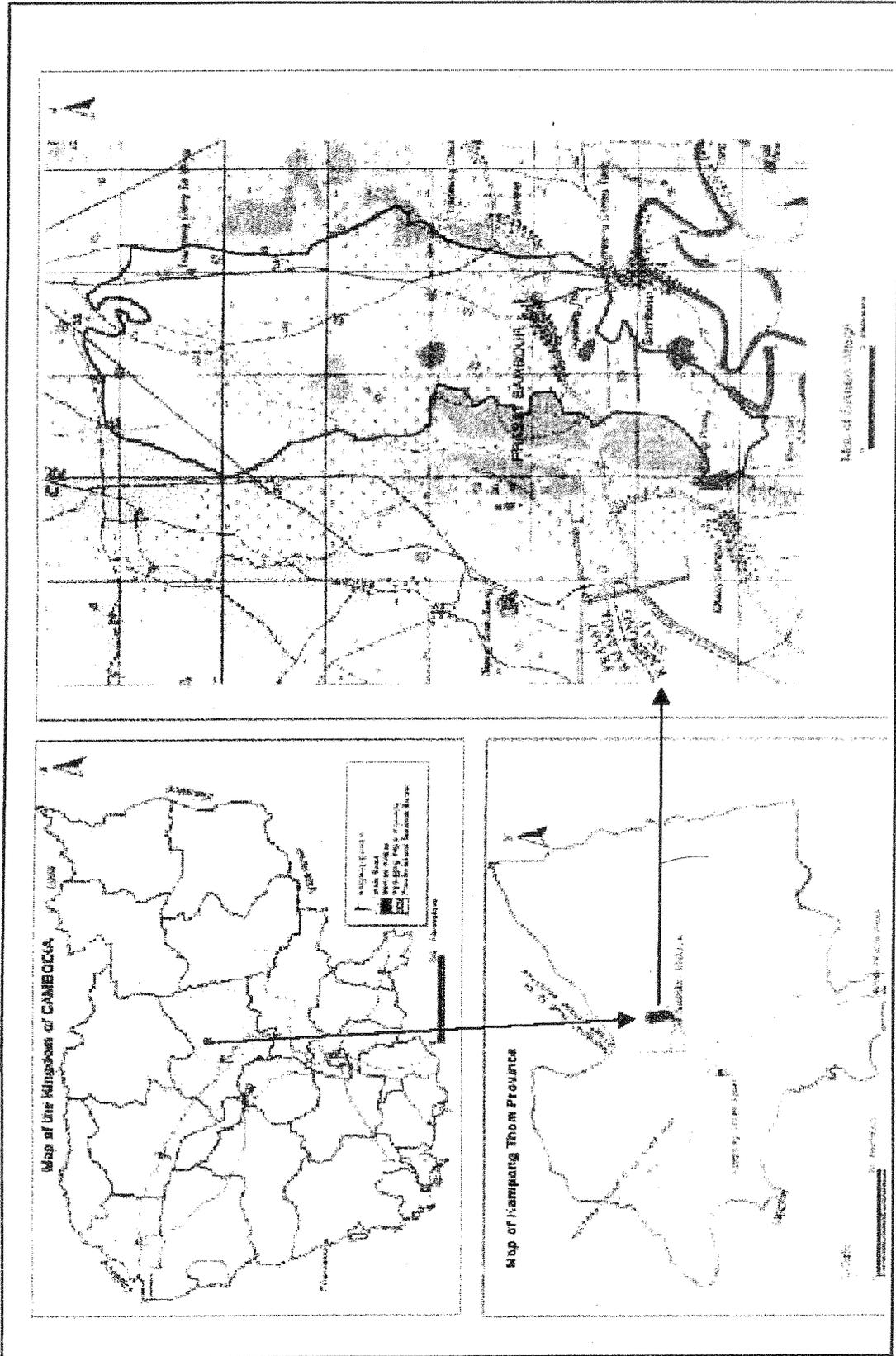
Sambo village, when the Khmer Rouge introduced new tools to them, such as the wheel water levee - not foreign imported tools but just tools from different regions, they did not keep using them. When the mandate of the Khmer Rouge ended those tools also disappeared. In reality, the fact that villagers in this area were not familiar with those tools is one reason; the second reason is that the villagers had greater expertise with highland rice cultivation, which did not require this tool. The Khmer Rouge also tried to dig a canal on the south edge of the village, for the purpose of improving irrigation systems in the region; nevertheless the canal was filled in by people when the Khmer Rouge were gone. This was for the same reasons as I described above: irrigated rice cultivation techniques sometime cannot be well practiced by highlanders. In addition to these factors, the Khmer Rouge authorities had a difference in value systems that were based on the land - land is an object for intensive exploitation - or intensive production and thereby totally changed the ecological systems. But the value systems of the villagers were based on human labor and imitating natural ecological systems. This has also been mentioned in a study of how the Indonesian government tried to introduce alternative systems to the highlanders there:

The alternative that government officials most often propose to swidden agriculture, namely, irrigated rice agriculture, is anathema to most of swidden cultivators (Dove, 1988: 8).

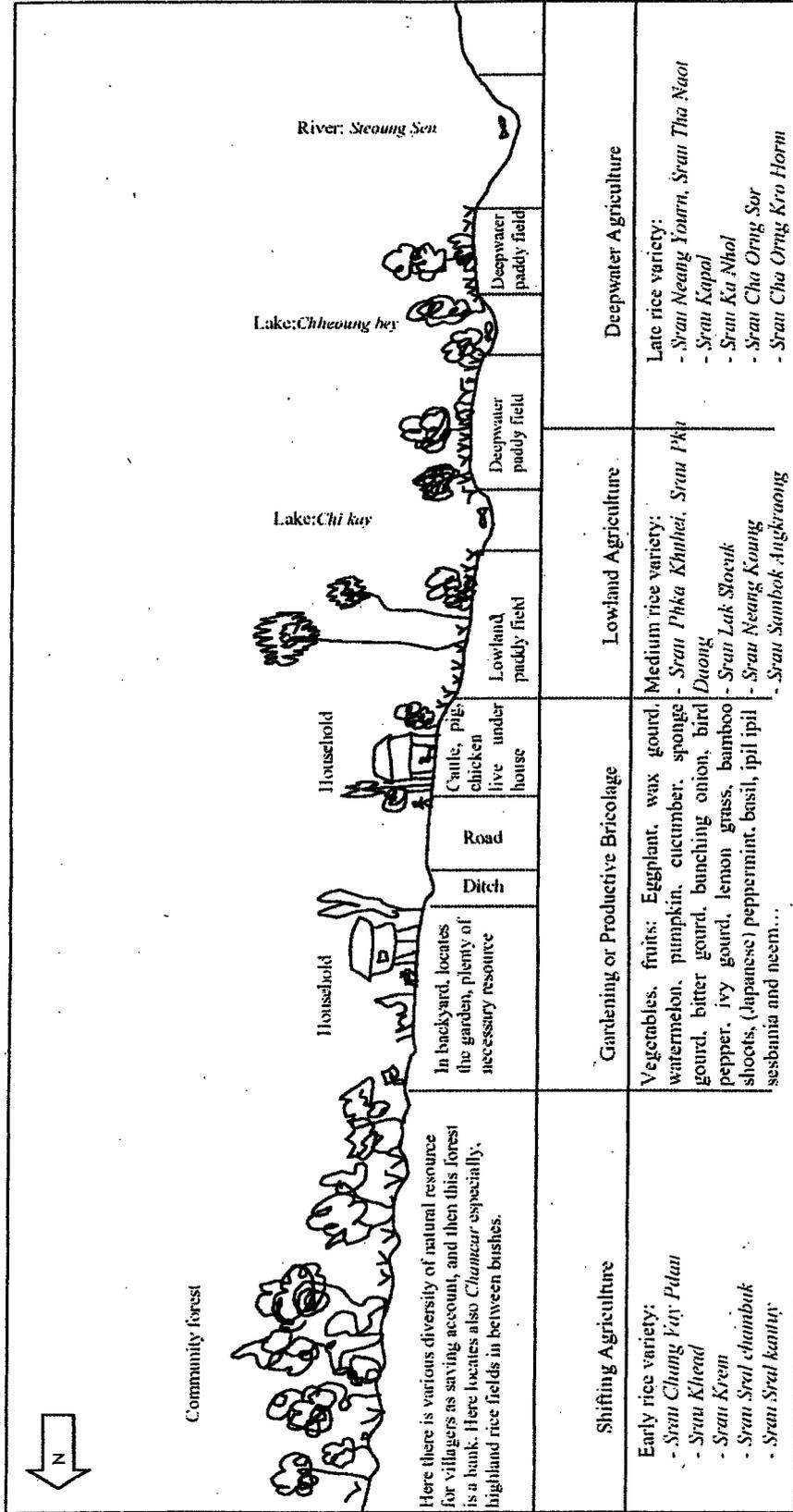
This provides a lesson, showing that if we don't give priority to the value systems of a society, an intervention cannot be fruitful but, on the contrary, result in spending time and effort for nothing. In the scheme of value systems described by *Beemans*, Vice-President of IDRC, he used the word "ontological needs," and in his foreword to *Ryan's* work, (Ryan, 1995) these needs are listed as: love of other, one's commitment and responsibility to family, clan, and community; self-worth, one's sense of dignity, honors, and respect; sexuality and gender, roles and relationships-both individual and social; work, both as a means of sustenance and as a creative act; beauty and joy, as expressed in dance, music, art, poetry, and play; a sense of the sacred and the transcendental, spirituality and formal religion; loyalty to the tribe, nation, or other ethnic identity; love of place, a sense of belonging here and not there; reverence for life, matter and spirit in nature, the origin of nature, and its relation to self; the unseen; ancestors; and life and death.

REFERENCES

- Dove Michael R., 1988. "Introduction: Traditional Culture and Development in Contemporary Indonesia" in Dove Michael, eds., *The Real and Imagine Role of Culture in Development: Case Study from Indonesia* (University of Hawaii Press, Honolulu), pp.1-37.
- Navuth Chay, 2002. *Society and Culture in a Village Central Cambvodia- A Search for Sustainable Agricultural Development* (Master thesis).
- Ryan William F. S.J., 1995. *Culture, Spirituality, and Economic Development Opening a Dialogue* (Canada: IDRC).



ECOLOGICAL PROFILE OF THE SAMBO VILLAGE

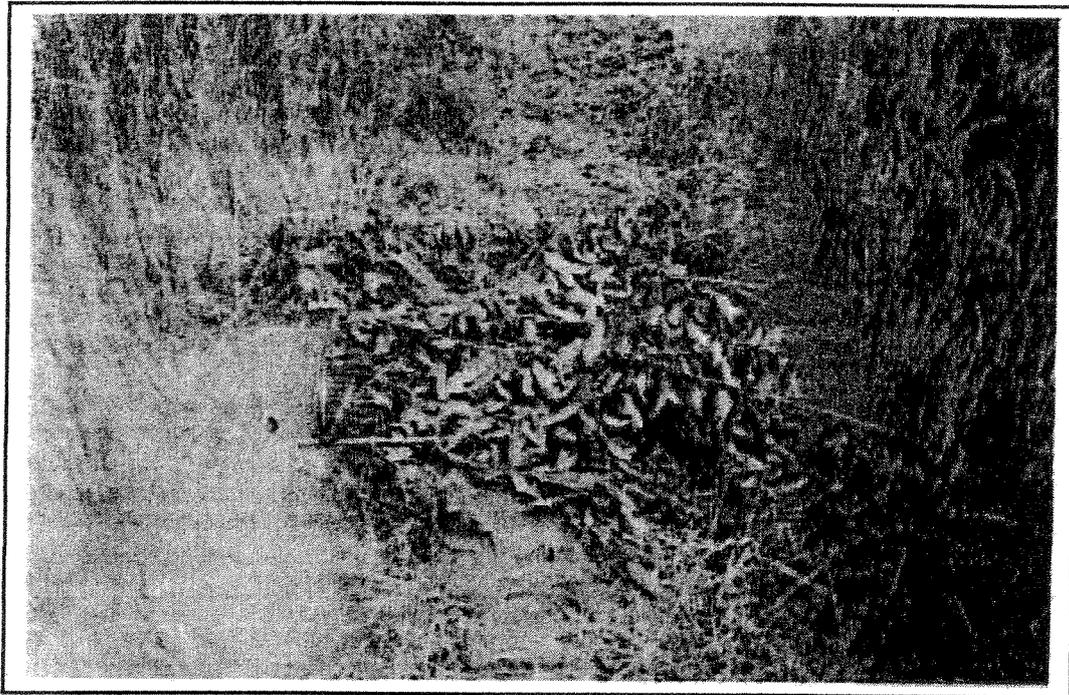


Picture 1. Top: an ox-cart road during the rainy season has another function as irrigation systems.
Down: while water flows into the rice field, the road is also still used as transportation.



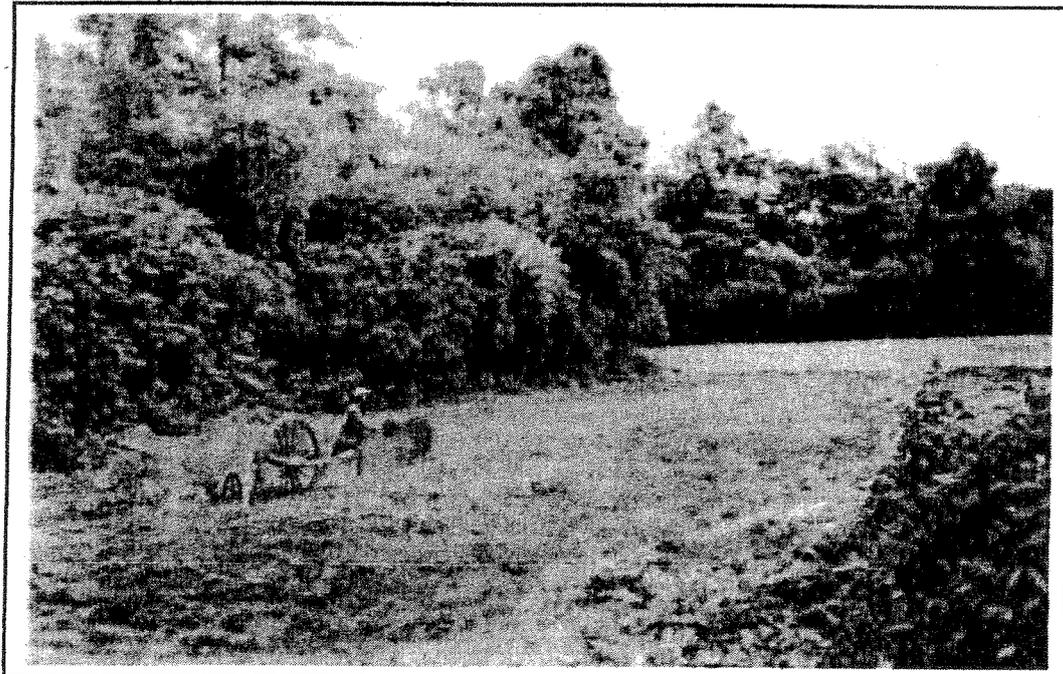
Source: Navuth 2002

Picture 2. Every rice field of *Sambo* has a water inflow passage in the north and an outflow passage in the south. This was designed according to the naturally high ground at the north and gradually low to the south. In this picture a water flow with a traditional fish trap (Trou): rice gets water, farmer gets fish.



Source: Navuth 2002

Picture 3. Farmer applies local fertilizer (cow dung) to his rice field.



Source: Navuth 2002

**PROCEEDINGS of the 1st International Conference
on Hydrology and Water Resources
in Asia Pacific Region**

Vol. 2

APHW2003

Organized by: **APHW**
Asia Pacific Association of
Hydrology and Water Resources

Pa-lu-lu Plaza, Kyoto, Japan
13-15 March 2003

Sponsored by:

- Special Coordination Funds for Promoting Science and Technology, MEXT;
- ACCU International Exchange Programme under the UNESCO/Japan Funds-in-Trust for the Promotion of International Cooperation and Mutual Understanding; and
- River Environment Fund

Geomorphologic Features and Flood Characters around Phnom Penh, Lower Mekong River Plain

KUBO Sumiko

School of Education, Waseda University, Tokyo, 169-8050 Japan. E-mail: sumik@waseda.jp

ABSTRACT: Four major rivers meet on the east side of Phnom Penh, an area considered to be the uppermost part of the Mekong Delta: the upper and lower Mekong, the Tonle Sap, and the Bassac. Based on aerial photo and satellite image interpretation, and on field reconnaissance, the geomorphologic features of the plain can be divided into: 1) surrounding uplands; 2) a gentle alluvial fan in the western area; 3) natural levees and back-marshes along the Mekong River; 4) relatively flat lowlands along the Tonle Sap River; and 5) anthropogenic features of the colmatage system along the Bassac River. Features that resulted from extreme flooding during the 2000 monsoon were examined. The water level of the Mekong River was highest at Phnom Penh, and a broad area of inundation resulted. The effects of flooding varied according to the nature of the underlying geomorphic features. No inundation took place over the uplands and the gentle fan. Almost all back-marshes along the Mekong River were inundated, whereas its natural levees were not. Flooding was pervasive along the Tonle Sap River, but comparatively light along the Bassac River.

1 INTRODUCTION

It has been suggested that global warming may cause more intense rainfall in some parts of the world. Whether they are the consequences of global warming or not, severe floods and resultant damage have been experienced in many parts of the Asia-Pacific region over the last two decades. For example, Bangladesh suffered from severe floods caused by heavy rainfalls in 1987, 1988 and 1998, and by a cyclone in 1993. The Yangtze river flooded in 1998, and the lower Mekong plain flooded in 1996 and 2000. Many of the world's flood-prone areas are in the developing world, and some are major production areas for primary crops such as rice. Rapid population growth in these regions is causing changes in land use, and increased vulnerability to flood hazards.

Proper planning and appropriate land use policies can be used to mitigate flood hazards; formulating such plans requires information on the nature, extent and frequency of flooding. Even though most alluvial plains have a relatively flat topography, micro-landforms such as natural levees and back-marshes are important to water movement. Natural levees are present along major rivers, forming slightly elevated features; they are formed by repeated deposition of over-bank silts during flooding. Back-marshes form behind these levees because of poor drainage. The distribution of these micro-landforms reflects the extent and magnitude of floods in a given area (Oya, 2001). Geomorphologic mapping has been used to provide basic information regarding floods on alluvial plains. Micro-landforms can be used to identify topographic variability, and predict the distribution of subsurface deposits and groundwater that will affect the extent of possible inundation during floods.

This study aimed to clarify geomorphologic characters and their relationship to floods in the lower Mekong Plain (Cambodia), as a means of facilitating flood risk reduction. The Quaternary sedimentary history of the plain was another focus of this study.

A geomorphologic map of the plain was produced using 1:50000 topographic maps produced in the 1960s and 1970s, 1:100000 maps compiled in 1999, and 1:25000 aerial photographs taken in 1992. SPOT satellite images were also used to assess the flooding that occurred in 2000. Field surveys were conducted along the major roads in 2001 and 2002. Hydrological data and study reports published by the Mekong River Commission were also used.

2 GEOMORPHOLOGIC FEATURES OF THE LOWER MEKONG PLAIN NEAR PHNOM PENH

The Mekong River originates in the eastern Tibetan Plateau (China), and flows through Yunnan Province. The Chinese section is about 2000 km long (Hori, 2000). After leaving China, the Mekong flows along the international border area of Myanmar, Thailand and Laos. Over 1500 km from the Chinese border, the Mekong leaves the Khorat Plateau and flows into the Cambodian Plain, where the great lake of Tonle Sap is located. It then splits into two rivers at Phnom Penh, the Bassac and the mainstream; this is considered to be the uppermost part of the Mekong Delta. From the Vietnamese border to the South China Sea, the river is characterized by typical delta

features.

Phnom Penh is located in the southern part of the Cambodian Plain (Fig. 1). The Tonle Sap River flows from Lake Tonle Sap to join with the Mekong at Phnom Penh, at the same point where the Bassac River splits from the Mekong. These river channels form a 'K' shape, giving the area around Phnom Penh its name 'Chaktomuk', or 'Four Arms' ('Quatre Bras' in French).

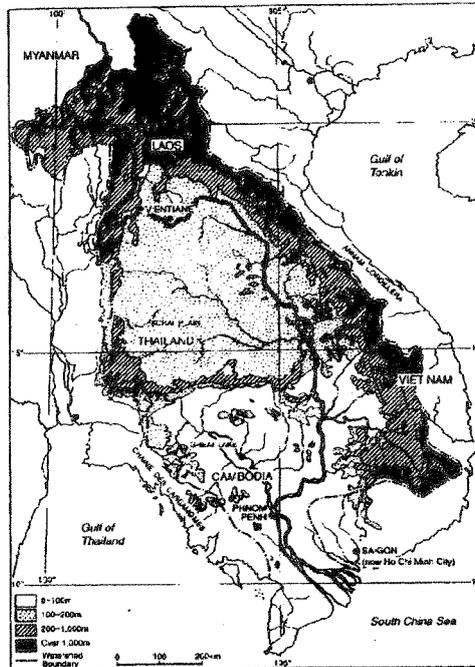


Figure 1. Map of the Lower Mekong Basin (Hori, 2000).

The Tonle Sap River connects Lake Tonle Sap with the Mekong. During the rainy season, the flow direction of the river reverses, and the lake acts as a floodwater-retarding reservoir, expanding in area by a factor of four. At the end of the rainy season, the flow direction of the Tonle Sap River reverts to draining into the Mekong once again.

A geomorphologic map of the Lower Mekong Plain near Phnom Penh was constructed using aerial photo and satellite image interpretation and field reconnaissance (Fig. 2). The geomorphologic features of the plain can be classified as:

- 1) higher ground of uplands surrounding the plain;
- 2) a gentle alluvial fan in the western area;
- 3) natural levees and back marshes along the Mekong;
- 4) comparatively flat topography along the Tonle Sap River; and
- 5) anthropogenic features of the colmatage system along the Bassac River.

Upland terraces surrounding the plain are separated from the lowlands by very low cliffs. Small valleys locally incise these uplands. Monadnocks (residual hills) and surrounding gentle slopes are present at Phnom Thuma Doh, in the southwest. This gentle slope is a pediment, and lacks streams and valleys. The margin of this pediment slope gradually merges with the surrounding plain. Some monadnocks, such as that of Wat Phnom in Phnom Penh, Phnom Baset, and Phnom Oudong, are isolated in the plain, like islands. Some isolated uplands are also present in the lowland area.

The western part of the plain also consists of slightly higher areas. A gentle alluvial fan is present along the Prek Tnaout, a small tributary originating in the western hills. The gradient of this gentle fan slope is about 1/1000, and riverbed deposits are mainly fine sand and silt. Natural-levee-like features present on this gentle fan have a west-east orientation. Abandoned meandering channels are locally present on the surface. The city of Phnom Penh is located at the eastern margin of this gentle fan.

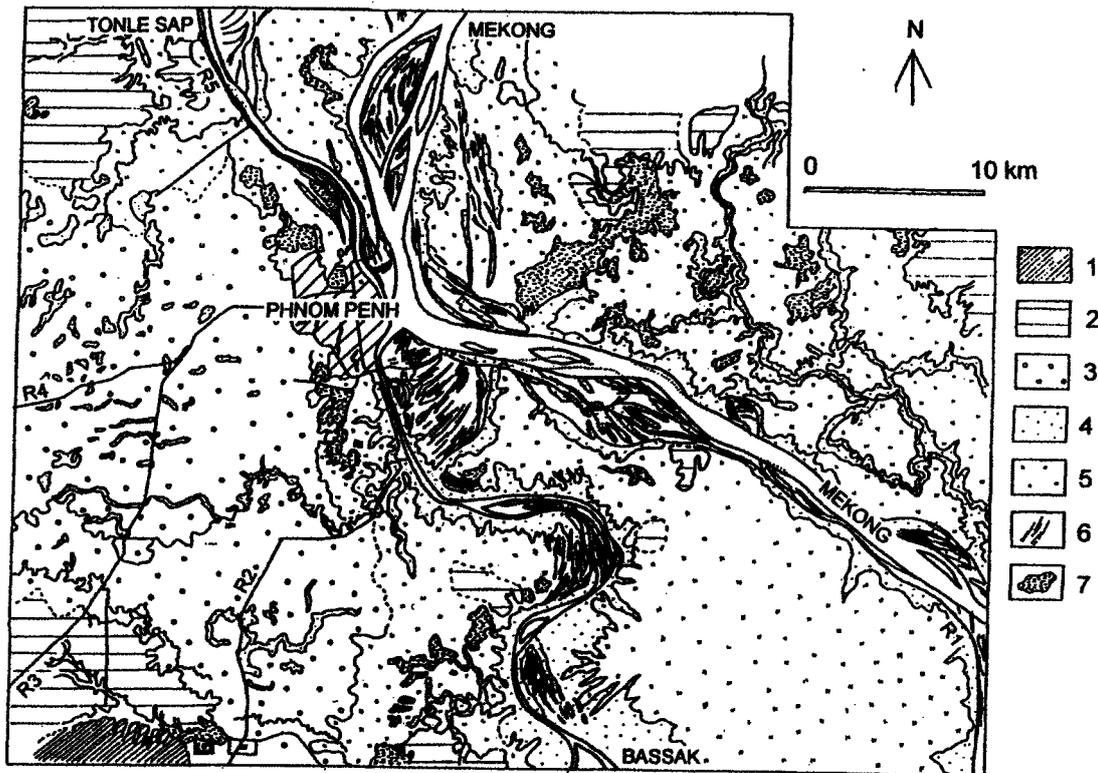


Figure 2. Geomorphologic Map around Phnom Penh

1: mountain and hill, 2: upland, 3: gentle fan, 4: natural levee, 5: back marsh, 6: former river channel, 7: pond, swamp

The eastern part of the plain, in contrast, is broad swampy lowland on the left bank of the Mekong River. The alluvial plain is delimited by uplands at its eastern margin. This broad lowland feature extends as far as Kompong Cham district, some 70 km upstream from Phnom Penh. This area is characterized by extensive natural levees and back-marshes, which distinguishes it from a typical delta. Natural levees are present along the main channel of the Mekong River, and along a distributary channel of Tonle Touch, but the natural levees along the Mekong are comparatively small in scale, with widths of less than 1000 m. Major roads and villages are situated on these narrow natural levees. Abandoned channels of the Mekong are not evident adjacent to the present channels, except in a few areas. In back-marsh areas, year-round stagnant water bodies called 'boeng' are widespread. No villages or roads are located in the back-marsh areas.

The Tonle Sap River channel is narrower than that of the mainstream Mekong. This river follows the western margin of the lowland. Natural levees are poorly developed, and swampy lowland occupies the eastern side.

The Bassac River diverges from the Mekong at Phnom Penh. From the split to about 8 km downstream, a number of parallel former channels connect the Bassac and the Mekong. The flow direction in these paleochannels is from the Mekong to the Bassac. Natural levees are locally present between former channels. In the lower reaches along the Bassac, so-called colmatage channels are present: this is a system of artificial channels perpendicular to the Bassac, which divert water into the back-marsh. These channels (or 'prek' to the local inhabitants) were created for irrigation and reclamation. Silt buildups have accumulated on both sides of these channels during flooding, forming human-induced features that resemble natural levees. As a result of the densely arranged channels and their associated silt deposits, a wide area that is similar to natural levees is present along the Bassac. Their plan form, however, is quite different from that of natural levees, because depositional areas are radial to each colmatage channel. In contrast to the Bassac, very few colmatage channels are present along the main channel of the Mekong.

3 REVIEW OF THE 2000 FLOOD

Floods are normal natural processes in the Lower Mekong Plain. The water level at Phnom Penh (Bassac) varies seasonally, from less than 2 m in the dry season to 8 to 10 m in the rainy season (MRC, 2001). Consequently, certain areas along the Mekong and Lake Tonle Sap are regularly inundated. The crop calendar for rice paddies and the colmatage channel system function on the basis of this water level change.

The Mekong River Basin has experienced major floods within these decades. Hydro-meteorological data for the Mekong River Basin have been recorded since the establishment of the Mekong River Committee in 1957 (in 1995 its name was changed to the Mekong River Commission). During this time, several major floods affected the basin. In the upper reaches (Laos), high water levels were recorded in 1961, 1966 and 1978. At Luang Prabang and Vientiane, water levels were highest in 1966, while in the lower reaches, at Phnom Penh, they were highest in 2000 (although data for 1975-1980 are lacking), and caused severe damage in the lower basin.

In normal years, the water level is at a minimum at the end of April, and gradually increases in June and July. High water levels are maintained from late August to early October. In 2000, however, the water level rose rapidly in July, two months earlier than normal. As a result, Lake Tonle Sap was full by the end of July, and the water level at Phnom Penh reached a flood state in early September. The water level recorded at Phnom Penh (Bassac) was 11.20 m on September 20th, 1.8 m higher than the mean level (9.40 m). In Cambodia and Vietnam, an area of about 40000 km² was inundated; 347 in Cambodia and 448 in Vietnam died, and more than 8 million people were affected (MRC, 2001).

The French satellite SPOT-2 took photographs of the lower Mekong Basin during the flood. Figure 3 shows a part of the plain on September 27. These satellite images have formed the basis for many flood studies.



Figure 3. SPOT image on September 27, 2000 (©CNES 2000).

4 FLOOD FEATURES AND LANDFORMS

The extreme flood in 2000 in the lower Mekong Plain near Phnom Penh resulted in the following features:

- In the upper reaches of the plain (near Kompong Cham), the Mekong overflowed its left bank.
- The water level at Phnom Penh (Bassac) was the highest (11.2 m) in 30 years, but did not overflow its banks.
- Water almost overflowed the Kop Srav Embankment in the north of Phnom Penh.
- The low-lying southern part of Phnom Penh City was inundated because of poor drainage.
- National Road #6A to the north was partly damaged.
- National Road #1 was damaged on the left bank near Neak Loelang, but not on the right bank.
- Artificial cuts were made in the left bank of the Mekong to drain backwater near Neak Loelang.

Generally speaking, direct damage to infrastructure was relatively small, in spite of the large area of flooding. This

was because overflowing of the Mekong occurred mainly on the left bank.

General relationships between flood state and micro landforms are summarized as follows:

- 1) Upland, pediment and monadnock areas were not inundated.
- 2) The gentle alluvial fan of the Prek Tnaout was not inundated, except for its low-lying southwestern part, in Phnom Penh. This part is located between the Prek Tnaout fan and the Tonle Sap and Bassac rivers. It is an urban area that is located outside the ring dike, where it is difficult to drain water.
- 3) The left bank of the Mekong was extensively inundated, except for where natural levees and upland terraces are well developed. On the left side of the Mekong at the city of Kompong Cham, National Road # 7 collapsed near a new bridge. In the lower reaches of the river, National Roads #1 and #11 were flooded on the left bank near the Neak Luong Ferry. National Road #11 remained closed until September 2001.
- 4) Floodwater flowed along the Tonle Sap river into Tonle Sap Lake. National Road #6A to the north was damaged at a bridge over a channel connecting the Mekong and Tonle Sap rivers. The Kop Srav Embankment, constructed to protect the north side of Phnom Penh, prevented flooding.
- 5) Very little area was inundated along the Bassac River, where water movement was predominantly through colmatage channels into back-marsh areas.

5 CONCLUDING REMARKS

Geomorphologic mapping of the lower Mekong Plain around Phnom Penh highlighted the geomorphologic features and their relation to flooding. The study area consists of natural levees and back-marshes along the major rivers (the Four Arms), an area with features that differ from those of a typical delta. The plain can be divided into five geomorphologic areas: 1) uplands; 2) a gentle alluvial fan in the west; 3) natural levees and back-marshes along the Mekong River; 4) flat lowlands along the Tonle Sap River; and 5) a colmatage system along the Bassac River.

The flood in 2000 resulted in the highest water levels in 30 years at Phnom Penh. In spite of this, major damage was limited to inundation of low-lying areas, and the city of Phnom Penh and main roads were not heavily damaged. The flooding was largely controlled by the distribution of geomorphologic features. Broad uplands, the gentle fan, and isolated uplands were not affected by flooding on this occasion, although flash-flooding might be possible in the fan. In the eastern area, severe inundation occurred in back-marsh areas along the Mekong, especially on the left bank; the only parts free from inundation were the natural levees. Widespread flooding took place along the Tonle Sap River. Minimal inundation occurred along the Bassac River, because of the extensive area of reclaimed land along the colmatage channels.

It is vital to study the geomorphologic nature of floodplains before further floods occur, and before structural countermeasures are prepared and developed. This kind of study is essential for establishing hazard maps for areas that are vulnerable to natural hazards such as floods. Administrative decision-makers need to take such information into account when formulating disaster-prevention and -recovery plans. In order to mitigate flood hazards and establish sustainable land-use practices, land-use, irrigation, cropping practices, and colmatage systems should be based on an understanding of geomorphologic features.

REFERENCES

- Hori, H. (2000). *The Mekong: Environment and Development*. United Nations University Press.
- Kubo, S. (2001). Geomorphological Features around 'Quatre Bras' (Phnom Penh and its environs) in the Lower Mekong River Basin and an Extreme Flood in 2000 --a Preliminary Study--, *Abstracts of the 5th International Conference on Geomorphology*, Tokyo
- Mekong River Commission (2001). *Proceedings of Consultation Workshop on Formulation of a Regional Strategy for Flood Management and Mitigation in the Mekong River Basin*.
- Oya, M. (2001). *Applied Geomorphology for Mitigation of Natural Hazards*. Kluwer Academic Publ.

ISSN 1345-8329

日本地理学会発表要旨集

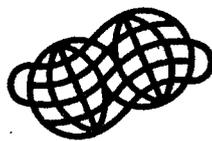
Proceedings of the General Meeting of the Association of Japanese Geographers

No.63

2003年度春季学術大会

3月29日～3月31日

東京大学



日本地理学会

2003

久保純子（早稲田大学）
KUBO Sumiko (Waseda Univ.)

キーワード：メコン川、プノンペン、表層地質、ボーリング資料
key words: The Mekong, Phnom Penh, subsurface geology, bore-hole logs

■プノンペン周辺平野の特色

報告者は 2001・2002 年度科学研究費、ならびに科学技術振興費（2002 年度）の助成により、メコン川下流部における地形調査を進めている。2001 年度はプノンペン周辺における微地形分布と過去 50 年間で最高水位となった 2000 年洪水との関係を報告した（KUBO, 2001；久保、2002）。

プノンペン市はメコン川下流部のカンボジア平原に位置する。トンレサップ湖からの支川トンレサップ川とメコン川が合流し、同時に派川のバサック川が分流するため、「四本の腕(Chaktomuk)」と呼ばれる。毎年雨季にはこれら 4 本の河川の周囲は広大な範囲が冠水し、またトンレサップ川はトンレサップ湖へと逆流する。この地域はメコンデルタに含められることが多いが、地形的には自然堤防・後背湿地地域であり、デルタ地域はほぼベトナム国境から下流とするのが適当であろう（TA *et al.*, 2002; KUBO, 2001）。

プノンペン市およびその周辺でおこなわれたボーリング資料を収集し、本地域の表層地質についての予察的調査をおこなったので報告する。

■プノンペン市内と周辺のボーリングデータ

公共事業交通省(MPWT)、農村開発省(MRD)、メコン河委員会(MRC)、国際協力事業団(JICA)、日本大使館等のご協力により、市内および周辺でおこなわれたボーリング資料を収集した。

①プノンペン市内

1993 年に日本の援助で修復されたチュルイチョンバー(Chroy Changvar)橋、日本大使館新庁舎などのほか、市内数か所のデータを入手した。

②プノンペン市周辺

国道 6A 号線、7 号線（メコン川橋梁）、プノンペン港、灌漑水路改修などのデータを入手した。

③深井戸データ

MRD/JICA により地下水調査の一環として、26 地点で最長約 150 m の深井戸調査がおこなわれた。そのうちプノンペン周辺 3 地点、南東部 3 地点の計 6 地点のデータを入手した。

■平野の地形と表層地質

今回の調査ではおおむね「西高東低」の基盤地形とそれを覆う主に砂泥質の堆積物、場所により軟弱な粘性土が分布することなどがわかった。

平野東部のコンボンチャム(Kampong Cham)付近より低地が広がるが、そのメコン川橋梁のデータでは、地下約 44 m まで主として砂からなり、一部礫が見られた。

プノンペンの北約 40 km の国道 6A 号線付近は後

背湿地が広がり、ボーリング資料でも地下約 24 m までほとんど粘土となるが、10 m 以深は N 値が高く、時代が古いことが予想される。

平野西部は台地や支川(Prek Tnaout)の扇状地からなり、後者における深井戸調査では深度 30 m 付近に基盤岩があり、その上に粗砂や礫を含む粘土や砂がみられた。

プノンペン市中心部にはワットプノム寺院のある基盤岩の残丘があり、チュルイチョンバー橋（地下約 7 m）、プノンペン港（地下約 17 m）でも比較的浅所に基盤岩がみられた。

日本大使館のある市街地南部では地下 36 m まで基盤岩はあらわれず、場所により厚い有機質粘土がみられた。また、メコン川沿いの灌漑施設のデータでも地下 27 m まで軟弱な粘土がつづくところがある。

平野東南部、メコン川左岸のスバイリエン州の深井戸データでは地下 130 m まで基盤岩はあらわれず、堆積物はすべて第四系とされている。物理探査の結果からも、プノンペン付近を通り南北方向に延びる東落ちの構造が予想されている。ただし左岸側にもバプノムという残丘があり、基盤の地形は複雑であると考える。

今後、現地でのボーリングを含め、さらにデータの収集が必要である。

ボーリング資料の収集にあたりご協力いただいた各機関に厚くお礼申し上げます。

(文献)

KUBO, 2001, Abstracts, 5th ICG (Trans. JGU: 22)

久保、2002、日本地理学会要旨集、No.61

TA *et al.*, 2002, Quaternary Science Reviews, 21: 1807-1819.

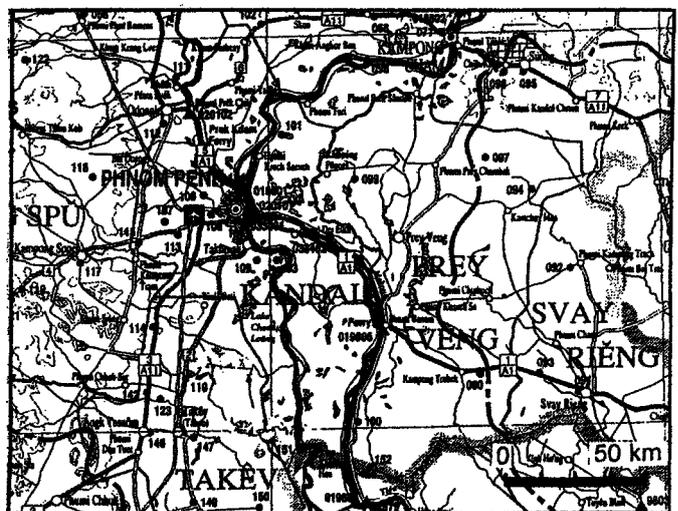


Fig. 1 Phnom Penh and environs (MOC/IDI, Japan)

カンボジア中部、ソンボープレイクック遺跡 (7世紀)の調査—1998・1999年度調査より—

古 城 泰
久 保 純 子

1. はじめに

ソンボープレイクック (Sambor Prei Kuk) 遺跡は、カンボジア中部のコンポントム (Kampong Thom) 州に位置し、プノンペン (Phnom Penh) の北約 150 km, アンコール (Angkor) 遺跡のあるシエムレアプ (Siem Reap) の南東約 150 km にある。12-13 世紀に全盛を迎えたアンコール遺跡群に先立つ、7 世紀の王都 (イシャナプラ) の跡といわれる重要な遺跡である。多数のレンガ造りのヒンドゥー教祠堂群が集中し、フランス統治時代から 1960 年代にかけてフランス極東学院 (EFEO; l'École Française d'Extrême-Orient) などによる調査が行われた。

カンボジア内戦終結後、1998 年より早稲田大学理工学部建築史研究室のグループ (中川 武教授、土屋 武助手—当時—) によるインベントリ調査が開始された。著者らのうち、古城 泰は考古学分野の担当で、1998 年度の第 1 回調査および 1999 年度の第 2 回調査に参加し、久保純子は地理学分野の担当で 1999 年度の第 2 回調査以降の調査に参加した。調査は 2002 年度も継続中である。

1998 年 12 月の第 1 回調査では古城 泰らにより、祠堂群の多く残る東側の地区以外にも、一辺約 2 km の環濠に囲まれた西側の地区やその周辺に、祠堂跡と思われるマウンドが多数確認された。1999 年 12 月から 2000 年 1 月にかけての第 2 回調査では、空中写真判読と GPS (Global Positioning System, 人工衛星による測位) を利用した広域遺跡・遺構調査を行った。第 2 回調査における遺跡の高精度 GPS 測位は慶應義塾大学の久保幸夫教授のグループが行った。さらに、古城 泰による関連調査として、プレアンコール期の周辺およびカンボジア国内他地域の遺跡踏査、プノンペンの国立博物館収蔵品のうち本遺跡出土遺物の調査、遺跡の石材調査、レンガの熱ルミネッセンス年代測定のための予備実験などが行われた。

調査の概要は日本建築学会 (下田ほか, 1999; 2000), 日本地理学会 (久保幸夫, 2000; 久保純子, 2001) 等で報告されているが、2000 年 6 月、調査の途上で著者の一人である古城が逝去し、第 1 回調査の報告書原稿が遺稿として残された。古城は第 2 回調査の結果をふまえて原稿を手直しするつもりであったが、未完のままとなった。このため、ソンボープレイクック遺跡調査の全体報告書に先立

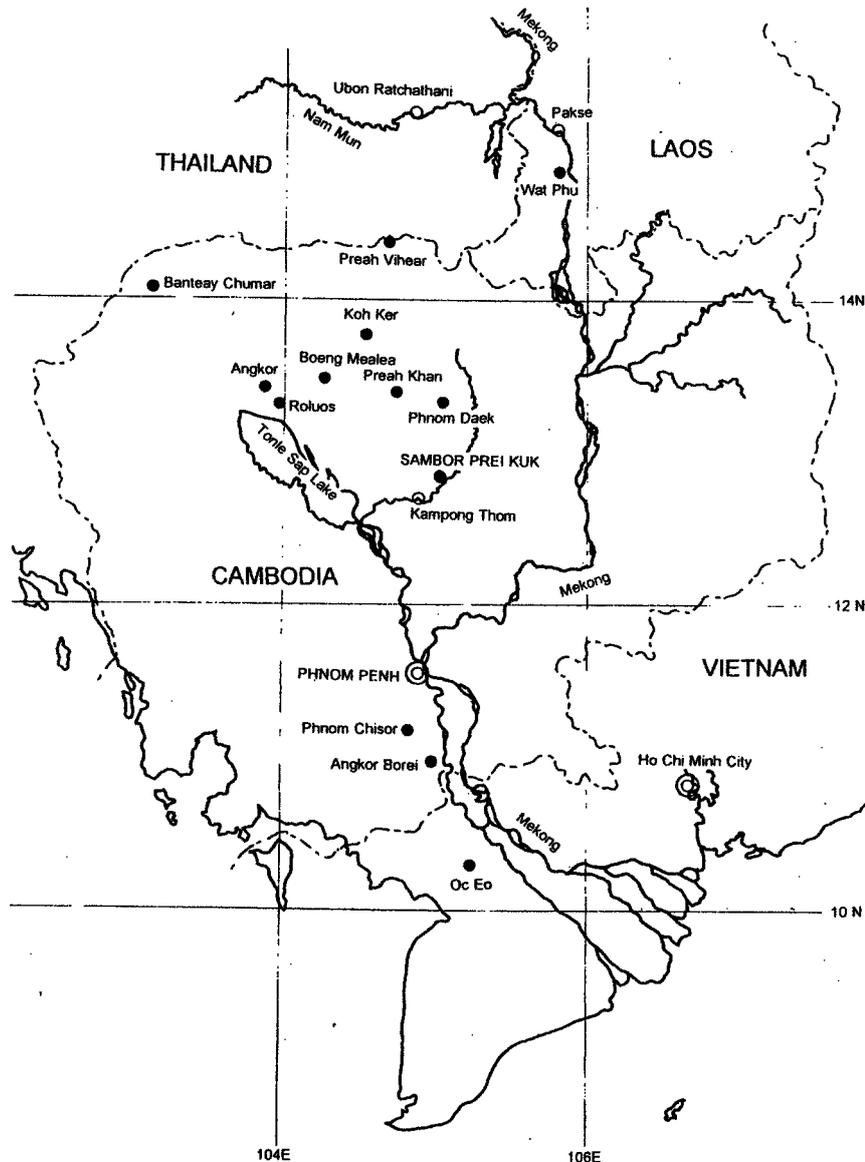


図1 カンボジアとその周辺のおもな遺跡の位置（久保作製）

ち、第1回・第2回調査結果のうち、考古学・地理学分野の調査速報として遺稿を公表することとした。古城の遺稿の一部に、久保の参加した第2回調査での成果を加えて加筆修正したものが本報告である。なお、熱ルミネッセンスによる年代測定については分析を担当した奈良教育大学の長友恒人教授の報告に委ね、周辺遺跡調査と石材調査については稿を改めて公表したい。

2. 遺跡の概要

カンボジアの歴史とおもな遺跡の分布を概観すると（図1参照）、紀元1世紀～550AC頃、メコンデルタにフナン（扶南/Funan/Phnom）という国があり、現在のインドや中国とも交易を行っていた。主な遺跡としてカンボジア南部のアンコールボーレイ（Angkor Borei）、ベトナムのオケオ（Oc Eo）

などが知られる (Briggs, 1951)。

7世紀の半ばに現在のラオス南部からチェンラ（真臘/Chenla）が南下し、フナンを併合してカンボジアを統一した。その後、「陸真臘」と「水真臘」に分裂したといわれるが、主な遺跡としてラオスのワットプー（Wat Phu）と統一時の王都ソンボープレイクックがあげられる。

9世紀初期にトンレサップ湖北岸のアンコール地域を都とする王朝が成立した。1432年までつづいたこの時代はアンコール時代と呼ばれる。最盛時には現在のタイ、ラオス、カンボジア、ベトナムに広がる大帝国となった。主な遺跡はアンコールワット（Angkor Wat）やアンコールトム（Angkor Thom）などのアンコール遺跡群のほか、コーケー（Koh Ker）やプレアビヒア（Preah Vihear）など大規模遺跡が知られる。

ソンボープレイクック遺跡は中国史書（隋書）によれば611～635年頃の伊奢那城（イシャナプラ）の跡であり、プレアンコール期のもっとも主要な遺跡である。ラオスのワットプーとアンコールの間、コンポントム州中部、コンポントム市の北東約22 kmの所にある。遺跡の東方にはトンレサップ湖へ注ぐ主要な支流であるセン川（Stoeng Sen）が南流し、遺跡はセン川の低地に面する標高20 mほどの台地上の森の中にある。約1 km四方の地域に約100棟のレンガ造りのヒンドゥー教祠堂と、リングアやヨニなどの石造物、多くのヒンドゥー神像や石像が残されていた。石像の一部は、現在プノンベンの国立博物館やコンポントム州文化芸術局に保管されている。

フランス統治時代から1960年代にかけてはフランス極東学院（EFEO）による調査が行われ（Parmentier, 1927）、また、現在は文化芸術省やコンポントム州文化芸術局で遺跡の目録を作成して保存活動をすすめている。このほか、最近ではTranetによる紹介書（Tranet, 1997）などもある。

早稲田大学による1998年の第1回調査以来、祠堂の実測・図面作成がすすめられた。また、祠堂群の多く残るセン川寄り（東側）の地区以外にも、一辺約2 kmの環濠に囲まれた西側地区などに祠堂跡と思われるマウンドが多数確認され、遺構の分布確認調査が続けられている。これらの調査と平行して、早稲田大学と現地の文化芸術局の協力により、遺跡の保存・修復計画の立案がすすめられている。

3. 遺構の分布確認調査

ソンボープレイクック遺跡は、半島状の台地上に祠堂が集中する東側の地区と、北から南へ流れる小河川オーグルグガイ（O Grukghai）の谷を隔てて西側に位置し、南・北・西の三方を「環濠」で囲まれた西側の地区とからなる。東側の台地の縁からは、セン川沿いの低地を東西に伸びる「参道」が2本認められ、周囲には方形の溜池がいくつか分布する（図2）。便宜的にオーグルグガイ川の谷を境にそれぞれの地区を西区、東区と呼ぶこととする。

東区は大きく北祠堂群（N群）・中央祠堂群（C群）・南祠堂群（S群）と、周辺に散財する祠堂群からなる。台地の縁からは2本の参道がそれぞれ東へ延びている。このうち南側のものは、セン川の右岸に位置するコンポンチュートアル（Kampong Chheuteal）村の西端に達しているが、北側の参道は

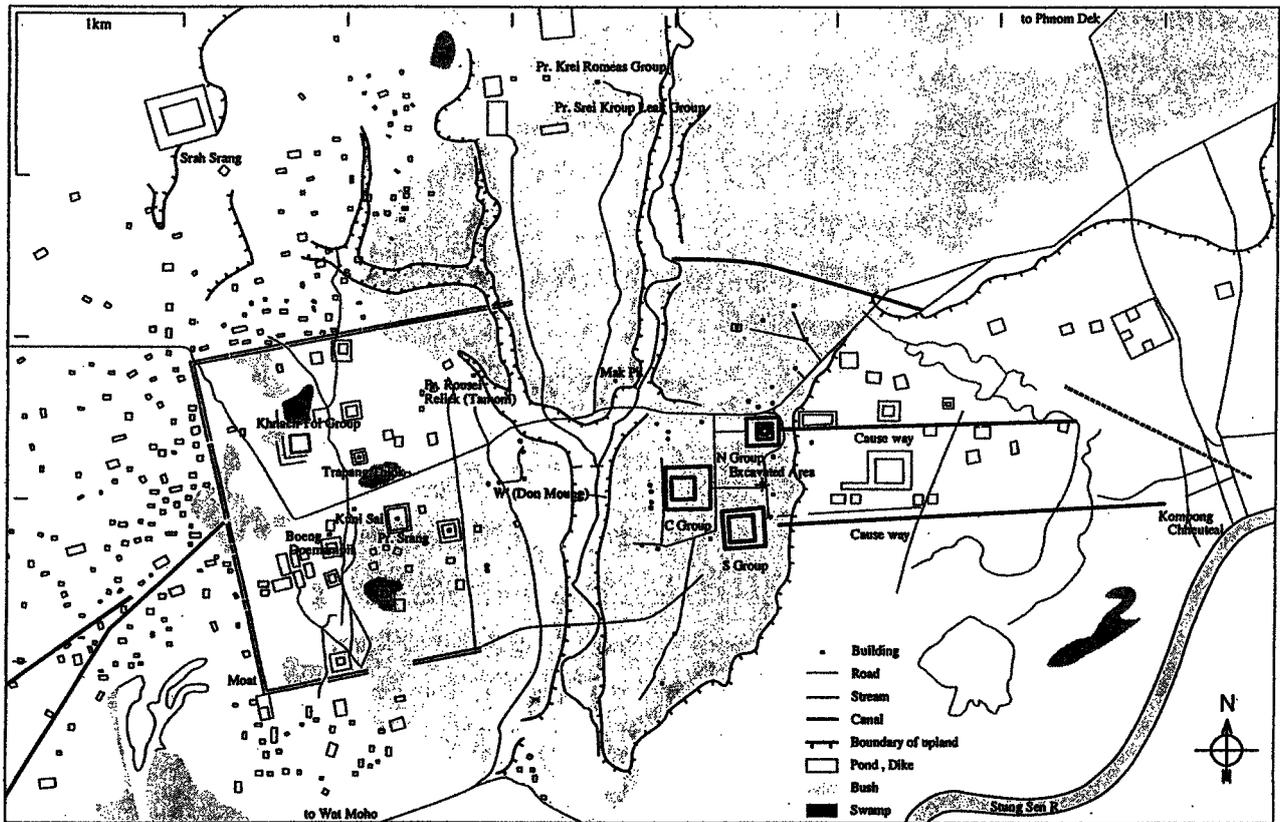


図2 ソンボープレイクック遺跡とその周辺（下田ほか，2000に加筆；1998，1999年度調査）

村の北西の水田の中で消滅している。

一方、西区には祠堂がほとんど認められないが、周囲に直線状の濠の跡が明瞭に認められ、かつての王城の範囲を示すと考えられる。参道や濠などこれらの遺構は、1992年撮影の空中写真（縮尺およそ1/25000，FINNMAP撮影）では明瞭に読みとることができる（写真1）。このため、空中写真の判読とあわせて遺跡・遺構の現地踏査をおこなった。また、1999年度はGPSによる測位をあわせておこなった。

3.1 東参道の調査

遺跡周辺の空中写真（写真1）を見ると、祠堂群のある遺跡東部からセン川岸にあるコンボンチュートアルの村に向けて平行する二本の道が水田の中を東に伸びているのが確認できる。この道は幅15m位の土堤状に土を盛って作られたものであるが、現在は道として使われていないため藪に覆われている。踏査の結果、この二本の道のうち北側のものは北祠堂群（N群）正面から、南側のものは南祠堂群（S群）正面から東に伸びていることがわかった。従ってこれらの道はこれら南北祠堂群への参道とみなすことができる。

南側参道のうち遺跡東区に近い部分では、これと平行して参道のすぐ北に同様な道が東に向かって伸びている。そしてこの道がちょうど途切れた地点には、南北参道にはさまれる形でベンクラカイモ

ア(Boeng Klakaic Moa)と呼ばれる大規模な貯水池（東西南北約200 m × 200 mの正方形）が作られている（写真2）。また北側の参道のうち遺跡東区に近い部分にも、大規模な長方形の貯水池が参道北側に沿う形で作られている。これらの貯水池は四周を土堤で囲まれたもので、現在も水面や湿地となっている。

南側の参道はコンボンチュートアル村の西端に達しているが、村の中では追跡できなくなる。



写真1 ソンボープレイクック付近の空中写真（1992年FINNMAP撮影）

北側の参道を北祠堂群正門から約100 m東へ行ったところに、きれいに整形された砂岩製の円盤（直径158 cm, 厚さ20 cm）があった（写真3）。この石製の円盤はヨニとは異なり中心に穴を持たず、何かの台座であった可能性がある。円盤の一方の端から円盤の下に向かって盗掘のための穴が掘られている。同様な円盤は南祠堂群の内廓にも認められた。

北側の参道は村の北西の水田の中で消滅しているが、空中写真の判読と現地踏査により、コンボンチュートアル村の東側から北西に延びる運河状の遺構が認められ、参道はこの延長と接するところで終わっていることがわかった。

今後の詳しい調査が必要であるが、セン川河畔のコンボンチュートアルから、運河と参道により東区に向かうメインルートがあったのではないと思われる。

3.2 西区の踏査

東区とは対照的に、西区内に現存する祠堂の数は非常に少ない。オーグルッガイ川沿いのマックピー(Mak Pi)、マックピー北西のプラサートタモン(Prasat Tamon/ Pr. Rousei Reliek)、同じく南西のドンムオン(Don MOUNG/ W')などわずかである。しかし、1998年度に現地の村人の案内で西区の踏査を行い、文化芸術局作成の遺構分布図には記載されていない幾つかの祠堂社を新たに確認する

ことができた。これらは翌1999年度、空中写真とGPSにより位置を確認した。

すべての祠堂は地上部分が崩壊し、マウンド上に建物の基部ないし地下部分が残されているにすぎないが、それらも藪や草に覆われ、空中写真では位置を確認することができなかったが、いくつかの盛土状の構造は判読することができた。

3.2.1 西区環濠の踏査

空中写真では低い湿地あるいは水面が直線状に連続し、人工的な構造であることが明瞭である。環濠の幅は約20mほどである（写真4）。さらに、環濠の北西隅では内側に幅20m程度の盛土地が明瞭に認められたが、付近に建造物などの遺構は確認できなかった。

3.2.2 プラサート プラン (Prasat Prang) (写真5)

西区のほぼ中央部にある。樹林と藪の中のマウンドの頂上に四角い穴があり、その周囲にレンガが散乱している。四角い穴はレンガ造りの祠堂の基部である。

空中写真でははっきりした盛土地として周囲より高く判読され、村人の話ではこのマウンドの北東から東側にスラ（方池）が三つあるといい、そのあたりは低く湿地状になっている。

3.2.3 プラサート クナイトール (Prasat Knach Tol) (写真6)

西区北西部にあり、コンプレックスとして確認された遺跡である。周壁内に4基のマウンドと一つのスラ（方池）が確認される。4基のマウンドの内、3基はほぼ等間隔で南北に並び（北から順にA、B、Cとする）、一番南のマウンドの南東にもう一つのマウンド（D）がある。スラはマウンドAの西側にある。いずれのマウンドも中央に祠堂の基部ないし地下部分にあたる穴があるのみで、建物の地上部分はほぼ完全に崩壊してしまっている。マウンドAの祠堂プランは八角形で、床面には大きな正方形の穴がもう一段掘られている。祠堂地下部分の東側は壁がなく入口が作られている。入口前に四角形の石板によるヨニ（側面に文様あり）が、祠堂内に同じくヨニの一部と見られる円形の砂岩板が散乱している（写真7）。マウンドAとBの間の平坦部分やや東寄りの地点には、埋ったラテライト製円柱を半分掘り出した状態になった穴がある。

マウンドBとCの祠堂プランは正方形だが、草で覆われているため床中央にあると思われる穴は観察する事ができなかった。両祠堂とも東側に入口の開口がある。マウンドBでは入口に頁岩と思われる石製の階段がつけられており、この前面に石製の円形ヨニおよび砂岩柱が、マウンド斜面にはレンガが散乱している。一方、マウンドCの入口の前にはリントル（まぐさ石）、入口敷き石、四角形のヨニの破片等が散乱している（写真8）。マウンドD祠堂のプランは草に覆われているためよくわからないが、マウンドの形態から見て入口は東にあったと思われる。入口部分にはラテライト製の円柱が立っているが、その円柱を掘り出すために後になってから掘られた穴がある。その穴の北から東側にはこの穴を掘る時掘り出されたと思われるラテライトブロックが多数散乱している。マウンド南西の裾部分にもラテライト製の円柱が立っている。

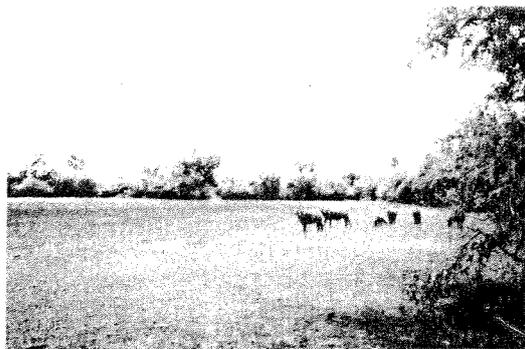


写真2 ベンクラカイモア (1998. 12 古城)

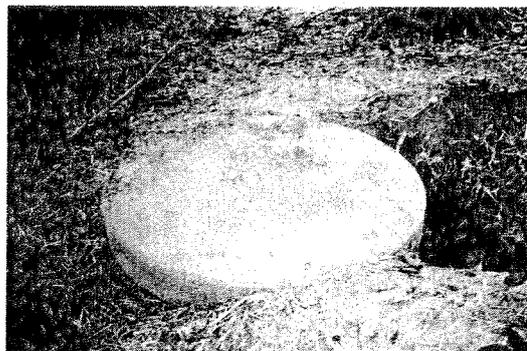


写真3 北側参道にある石製円盤 (1998. 12 古城)



写真4 西側地区の環濠 (1999. 12 久保)



写真5 プラサートプランのマウンド (1998. 12 古城)



写真6 クナイトゥール遺跡 (2000. 12 久保)



写真7 クナイトゥール マウンドA 正面 (1998. 12 古城)



写真8 クナイトゥール マウンドB
正面にある砂岩製ヨニ (1998. 12 古城)

3.2.4 トラペアン スロテイ (Trapeang Srotei)

ブラサート プランの北側にあり、周囲を環濠に囲まれた方形の遺構で、四角い穴をもつマウンドがあり、周囲に暗赤色砂岩のリンテルの断片とコロネット(装飾柱)、砂岩ブロックなどが認められる(写真9)。

3.2.5 ブラサート クニー サイ (Prasat Khni Sai)

1998年度に踏査したもので、西区のブラサート タモンの北方にある(2001・2002年度の調査で位置を確認)。藪の中にあるマウンドの中心に祠堂の基部から地下部分のみが残っている(写真10)。東に入口を持つ方形の祠堂(東西253 cm, 南北298 cm, 深さ170 cm)の床中央に、東西143 cm, 南北123 cm, 深さ100 cm以上の穴が掘られている(写真11)。祠堂の壁はラテライトブロック、中央の穴の壁はレンガで作られている。祠堂南東隅の床面から約120 cm程上の所に天井を支えていたと思われる砂岩のフックがついている。入口前面のマウンド斜面には二つの連続した大きな落ち込みがある。マウンドの斜面や下には、装飾のある砂岩片(写真12)、ソーマストラ(砂岩ブロックに溝を掘込んだもの、幅32 cm)(写真13)、砂岩角材(長さ122 cm, 幅31 cm, 厚さ20 cm)、大型ラテライトブロック(縦40 cm, 横37 cm, 厚さ14 cm)等が散乱している。

3.2.6 その他の遺構

ブラサート(1):西区に南から入る南北方向の道と、東区祠堂群へ行く東西方向の道との交差点から西へ数百メートル行った所に小学校(オーグルッガイ小学校)があり、この小学校の南約150 mの所にマウンドがある。このマウンド頂上には穴があり、周囲にレンガが散乱している。

ブラサート(2):西区東部のドンムオン祠堂群(W'1)への入口交差点から少し北に行った所の道の西側にある人家(Sok Roe 婦人宅)の庭にマウンドがある。マウンドの頂上には穴があり、周囲にラテライトブロックが散乱しているが、レンガは全く認められない。この家の裏(西側)にはラテライトの護岸のある四角形のスラがある。

ブラサート(3):上記W'祠堂群へ行く道の南側にある家(Cin Sao 氏宅)の裏にマウンドがある。頂上に穴があり周囲にレンガが散乱している。

これら以外にも、祠堂跡のマウンドは西区の各所に多数確認されているため、稿を改めて報告したい。

スラなど:西区環濠の内外に多数のスラ(方池)が認められる。また、環濠以外にも小規模な堀が多数分布することが空中写真判読と現地踏査から確認された。

3.3 スラスラン(Sras Srang)の調査

遺跡西区外側の北から西の地域には、多数の溜め池が集中しているが、これらのうち西区北西隅から1.3 km程北へ行った所にスラスラン(沐浴池の意)と呼ばれる遺跡周辺では最大(東西約220 m, 南北約150 mの方形)の溜め池がある(図2参照)。この溜め池は周りを藪に覆われた土堤に囲まれて

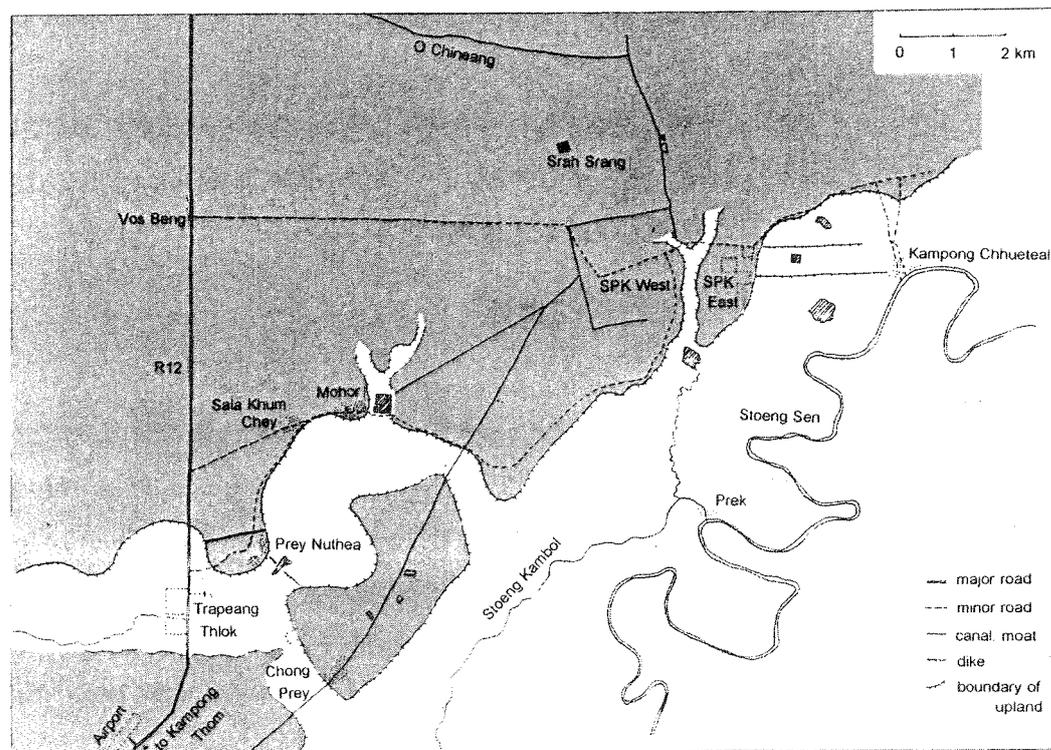


図3 ソンボープレイクック遺跡周辺の運河状遺構 (空中写真判読による)

いるが、南側の土堤上の池南西隅に近い所にラテライトの小礫が多量に散乱している箇所が認められた。また、現地の村人の話では、かつて池の中心には四本の石柱が立っており、今でも倒れた石柱が水の中にあると言う。古城らが踏査した時 (1998年12月15日)、池には土堤近くまで水があったため、残念ながらこの石柱の有無を確かめることはできなかった。

3.4 水路状遺構

西区の環濠や、東区の参道とセン川を結ぶ水路以外にも、空中写真では遺跡周囲の広い範囲に水路状の遺構が認められる。これらのうちいくつかは実際に現地で構造を確認した。

東区の半島状台地を横切る水路：ソンボープ村 (Phum Sambor) の西側に小さな橋があるが、この西方に、ゆるいカーブを描きながらほぼ東西に走り、台地を横断する人工水路の遺構が確認された。現在は湿地や水田として残されているが、幅20 m程度の直線的な低地であり、セン川沿いのコンポチュートアルから北西へ延びる堀と、遺跡中央部のオーグルグアイ川の谷を結ぶ水路と判断される。オーグルグアイ川の谷にはこの水路に続く土手が認められる。

西区環濠に続く水路：環濠の西側部分の中央部から南西方向へ向かう水路状の遺構が追跡できる。約500 mほど離れたところから二手に分かれ、一つは西南西のモホー村 (Phum Mohor) の東にある大規模な貯水池 Barai Mohor につながる。もう一つは南西方向に延び、台地の縁をはなれたあと再び島状の台地中央を直線的に横断し、ワットアインクマー (Wat En Khmar) 方面に延びている (図

3)。これらの水路の接続する西側環濠中央部に、かつては西区(王城)に入るための門のようなものがあったのかもしれない。

オー チュニアン (O Chunean) : 環濠の東北隅からはほぼ真北へ2 kmほど延びる水路はそこから西北西へ続き、空中写真上で連続して追跡することができる。約15 km離れた国道沿いでもこの続きの水路状遺構を確認した。空中写真ではさらに10 km以上連続している。

4. ソンボープレイクック遺跡の考古学的調査

4.1 発掘調査

ソンボープレイクック遺跡は、1962年にフランス極東学院のベルナール フィリップ グロリエ (Bernard Philippe Groslier) により発掘調査が行われている(近森1967:18)。この時は「居住地遺跡」で発掘が行われたとされているので、祠堂の集中する東区ではなく、濠に囲まれた西区ないし濠の外で発掘が行われた可能性がある。この発掘では七つの文化層が確認され、遺跡が7世紀から16世紀まで連続して都市として機能していたことが明らかになるとともに、7世紀頃のものと思われる大きな穴の中に底部だけを割った多数の壺が埋められた遺構も発見されたという(近森1967:19)。グロリエ自身は、この発掘の詳細を公表しないままこの世を去った。

今回ソンボープレイクック遺跡の調査中、フランス人が以前行った発掘調査に参加したことがあるという近在の村人 (Lach Meas氏, 1998年当時56才) に会うことができ、当時の発掘箇所、発掘状況などについて情報を得ることができた。Lach氏の話によると、発掘には遺跡近くに住む村人が多数参加したが、このうち現在まで生き残っているのは彼一人であるという。発掘があったのは、彼が25才の時(1966年ないし67年頃か?)で、乾季の12月にはじまり、2か月から4か月間調査が続けられたという。調査は遺物包含層を求めていろいろな場所を地表下2 mまで掘り下げ、その過程で遺物が発見されれば本格的発掘を行い、遺物が発見されなければ次の場所へ移るといった方法で行われたという。この結果、以下の3か所で遺物が発見され、本格的な発掘が行われたとされる。

- (1) 中央祠堂群 (C群) 正門から東に伸びる道と南祠堂群 (S群) 正門前を南北に走る道との交差点北西の林の中。
- (2) 同上交差点南西の林の中。
- (3) 中央群祠堂正門から東へ入った林の中。

これら3か所のうち、(1)については現場を踏査して、埋め戻されずに残っている当時の発掘トレンチを実際に確認した(写真14)。トレンチは上に述べた交差点から、道を94 m程北に行った所で道西側の林の中に40 m程入った地点にある。トレンチは南北15 m、幅5 mで三つの発掘区に等分されている。中央の発掘区の東西には、後から拡張したと思われる小発掘区(東西3 m、南北2.5 m)が付け加えられている。トレンチの深さは1 mから1.5 mで壁には陶磁器・素焼き土器片を中心とする多数の遺物が露出している(写真15)。他の二つの発掘箇所については、時間がなく実際に踏査して場所を確認することはできなかったが、話によるとこれら2か所もトレンチが埋め戻されずに残って

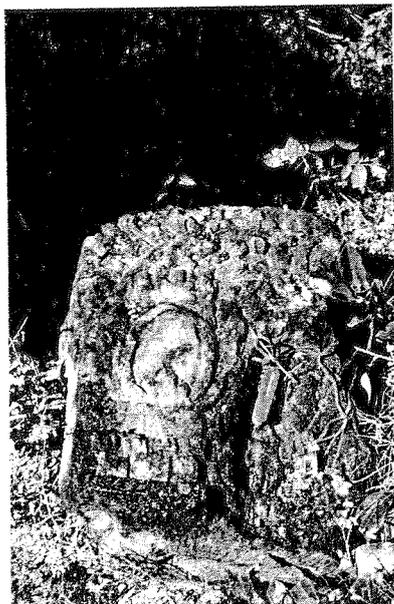


写真9 トロペアン스로テイ
(1999. 12 久保)



写真10 プラサートクニーサイ正面
(1998. 12 古城)



写真11 プラサートクニーサイ内部
(1998. 12 古城)

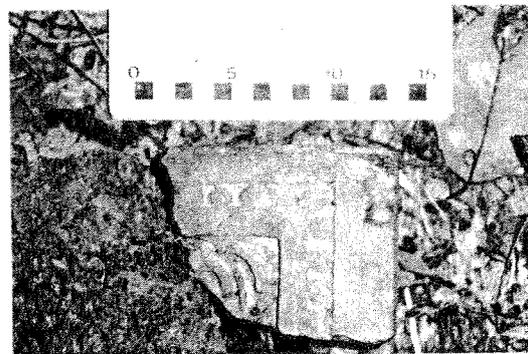


写真12 装飾のある砂岩 (プラサートクニーサイ; 1998. 12 古城)

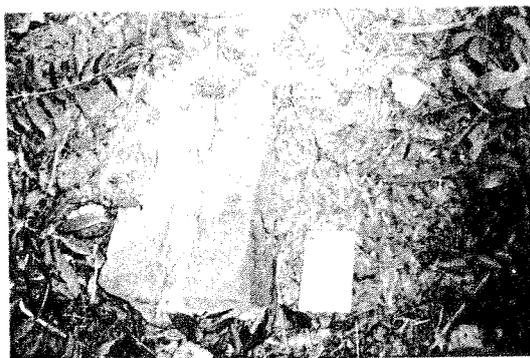


写真13 ソーマストラ (プラサートクニーサイ; 1998. 12 古城)



写真14 ソンボープレイクック遺跡のグロリエ
発掘トレンチ (1998. 12 古城)

いるという。

以上のように、この村人が参加した発掘調査は、調査が行われたという年や発掘箇所からみて、1962年の調査ではなかったと思われる。1960年代後半にフランス極東学院がソンボープレイクック遺跡で発掘調査を行ったかどうかは確認できていないが、62年に遺跡の居住域で最初の調査を行ったグロリエが、60年代後半に今度は祠堂域で調査を行った可能性は考えられないことではない。

いずれにしても踏査した地点の一つには多量の遺物が包含されており、ほかの二地点とあわせてこれらの地点が持っていた性格の解明が今後の重要な課題となる。

1999年度調査では、古城を中心にプノンベン芸術大学の学生・卒業生とともに上記（1）トレンチの試掘をおこなった。多数の土器片が発掘されたが、古城の逝去により調査は中断した。試掘調査の報告については、発掘に参加したプノンベン芸大生の報告を待ちたい。

4.2 国立博物館収蔵のソンボープレイクック遺跡出土遺物調査

プノンベンにあるカンボジア国立博物館地下の収蔵庫には、グロリエによるソンボープレイクック遺跡の1962年発掘遺物が保管されている。筆者（古城）は1998年12月25、29、30日の三日間、収蔵庫内に収蔵されているこの遺跡の発掘資料のすべてを実見し、主要な遺物については写真撮影を行う事ができた。但し収蔵庫内の照明は非常に暗く、また時間も限られていたため詳しい観察のできなかった遺物も多い。

遺物は8個の木箱（長さ40 cm、幅20 cm、高さ20 cm位のもの7個とこの半分位の大きさの箱1個）に収められ、大部分の遺物には注記がある。注記は意味不明の数字とアルファベットの組み合わせ（10M.17, 38L.12, 51B/B等）の前に必ずSPKないし62.SPKと記してある事から、ソンボープレイクック遺跡の1962年発掘遺物であることは間違いない。

遺物は素焼き土器・陶磁器を中心として、用途不明土製品（写真16）、平瓦、石製スタンプ、彫刻のある石片、石板、石棒、石製円盤その他の用途不明石製品、水晶、青銅製リング、鉄の薄板を折曲げたもの他の鉄製品（写真17）、不明鉱石（鉛？）等多彩なものがある。陶磁器の中には完形のものや欠損部分を石膏で復元したもの（いずれも小型の容器に限る）も少数あるが、大部分は破片である。陶磁器には中国製、東南アジア製、およびクメール陶器（おそらく11世紀から12世紀のもの）（写真18）が含まれる。中国製陶磁器には、景德鎮窯（写真19）、龍泉窯、同安窯、徳化窯等で11世紀から14世紀に作られたと思われるものが多く含まれる一方、これより古いと思われるものは唐三彩系（写真20）のものが若干あるだけである。素焼き土器は壺、水差しを中心とするが、注口のあるもの（写真21）、彩文のもの、全面赤色塗彩のもの、沈線、段、隆起線等による文様をもつもの、胎土に植物繊維を多量に混入したもの、非常に厚手で粗製のもの、非常に硬く堅牢なもの等、色々なものが含まれる。

これらの遺物の中で平瓦は、祠堂とは異なる屋根のつくりを持つ高級建物が（西区に？）あった事を示す点で重要である。又、鉄製品については、後述するプノムダエックの鉄との関係を明らかにす

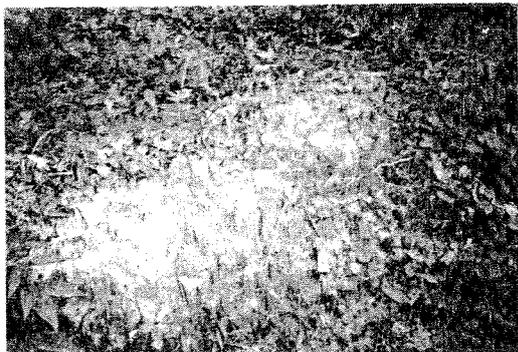


写真 15 トレンチ壁に露出した土器片
(1998. 12 古城)

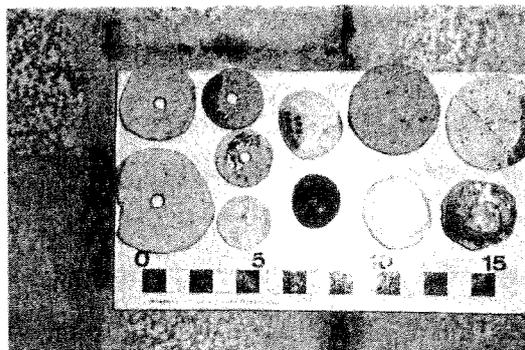


写真 16 グロリエ発掘遺物 土製品
(1998. 12 古城)

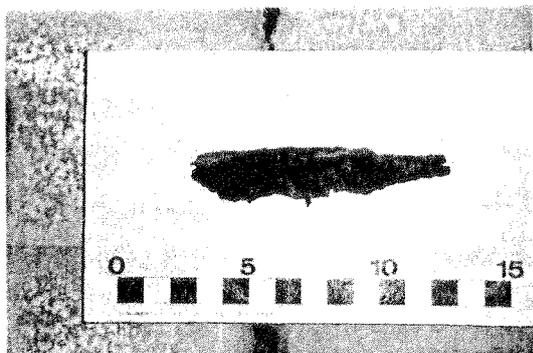


写真 17 グロリエ発掘遺物 鉄器
(1998. 12 古城)



写真 18 グロリエ発掘遺物 クメール陶器
(11-12 世紀; 1998. 12 古城)

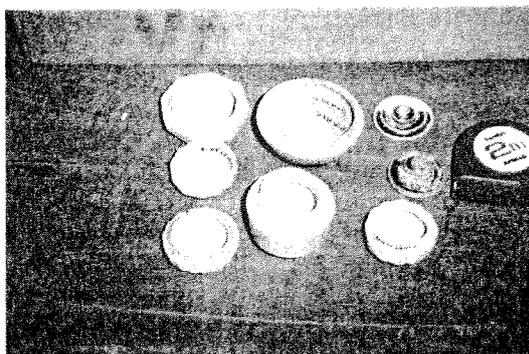


写真 19 グロリエ発掘遺物 中国陶磁器
(景德鎮 12 世紀; 1998. 12 古城)

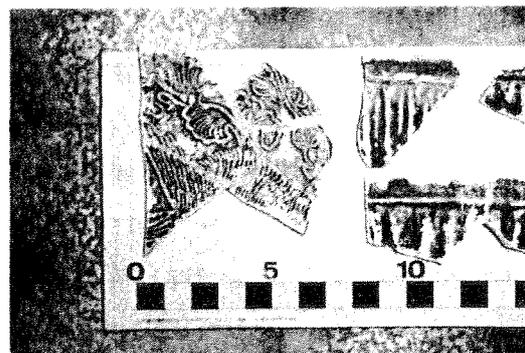


写真 20 グロリエ発掘遺物 中国陶磁器
(唐三彩系; 1998. 12 古城)

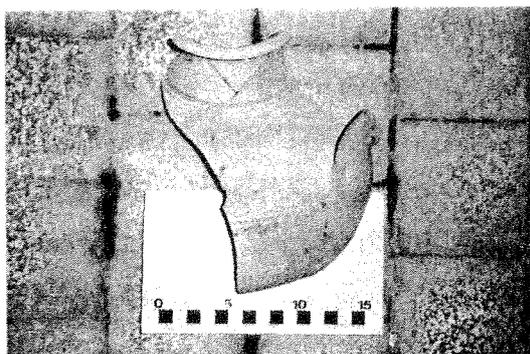


写真 21 グロリエ発掘遺物 素焼き
彩文土器 (1998. 12 古城)

るために自然科学的手法による成分分析を行うことが期待される。

遺物の完全なインベントリの作成は今後の重要な課題であるが、遺物相互の共伴関係、層位関係がわからないと、考古学資料としての価値は著しく減少する。このためバリのフランス極東学院等で、グロリエのソンボープレイクック遺跡発掘に関連する未発表記録を掘り起こす試みが平行して行われる必要がある。

調査にあたり、遺物の閲覧を許可していただいたカンボジア王立芸術大学考古学部チュップン教授、および中国陶磁器、クメール陶器について御教示いただいたJSA（日本政府アンコール遺跡救済チーム）の清水菜穂氏に感謝の意を表わす次第である。

5. ソンボープレイクック遺跡の地理的環境

5.1 遺跡の立地と地形

ソンボープレイクック遺跡は、セン川の氾濫原と台地の接する境界部に位置する。祠堂群や都市域を示す環濠などは台地上に位置し、セン川低地に認められる遺構は、平行する2本の参道とその周辺の矩形の溜池群などわずかである。参道の延長にはセン川沿いの「河港」であるコンボンチュートアルの集落がある。また、祠堂群の集中する東区と都市域である西区との間には、小さな谷が南北方向に伸び、おそらく都市域の東側境界となっている。

遺跡や遺構の分布の特色として、多くの祠堂が東を正面とすること、祠堂正面から東方のセン川の低地に参道が伸びること、祠堂群に対して都市域が西側に位置することなどから、本遺跡は東西を軸とした水平構造をもつと考えられる。プノムバケン（Phnom Bakhen）とアンコール遺跡の関係や、プノムチソー（Phnom Chissor）、プノムダー（Phnom Da）、ワットプーなどのように、山（プノム）を中心とする垂直構造とは異なるものかもしれない。

祠堂が集中する東区に対し、西区内には祠堂が少なく、ここに王や神官、貴族、兵士等の居住域があったのであろう。しかし、祠堂に伴う少数のマウンドを除いて、地表面にこれらの人々の居住を示すような痕跡は現在の所全く認められておらず、これらの人々の居館は通常マウンドを作らず、地上に直接木造で建てられていた可能性が高い。プノンベン国立博物館には出土した平瓦が保存されていることより、祠堂以外の建築物についても、今後の考古学的調査が必要である。

遺跡の東を流れるセン川の氾濫原は現在一面の水田となっているが、遺跡が王都として機能していた時期の耕地は、この氾濫原ではなく主に遺跡の西から北に広がる台地上にあったと考えられる。台地と低地の比高は5 m程度であり、セン川低地は水田、台地は二次林やブッシュに覆われるところが多いが、空中写真を見ると、特に遺跡北西から南西の台地上には非常に小区画の水田が等高線に沿うように並んでおり、それらの中に矩型の溜め池が多数分布している。これら溜め池のうち遺跡近くに分布しているものは、遺跡西区の濠の方向に合わせて作られており、台地上の灌漑用溜め池と小区画水田の組み合わせは古代の土地利用形態を示し、その出現がプレアンコール期まで遡る可能性を示唆している。

5.2 周辺遺跡との関係

ソンボーブレイクック遺跡の東方メコン川上流域には、コーケーやプレアビヒア等のアンコール期の大遺跡がある。また、ソンボーブレイクック遺跡の北約 55 km の所にはカンボジア随一の鉄鉱山プノムダエック (Phnum Deak), 遺跡とこの鉄鉱山を結ぶ道が存在する。一方、プノムダエックは、その北東約 190 km の所にラオスのワットプーとも道で結ばれており、さらにプノムダエックとその西約 28 km の所にあるアンコール期の大遺跡プレアカーン (Preah Khan) ととも道で結ばれている。プレアカーンの西約 60 km の所には、やはりアンコール期の大遺跡であるベンメアレア (Boeng Mealea) があり、両遺跡も道で結ばれていることから、プレアカーンを介してベンメアレアもプノムダエックと結ばれていたことになる (図 1)。

プノムダエックのすぐ隣 (北東) にはプノムロヨム (Phnum Royom), 西約 9 km の所にはプノムアンルン (Phnum Anlung) 等の金山があるが、ソンボーブレイクックおよび上にあげた遺跡から伸びる道は、これらの金山ではなく、明らかにプノムダエックに向かっている。プノムダエックでは、少なくともフランス領時代まで周辺に住むクイ (Kuy) 族によって鉄の採掘が盛んに行われていた (Moura 1882, Boulangier 1888, Dufosse 1934, Levy 1943: 43, Tranky 1965)。プノンベンの国立博物館にあるソンボーブレイクック遺跡出土遺物の中には鉄製品が含まれている。

以上の事実は、プレアンコール期初めからアンコール期まで、プノムダエックの鉄が当時の王権にとって一貫して重要な意味を持ち続けていた可能性の高いことを示す。ソンボーブレイクック遺跡の選地も、大局的にはプノムダエックとの地理的關係に基づいて行われたものと考えられる。

プノムダエックやワットプー、あるいはアンコールと結ぶ陸上交通路、セン川を介しての河川交通とならび、台地上に伸びる水路状遺構の性格や建造年代の解明は、本遺跡の地理的環境を考える上でも非常に重要な課題であろう。筆者らは現地踏査からの知見として、水路の幅や地形勾配との関係より、灌漑用水路ではなく水上輸送のための運河と予想しているが、今後の調査における課題の一つである。

謝 辞

本報告は、早稲田大学理工学部中川 武教授を代表とする「カンボジア、プレアンコール期文化財建造物修復のための事前調査——サンボールブレイクック遺跡建造物の測量調査」の一部であり、住友財団、中島平和財団、ユニオン造形財団の助成を受けた。

現地調査は筆者らのほか、早稲田大学理工学部土屋 武助手 (当時) ならびに早稲田大学理工学研究科大学院生 (当時) 栗崎洋一、石塚昌也、下田一太、仙波典子、プノンペン王立芸術大学考古学部学生・卒業生 Phon Kaseka, Chea Sarith, Ran Serey Leakhena, Hay Hunleng, 慶應義塾大学環境情報学部久保幸夫教授ならびに研究室学部生甘粕 勉、横山祐司、奈良教育大学長友恒人教授ならびに研究室スタッフ北代陽子、藤本将宏, JSA (日本政府アンコール遺跡救済チーム) 研修生 Him Dara, コンポントム州文化芸術局 Um Sok 所長以下スタッフの Mao Sovannady, Hin Sophoon, アメリカの

コーネル大学大学院生(プノンペン在住) Jeffrey Himel が参加した。

1998・1999年度の考古学・地理学分野の調査をここに公表することをお許しいただいた中川教授・土屋助手(2002年よりJSAスタッフ)にお礼申しあげるとともに、本研究のすべての参加者と関係者一同に深く感謝します。

最後に、1993年に王立芸術大学で教鞭をとって以来、カンボジアの考古学発展と日本・カンボジアの交流に尽くし、2000年6月、本稿を遺して道半ばにして去った古城 泰博士の霊がいくらかでも慰められ、またその遺志を継ぐ研究がいつそう推進されることを祈念いたします(久保記)。

文 献

- 久保幸夫 2000 RTKGPSのフィールドワークへの応用 日本地理学会発表要旨集 No. 57, 216-217.
- 久保純子 2001 カンボジア中部, ソンボープレイクック遺跡(7世紀)の地形環境 日本地理学会発表要旨集 No. 59, 98.
- 下田一太・中川 武・土屋 武 1999 第1次ソムボー・プレイ・クック遺跡群調査 プレ・アンコール建築の研究 (I) 日本建築学会大会学術講演梗概集
- 下田一太・中川 武・土屋 武 2000 第2次ソムボー・プレイ・クック遺跡群調査 プレ・アンコール建築の研究 (II) 日本建築学会大会学術講演梗概集
- 近森 正 1967 「カンボジアにおける最近の考古学活動」考古学ジャーナル, 15, pp.17-19.
- Boulangier, M. E. 1888, *Un hiver au Cambodge: chasses au tigre a l'elephant et au buffle sauvage*, Alfred Mame et Fils, Tours.
- Briggs, L. P. 1951, *The Ancient Khmer Empire*. Transactions of the American Philisophical Society New Series vol. 41, part 1.
- Dufosse, D. 1934, Monographie des peuplades Kouys du Cambodge, *Extreme Asie* tome 10, nr. 83, pp.553-568.
- Levy, P. 1943, *Recherches prehistoriques dans la region de Mlu Prei*. Publications de l'École Française d'Extrême-Orient, Hanoi.
- Moura, J. 1882, Fabrication du fer chez les cuois du Compong-Soai, *Revue d'Ethnographie*, tome 1, pp.435-437.
- Parmentier, H. 1927, *L'Art khmèr primitif, tome second: planches*, Libraire Nationale d'Art et d'Histoire, G. Vanoest, Paris.
- Tranet, M. 1997, *Sambaur-Prei-Kuk: Monuments d'Içanavarma* (615-628)
- Tranky 1965, *Un groupe ethnique khmer ancien: les Kuys*, Études Cambodgiennes 1965 (Oct.-Dec.), pp.27-31.

Abstract

A preliminary report of the investigations in Sambor Prei Kuk Archeological site (7th Century), Central Cambodia—Results in 1998 and 1999—

Yasushi KOJO and Sumiko KUBO

The Sambor Prei Kuk Archeological Site is a 7th Century (pre-Angkorian) capital of Chenla (Isanapura), which is located in Kampong Thom province, central Cambodia. Waseda University has been carried the investigation of this site since 1998. This paper is a part of the comprehensive report of the investigations carried in 1998 (by Kojo) and 1999 (by Kojo and Kubo) focused on archeology and geography.

According to the field reconassaince using GPS with interpretation of aerial photos, we found and mapped many relics and ruins in the western part of the area where no buildings are seen. These ruins include mounds (relic of shrines) and stone parts, and located in an area surrounded by rectangular-shaped moats with one side length is about 2 km. Causeways, moats or canals, artificial ponds and small blocks of paddy fields were recognized in and around the area. Further investigation is to be held to reveal this Chenla capital.

Archeological investigations including the reexcavation of a former French test trench, and examination of excavated materials in National Museum in Phnom Penh, are also summerized here.

新世紀創生研究プラン
Research Revolution 2002 (RR2002)
人・自然・地球共生プロジェクト
課題6：水資源予測モデルの開発

「アジアモンスーン地域における人工・自然改変に伴う
水資源変化予測モデルの開発」

平成14年度研究成果報告書

平成15年3月

主管研究実施機関：山梨大学
共同研究実施機関：独立行政法人森林総合研究所
独立行政法人土木研究所
独立行政法人農業工学研究所
独立行政法人産業技術総合研究所
独立行政法人国立環境研究所
独立行政法人国際農林水産業研究センター
総合地球環境学研究所
(社)国際建設技術協会
早稲田大学教育学部
京大大学生態学研究センター
名古屋大学大学院生命農学研究科
長岡技術科学大学 環境・建設系
東京大学情報数理工学系研究科
東京大学大学院新領域創成科学研究科

文部科学省研究開発局

メコン (1) ③ 微地形情報を利用した歴史的洪水データ復元法の開発

早稲田大学教育学部 久保純子
農業工学研究所 増本隆夫

1. 全体計画の中での位置づけ・研究計画

カンボジアのメコン川下流平野は、トンレサップ湖周辺部とともに、毎年雨季に広大な範囲が湛水し、雨季・乾季の水位差は 10 m 近くに達する。本研究では平野の微地形と洪水の挙動との関係に注目し、メコン川下流氾濫原地域における異なる洪水規模における浸水範囲の復元・推定をおこなう。さらに、雨季・乾季の水位差にともなう農業活動や水利システムと微地形条件との関係にも注目し、土地利用・水利用の季節変化をとらえる。成果図はデジタル化して 0.1 度メッシュへの変換に対応できる形とする。

2. 2002 年度成果

メコン川下流部のカンボジア、プノンペン周辺地域を対象とし、地形図(1/5 万・1/10 万)ならびに空中写真 (1/2.5 万) 判読と現地踏査による平野の微地形区分図を作成した。本研究と関連した現地調査は 2002 年 9 月と 2002 年 12 月～2003 年 1 月にかけて実施した。また、LANDSAT, JERS-1, SPOT 衛星画像により過去 10 年間の雨季の湛水域と 2000 年洪水の浸水域を比較し、微地形条件と洪水との関係を検討した。さらに、ポルポト時代以前の土地利用・水利状況復元のために、1960 年代のアメリカ軍事衛星写真を入手した。

3. 2003 年度計画

平成 15 年度は収集資料の解析により洪水湛水域と微地形区分図のマッピングならびにオーバーレイをすすめるとともに、プノンペン上流側のトンレサップ流域の解析を行う予定である。

4 月～7 月 資料解析 (空中写真、人工衛星データ等)、微地形、洪水湛水域マッピング

8 月～9 月 資料収集および現地調査

10 月～12 月 異なる洪水規模における浸水域の復元・推定

16 年 1 月～3 月 トンレサップ川流域地形区分図作成、現地調査

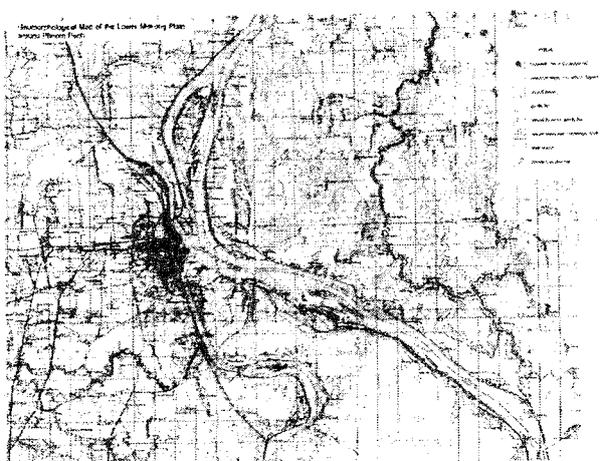


図 1 プノンペン周辺微地形区分図



図 2 2000 年洪水 SPOT 画像



XVI INQUA Congress Programs with Abstracts

July 23–30, 2003
Reno Hilton Hotel and Conference Center
Reno, Nevada, USA

Congress Sponsors

Desert Research Institute
Gateway Computer
Geological Society of America
International Union for Quaternary Research (INQUA)

In the interest of public information, the XVI INQUA Congress and the Desert Research Institute provide a forum for the presentation of diverse opinions and positions. The opinions expressed by speakers and exhibitors at these sessions are their own and do not necessarily represent the views or policies of the XVI INQUA Congress or the Desert Research Institute.

Publication Information

Copyright © 2003, The Desert Research Institute (DRI). All rights reserved. DRI grants permission to individual scientists to make unlimited photocopies of one or more items from this volume for non-commercial purposes advancing science or education, including classroom use. For permission to make photocopies of any item in this volume for other noncommercial, nonprofit purposes, contact the Desert Research Institute. Written permission is required from DRI for all other forms of capture or reproduction of any item in the volume including, but not limited to, all types of electronic or digital scanning or other digital or manual transformation of articles or any portion thereof, such as abstracts, into computer-readable and/or transmittable form for personal or corporate use, either non-commercial or commercial, forprofit or otherwise. Send permission requests to Desert Research Institute, 2215 Raggio Parkway, Reno, Nevada, USA 89512-1095.

Copyright is not claimed on any material prepared wholly by government employees within the scope of their employment.

Published by The Desert Research Institute, 2215 Raggio Parkway, Reno, Nevada, USA 89512-1095
Printed in U.S.A.

ISBN: 0-945920-51-2

7-19 BTH 138 Kubo, Sumiko

THE LOWER MEKONG RIVER PLAIN IN CAMBODIA: LANDFORMS AND DEPOSITS

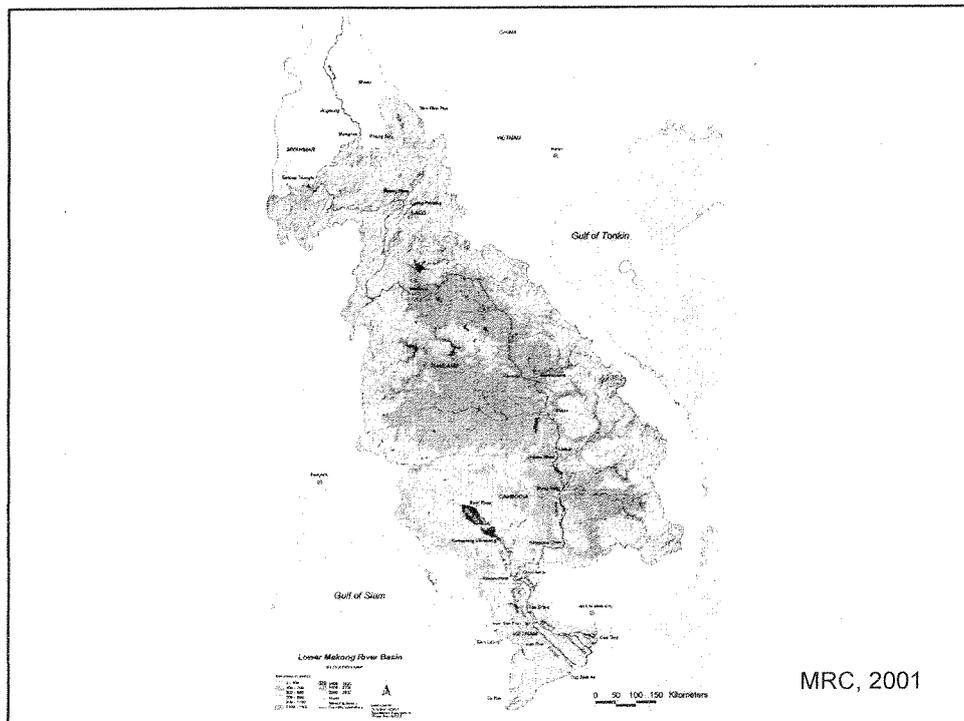
KUBO, Sumiko, School of Education, Waseda University, Shinjuku, Tokyo 169-8050 Japan, sumik@waseda.jp.

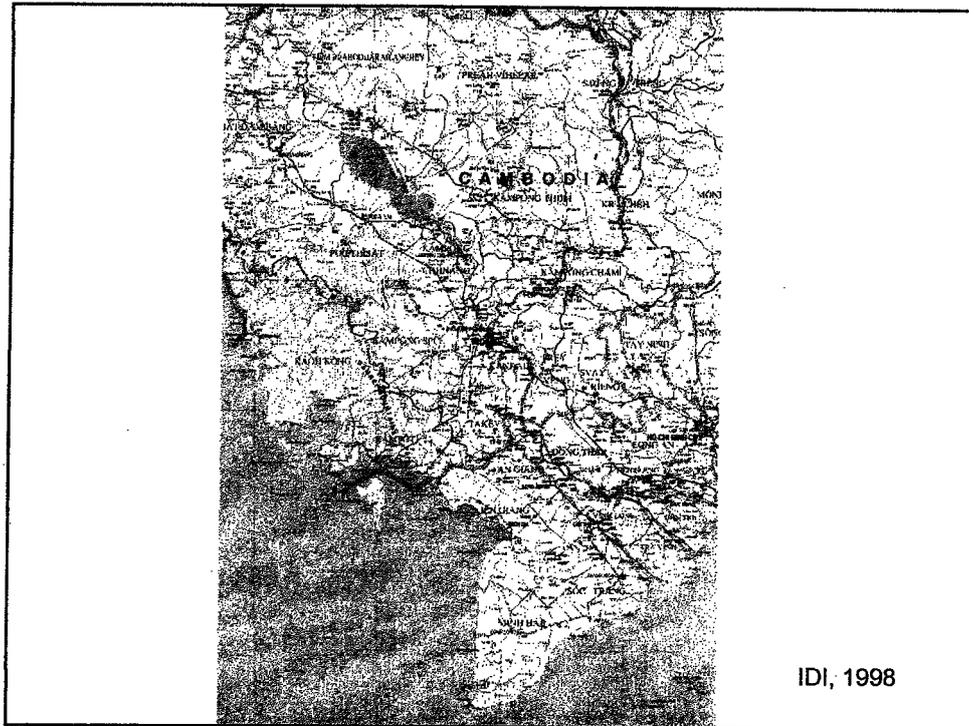
The Lower Mekong River Plain contains Cambodian Plain and Mekong Delta in Vietnam. The Great Lake or Lake Tonle Sap occurs in Cambodian Plain. The lake is connected with the Mekong via the Tonle Sap River. The Tonle Sap River meets with the Mekong at Phnom Penh, and the Bassac diverts from the Mekong there. Based on the interpretation of aerial photos and satellite images with field reconnaissance, geomorphologic features of the plain are summarized as follows: 1) surrounding uplands, 2) gentle fan in the western area, 3) natural levees and back marshes along the Mekong, 4) relatively flat lowland along the Tonle Sap river, and 5) human-induced feature of Colmatage system developing along the Bassac river. These features are closely related with flood characters. Geomorphologic features of this area were confirmed to cause different flood characters during the major floods in 2000, 2001 and 2002: no inundation occurred in 1) uplands and 2) a gentle fan, 3) almost all back marshes were inundated along the Mekong while natural levees were not, 4) flood water covered along the Tonle Sap river, and 5) relatively light flood damages along the Bassac. Subsurface deposits of the plain are also examined with bore-hole logs and augering. More than 100-m thick Quaternary deposits occur in the central part, while less than 20 m in Phnom Penh city reflecting bedrock topography.

7-19
THE LOWER MEKONG RIVER
PLAIN IN CAMBODIA:
LANDFORMS AND DEPOSITS



KUBO Sumiko
School of Education, Waseda University, Tokyo
(sumik@waseda.jp)





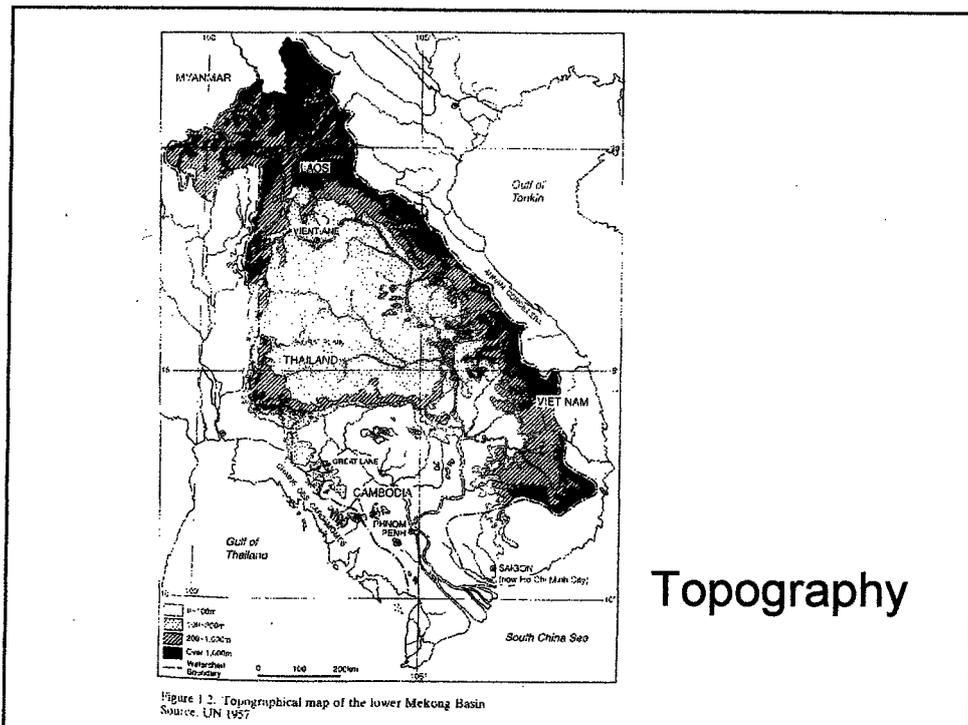
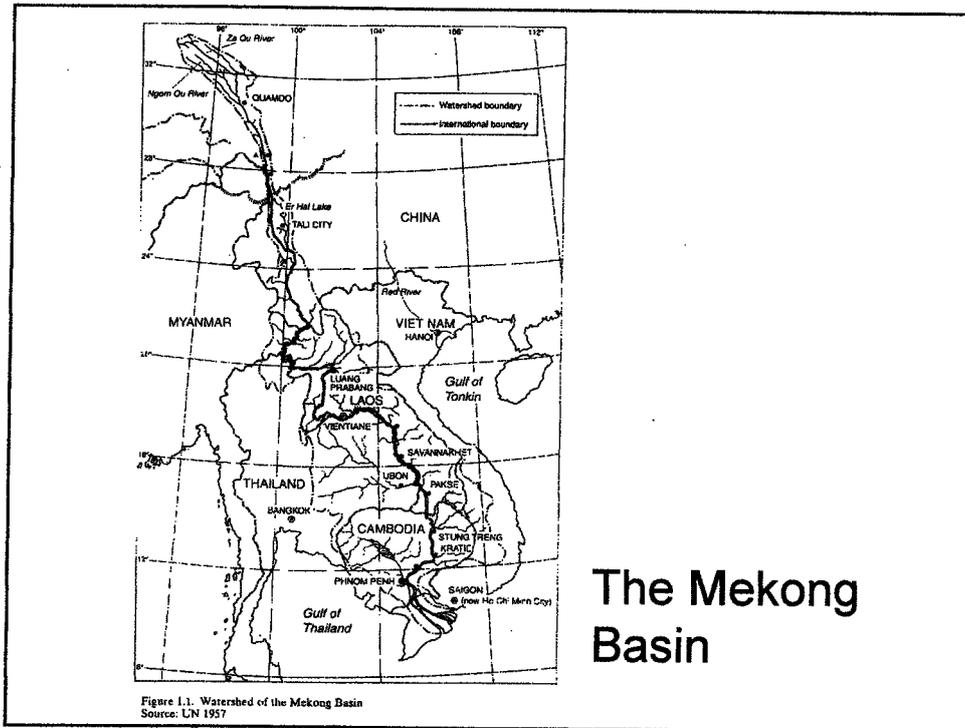
Aims of this study

To describe

- geomorphic features of the plain
- relationships between floods and geomorphologic features
- subsurface geology of the plain

Data and methods

- Topographic maps of 1960-1970s (1:50000)
- Topographic maps of 1999 (1:100000)
- Aerial photos 1992 (1:25000) CNMC/FINNMAP
- SPOT, LANDSAT-7 and JERS-1 images
- Ground survey
- Mekong River Commission's reports
- Bore-hole logs



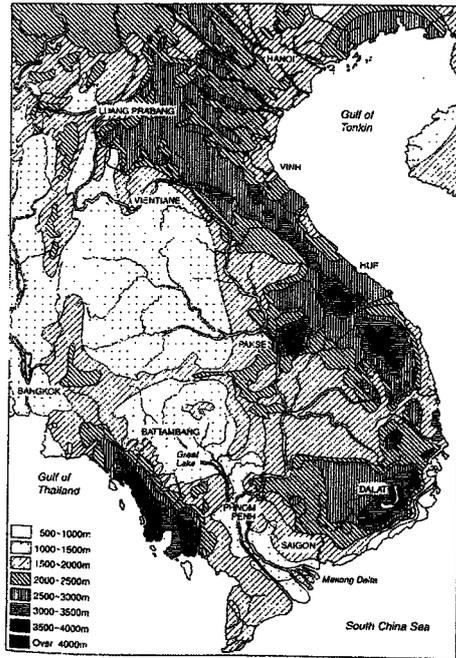


Figure 1.5. Distribution of precipitation in the lower Mekong Basin
Source: UN (1957)

Annual precipitation

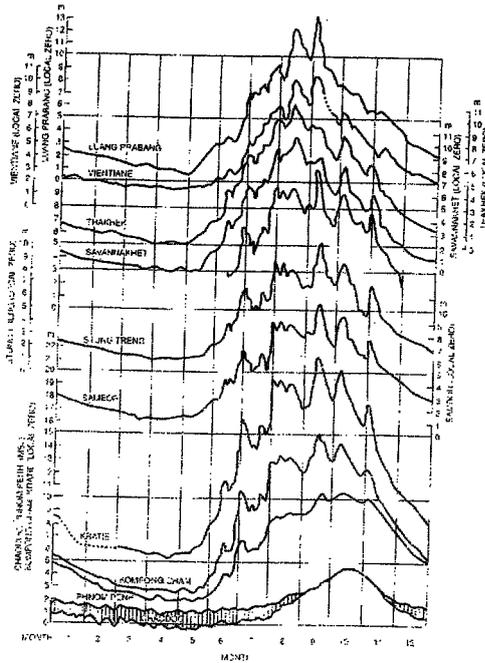
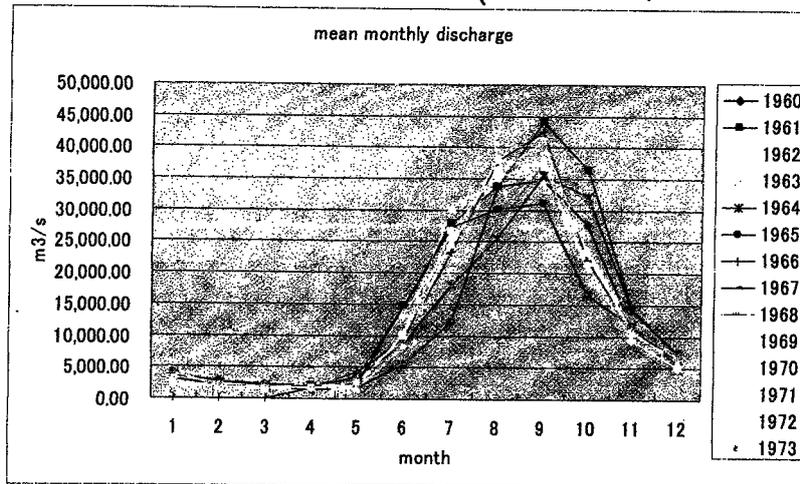


Figure 1.6. Stage hydrographs of the lower Mekong, 1950
Source: UN (1957)

Hydrographs

Mean monthly discharge of the Mekong at Phnom Penh (1960-73)



Source: MRC

Geomorphic features of the plain

- Uplands, residual hills and pediments surround the plain
- A gentle alluvial fan along the Prek Tnaot river in West
- Natural levees and back marshes along the Mekong
- Comparatively flat topography along the Tonle sap river
- Anthropogenic features of Colmatage system (for siltation) along the Bassac river

Magnitude of the 2000 flood

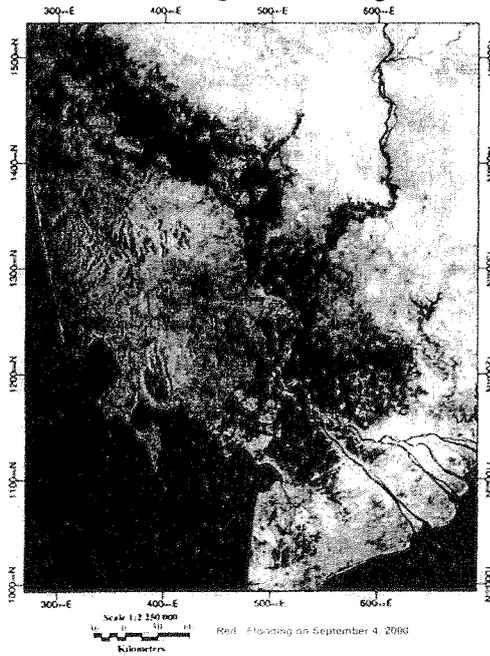


CHIANG SAEN H			LUANG PRABANG H			MENTIANE H			PAKSE H		
Rank	year	Max	Rank	year	Max	Rank	year	Max	Rank	year	Max
1	1966	13.80	1	1966	22.36	1	1966	12.7	1	1978	14.48
2	1971	10.96	2	1971	20.16	2	1924	12.66	2	2000	13.33
3	1996	9.77	3	1985	17.95	3	1971	12.51	3	1991	13.25
4	1970	9.76	4	1969	17.95	4	1929	12.42	4	1961	13.22
5	2000	9.72	10	2000	17.36	17	2000	11.50	5	1964	13.16

KRATIE H			KAMPONG CHAM H			PHNOM PENH H			TAN CHAU H		
Rank	year	Max	Rank	year	Max	Rank	year	Max	Rank	year	Max
1	1939	24.28	1	1996	16.11	1	2000	11.20	1	1961	5.30
2	1996	23.02	2	2000	15.97	2	1929	10.99	2	2000	5.05
3	1937	22.83	3	1997	15.74	3	1961	10.98	3	1984	4.95
4	2000	22.61	4	1991	15.70	4	1996	10.94	4	1981	4.67
5	1991	22.55	5	1966	15.44	5	1966	10.93	5	1980	4.60

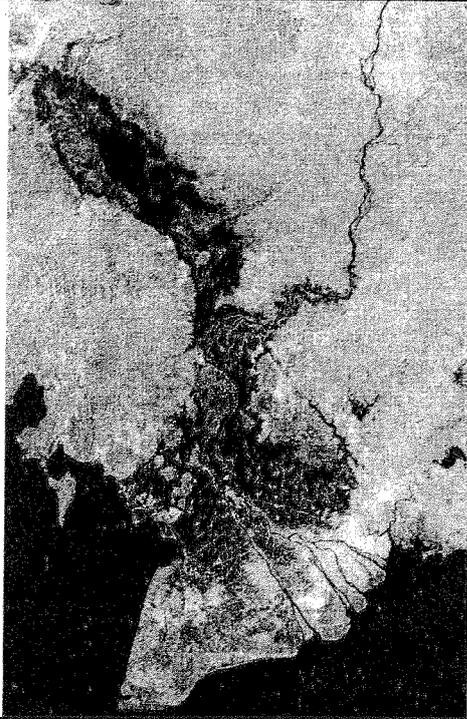
MRC, 2001

Mekong River Flooding



2000-9-4

MRC, 2001



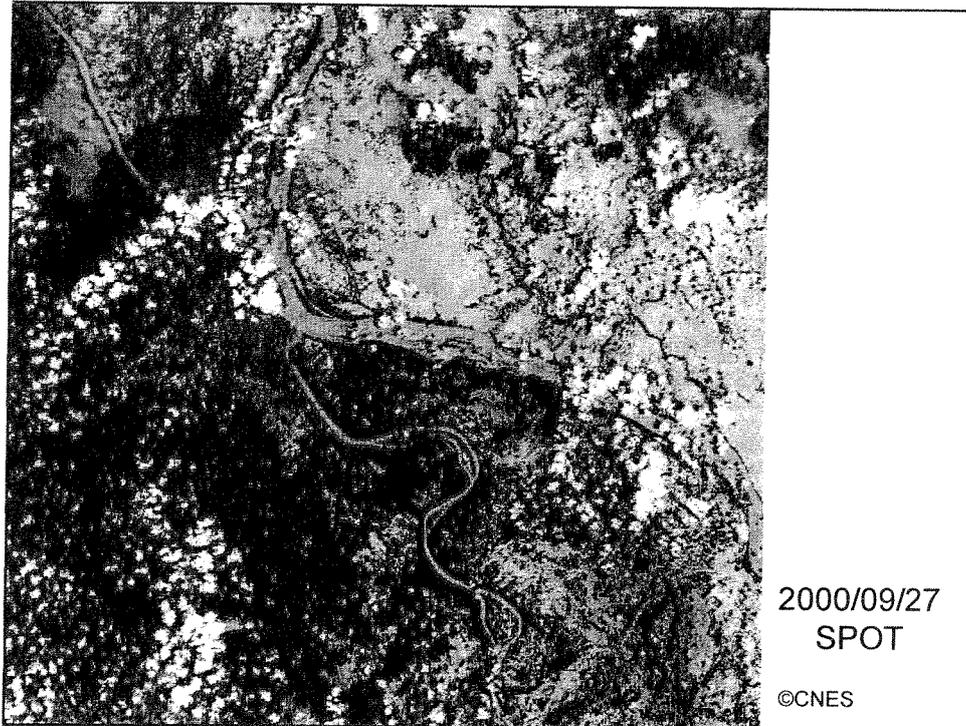
Flood 2000

MRC, 2001

Flood features in 2000

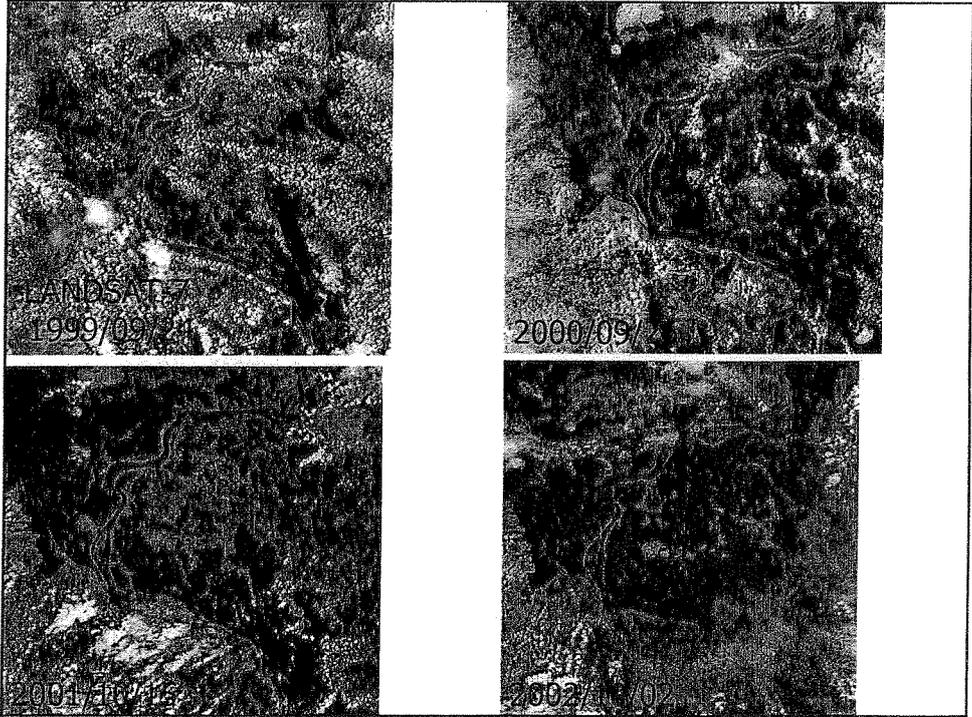
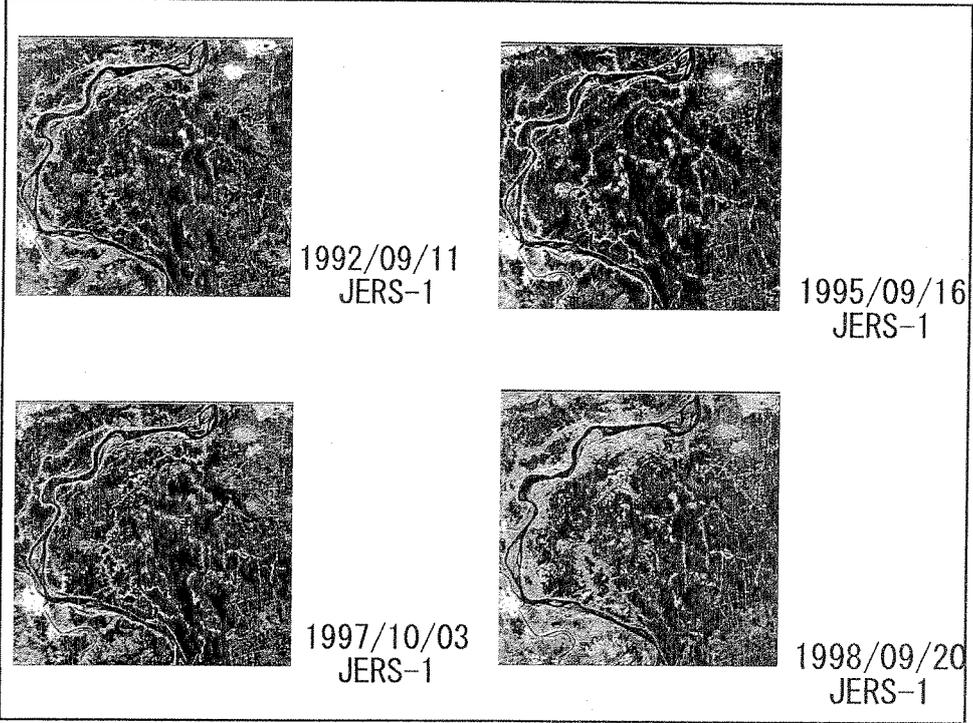
- The Mekong overflowed its left bank in the upper part
- Water did not overflow at Kop Srav Dyke and Phnom Penh
- Lower southern part of Phnom Penh inundated
- National Road #6 in the north was partly damaged
- National Road #1 along the Mekong was partly damaged

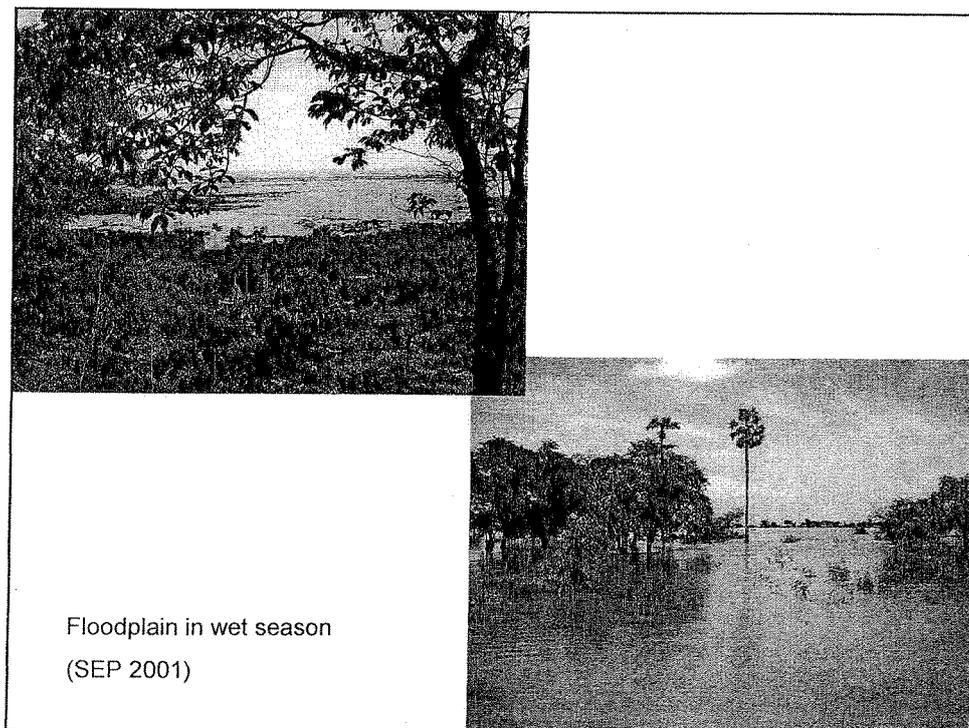
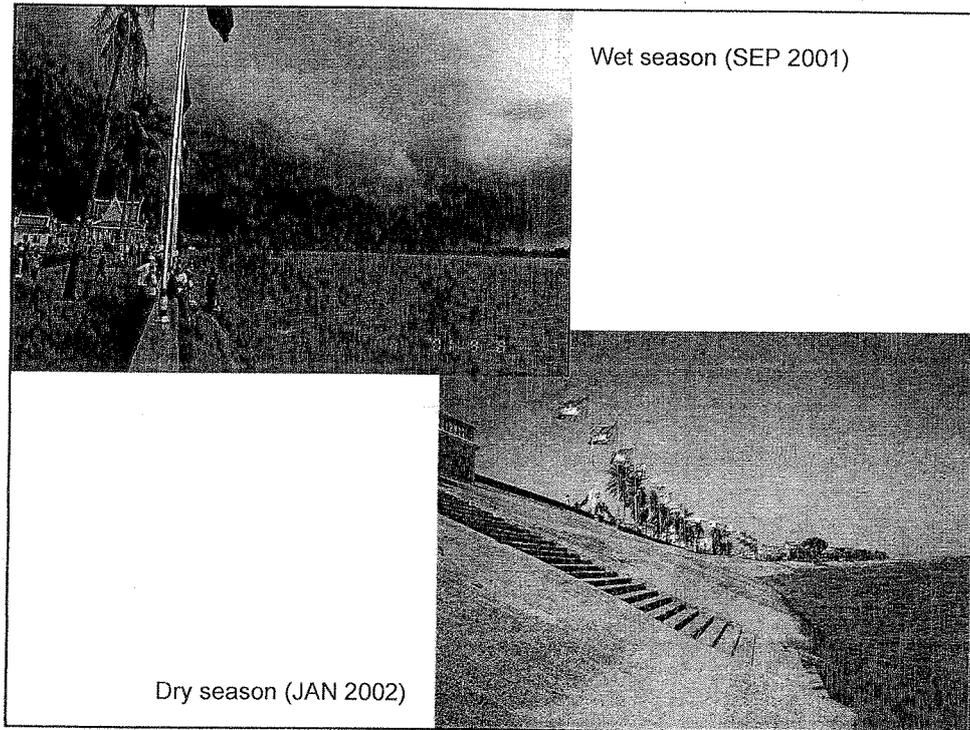
(Direct damage to infrastructure was relatively small in spite of large flooded area)

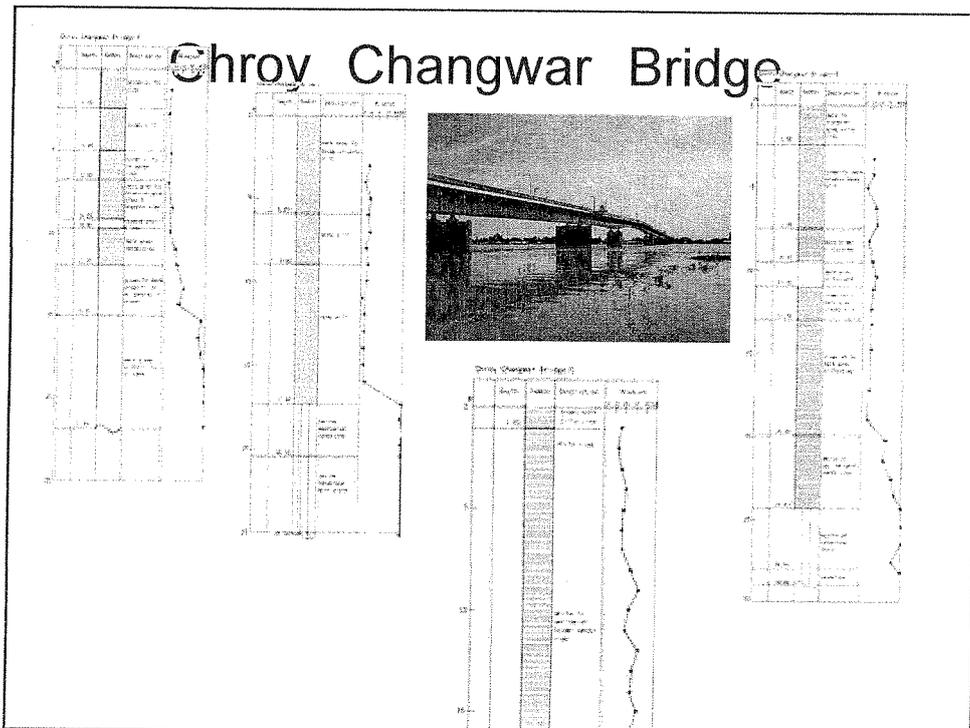
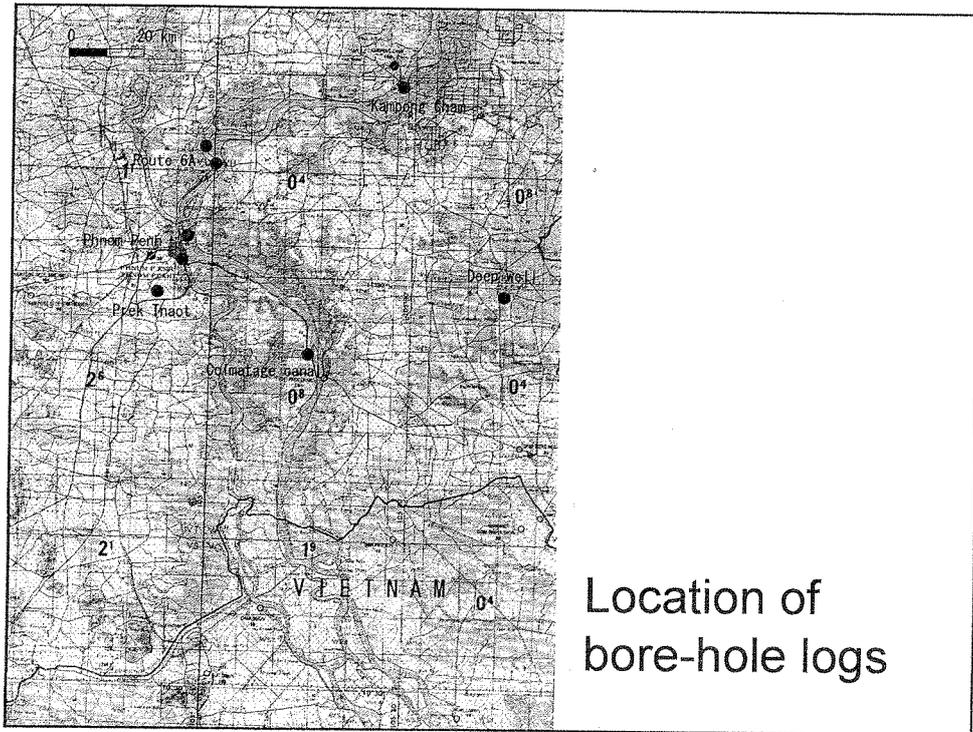


Geomorphologic Features and Floods

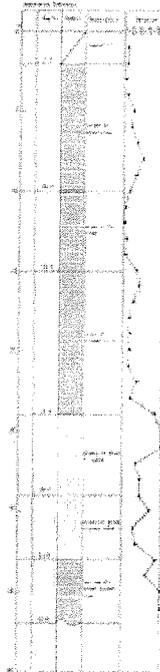
- Higher uplands, residual hills and alluvial fan are not inundated
- Natural levees are not inundated
- Back marshes are extensively inundated in the left bank of Mekong
- Flood water flows along the Tonle Sap river (flat and swampy), where Kop Srav Dyke protects Phnom Penh
- Very little area is inundated along the Bassac river with Colmatage channels



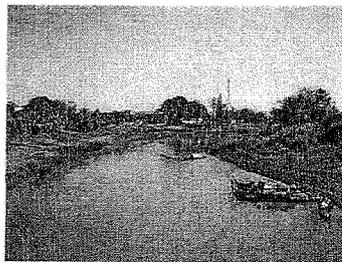
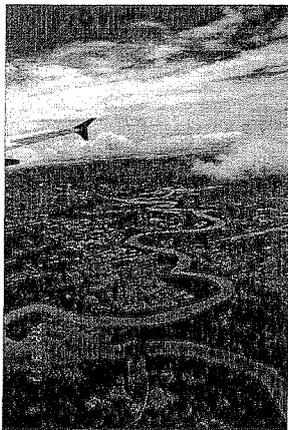




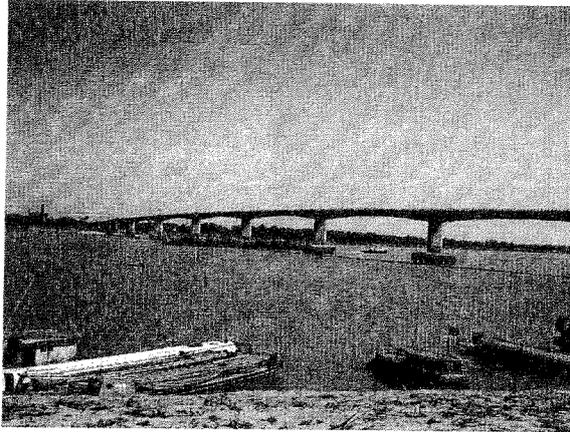
Japanese Embassy in Phnom Penh



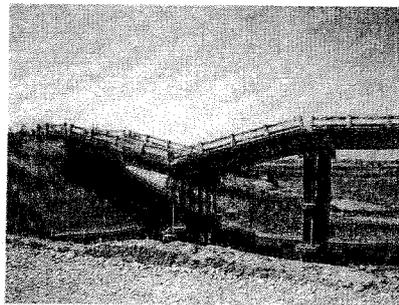
Prek Tnaot River



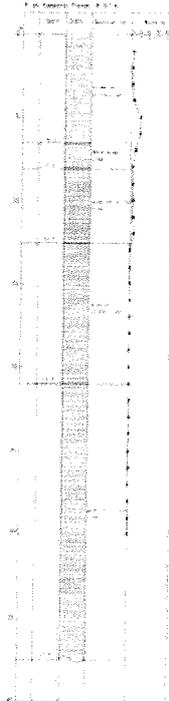
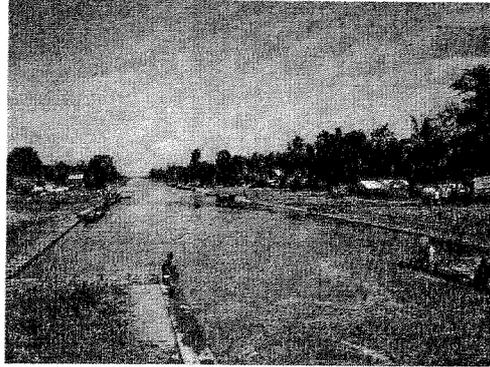
Mekong Bridge in Kampong Cham



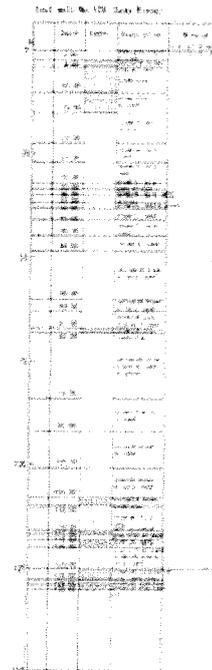
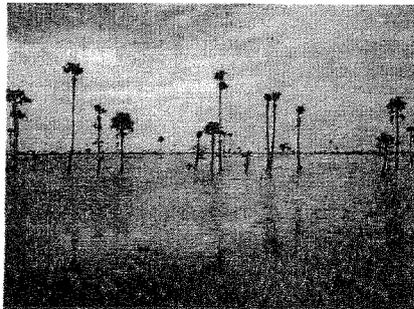
Route 6A bridge



Colmatage canal in Kien Svay



Deep well in Svay Rieng



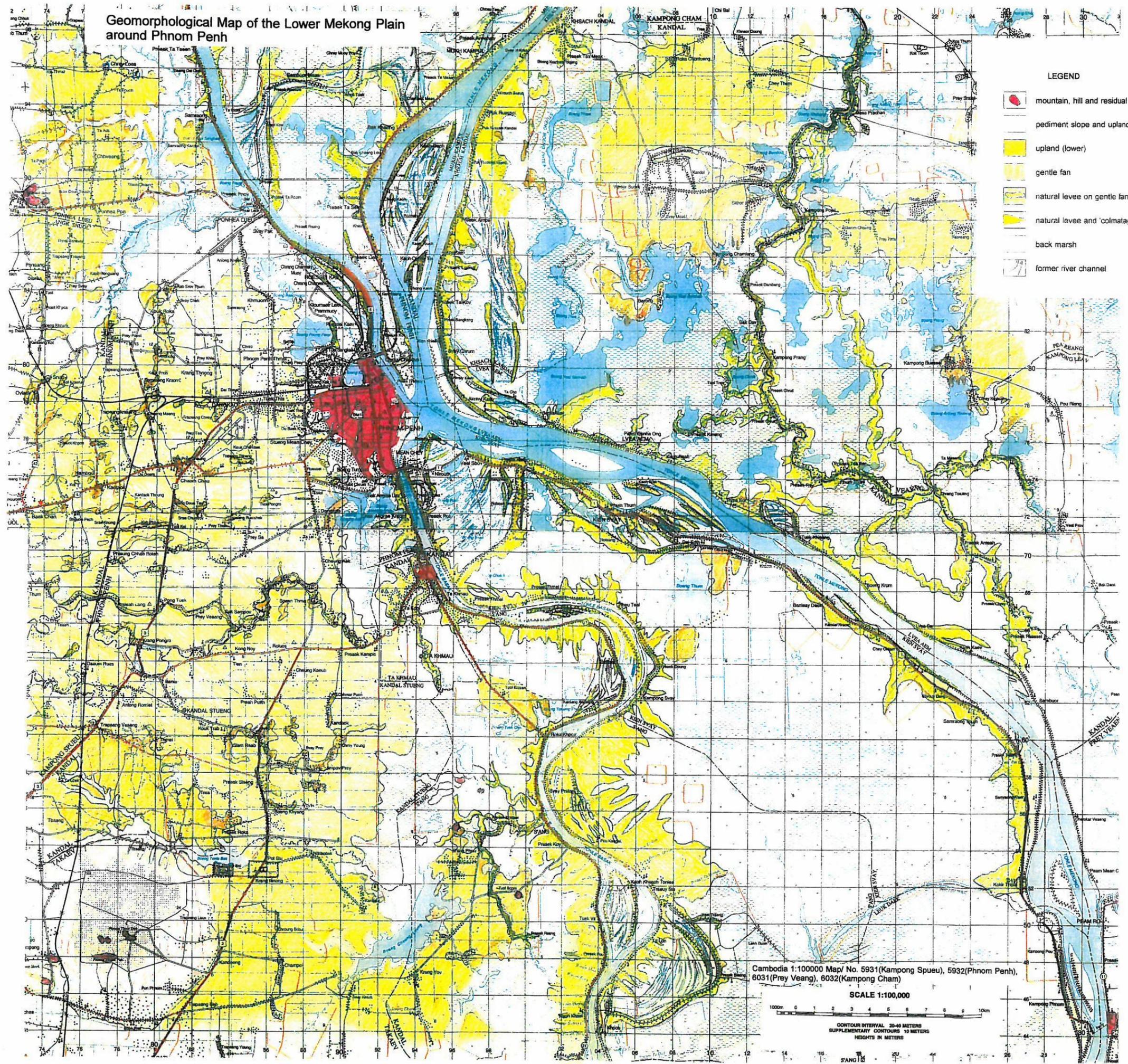
Conclusions -- Landforms

- The Lower Mekong Plain in Cambodia is a floodplain with natural levees and back marshes.
- These geomorphic features reflect flood features: extensive inundation occurs during wet season.
- An Extreme flood in 2000 showed good relation between landforms and floods.

Conclusions -- Deposits

- Preliminary study by bore hole logs shows varied deposits within the plain.
- Base rocks are shallower in the West.
- Thick (>130 m) Quaternary deposits occur in the Eastern part, suggesting a structural basin.
- Coring/ Dating are needed.

Geomorphological Map of the Lower Mekong Plain around Phnom Penh



LEGEND

- mountain, hill and residual hill
- pediment slope and upland (higher)
- upland (lower)
- gentle fan
- natural levee on gentle fan
- natural levee and 'colmatage' bank
- back marsh
- former river channel

Cambodia 1:100000 Map/ No. 5931(Kampong Spueu), 5932(Phnom Penh), 6031(Prey Veang), 6032(Kampong Cham)

SCALE 1:100,000



CONTOUR INTERVAL 20-40 METERS
SUPPLEMENTARY CONTOURS 10 METERS
HEIGHTS IN METERS

SANGK