

洪水および地形変動による災害とその防御に関する研究

I2グループ：江頭進治*・河田恵昭・澤井健二**・宝馨・
田中丸治哉***・山下隆男・吉岡洋・藤田正治****

DYAH Rahayu Pangesti*****・ISNUGROHO*****・SYAMSUDIN A.R.*****

研究協力者：高山知司・里深好文・金海生*

BADRUDDIN Machbub*****・RAHARJANTA*****・HERMONO*****・
SUTIKNO*****・SUDARTA*****

*立命館大学理工学部

**摂南大学工学部

***神戸大学農学部

****京都大学大学院農学研究科

*****インドネシア共和国公共事業省水資源開発研究所河川砂防研究センター

*****インドネシア共和国公共事業省水資源開発研究所

要旨

1991年度から3ヶ年の予備的調査研究を経て、1994年度よりインドネシア共和国中部および東部ジャワ島を中心に「洪水および地形変動による災害とその防御」に関する研究を推進している。主要なテーマは、(1)ジャワ島東部における洪水・土砂流出の評価と水害に関する研究および(2)インドネシアにおける海岸侵食に関する研究であって、これらは現地観測、資料の収集・解析ならびに理論解析を駆使しながら推進され、これまでに興味あるいくつかの知見を得ている。本稿は、1994年以後の研究によって得られた主要な成果について総括的に報告したものである。

キーワード：降雨・土砂流出、流路変動、衛星画像、海岸侵食、洪水・土砂災害、防災対策

1. はじめに

インドネシアでは雨期と乾期が比較的明瞭に分かれている。乾期には殆ど雨は降らないが、雨期には連日激しい降雨に見舞われ、継続時間は短く、雨域は狭いものの、雨量強度はしばしば100/hrを越えることがある。ジャワ島には多くの活火山が連なっており、主要な河川流域には不安定な火山噴出物が分布している。そのため、河川上流域においては、土砂流出による災害や貯水池堆砂に伴う貯水池の機能障害が顕在化している。一方、下流域においては、河口デルタが

発達し、沖積部では蛇行河川の様相を呈し、洪水疎通能力は小さく、度々洪水氾濫を引き起こしている。そのため、プランタス川、ソロ川、セラン川などにおいては洪水軽減対策の一環として、ショートカット（捷水路）が開削されている。河川のショートカットは、新たな河口堆積の問題を引き起こす一方において、これまでに土砂の供給が活発であった河口部に対する土砂の供給を停止することを意味し、新たな海岸侵食の問題を引き起こしている。さらに、バリ島など豊かな観光資源を持つ地域においては、珊瑚礁の採掘に伴う海岸侵食も顕在化している。

上述のように、インドネシア・ジャワ島の河川においては、土砂流出の不均衡によって、地形変動が生じ、洪水・土砂災害が頻発している。また、河川のショートカットに伴う海岸侵食や沿岸開発の結果として生じる海浜変形も顕著に見られる。本共同研究は、両国において共通点の多い洪水・土砂流出に伴う災害ならびに海岸侵食に伴う災害を対象として、現象の実態とその機構を究明し、両国の災害科学研究を推進するとともに、我が国の先進的研究手法と経験を生かした共同研究を通じて、インドネシアの研究基盤の確立に寄与しようとするものである。さらに、具体的な防災対策の指針の提案を目指したものである。

共同研究をより効果的に推進するため、次のサブテーマを設けている。(1) ジャワ島東部における洪水・土砂流出の評価と水害に関する研究、(2) インドネシアにおける海岸侵食に関する研究。課題(1)においては、主としてブランタス川およびソロ川流域を対象として、降雨の時空間分布と降雨流出予測法および土砂流出とそれに伴う河川変動に関する土砂水理学的予測法について検討する。さらに、地理情報システム(GIS)とリモートセンシング(RS)画像とを結合した降雨流出場と土砂流出場の評価法について検討し、巨視的な方法による土砂流出予測法を確立する。課題(2)においては、バリ島の珊瑚礁海岸を対象として、観光開発の進む海岸の侵食対策工について検討するとともに、ジャワ島中北部のセマラン海岸を対象として河川のショートカットに伴う海岸侵食の予測法について検討する。これらの成果を総合し、災害に対する弱点部の抽出と災害対策指針を示す。

2. 降雨流出と土砂流出

2.1 ブランタス川流域の概要

研究対象の一つであるブランタス川の概要をFig. 1に示す。ブランタス川はジャワ島東部に位置しており、流域面積12,000km²を持つジャワ島で2番目に大きい川である。本川の長さは約320kmであり、図示のようにアンジャスモロ、カウイー、クルード火山を取り巻くように流れ、スラバヤでマドラ海峡に注いでいる。

クルード山は、おおよそ15年に一回の割合で噴火し、その度に大量の噴出物が西斜面から南斜面にもたらされている。さらに、上流域東部には、スメル火山が位置しており、噴出物の一部は支川を通じて本川へ流入する。なお、本川にはFig. 1に示すようにスタミダム(カランカテスダム)、ウリンギダムおよびロドヨダムなどの多目的貯水池があるばかりでなく、中・下流域には多くの取水堰が築造されている。

2.2 降雨および土砂の流出

ブランタス川上流域のスタミダム流域(2,050km²)を対象として、長短期の降雨流出予測および水収支について検討している。降雨流出については、熱帯特有の降雨の時空間分布を有し、かつ火山流域に対して長短期流出モデルを適用し、このモデルの適用性を確認した(Tanakamaru et al., 1994)。このとき、流域は81%のrecharging zoneと19%のdischarge zoneに分割され、これらは時間的に変化しないものとして取り扱われていた。そこで、Woodらが開発した方法によって水収支を検討し、直接流出に寄与する飽和領域(saturated area)の比率が時間的に変化するとともに、土壌水分の貯留量の変化によって蒸発散量が増加することを明らかにし、これらを検証した。Fig. 2はその結果の一例である。これらの成果を導入して、より適用性の高い降雨流出予測法の検討を進めている(Tanakamaru et al., 1996)。

ブランタス川への土砂供給条件を評価することを目的として、クルード火山を源流とし、大量の土砂流出の見込まれる代表的な支川を抽出し、各支川の河床勾配と流砂形態について検討した(Egashira and Isnugroho, 1994)。その結果、山頂近傍を除き、河床勾配は、いずれの支川においても流砂形態に応じて三つの領域に分割できることが示された。その結果をTable 1に示す。ここに、Bed slope 1は流砂が泥流の形態をとる領域、Bed slope 2は泥流から浮遊砂および掃流砂への遷移領域、およびBed slope 3は本川との合流点近傍の勾配であって、浮遊砂と掃流砂が卓越する領域である。かつこ内の数値は標高を意味している。現在、これらの成果をもとに、各支川における土砂流出の予測法について検討している。

さらに、ウォッシュロードの流出に伴う堆砂によって貯水池機能障害が懸念されているソロ川上流のウオノギリダム貯水池を対象として、ウォッシュロードの予測法と流出軽減対策について検討している。現地調査と資料解析によって、ウォッシュロードは、河岸侵食、河床侵食ならびに耕作地の表面侵食によって発生していることを推察し、土砂水理学的方法に基づいてその予測法を提案した。これを適用して、発生原因別にウォッシュロードの流出量を比較した結果、河岸侵食による流出が卓越していることが明らかになった(Sutikno et al., 1995, 1996)。これに基づいて、ダム堆砂軽減対策について検討し、アーマーコートによる河岸侵食防止対策は、より有効なもの一つであることが示された。

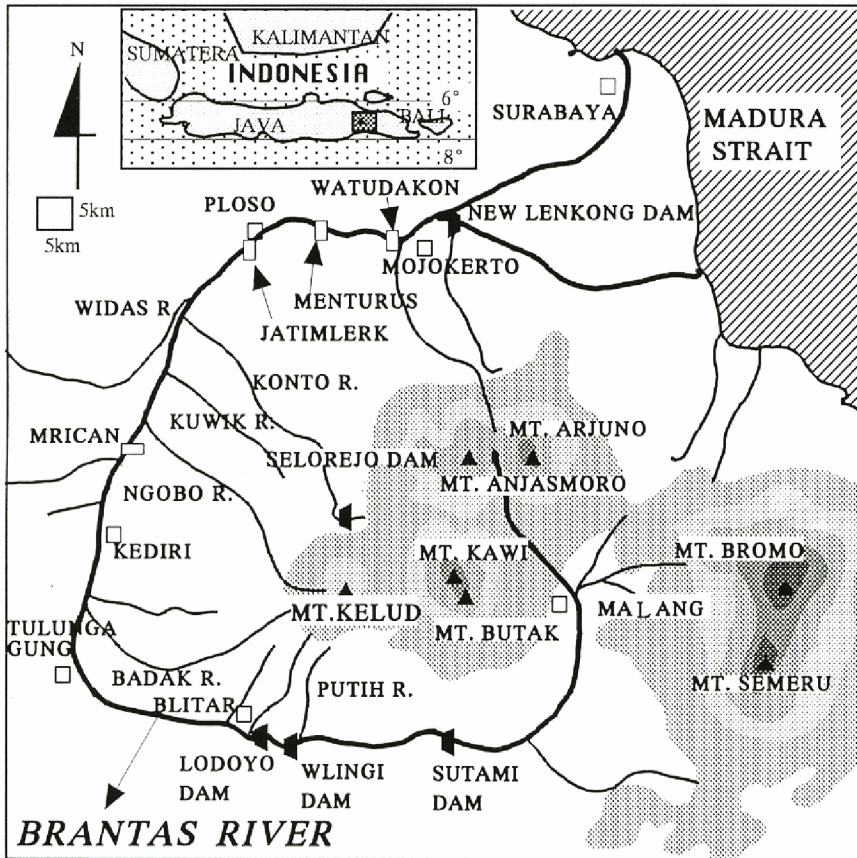


Fig. 1 Description of the Brantas river basin

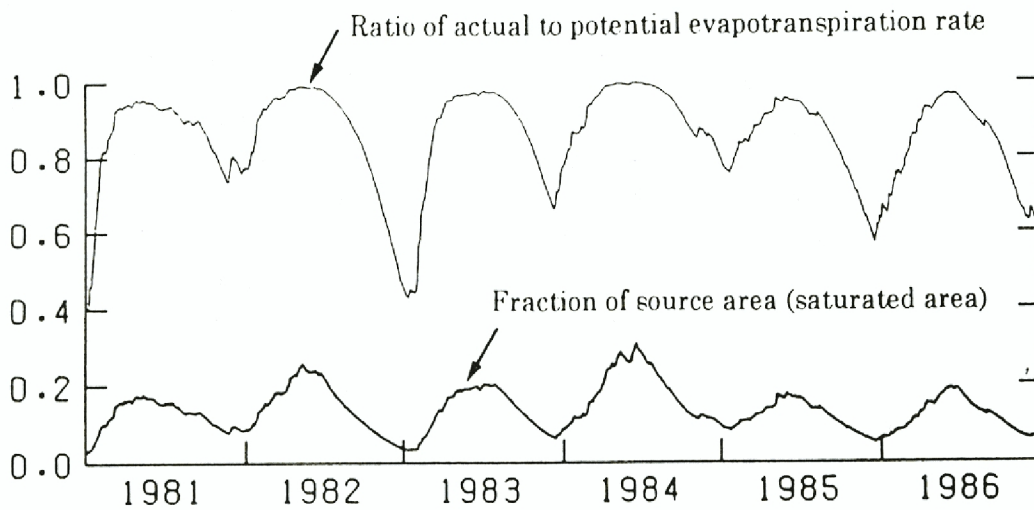


Fig. 2 Temporal variations of source area for direct runoff and ratio of actual to potential evapotranspiration

3. 流路・河床変動

洪水や河川変動に伴う災害に対する弱点部を抽出する方法を見いだすため、河床変動の実態の把握に努めるとともに、一次元ならびに二次元河床変動の予測法について検討している。

1978, 1987, 1989年および1990年の河床縦横断測量

のデータに基づいて、河口部上流47km地点のモジョケルトから139km地点のクディリまでの区間における河床変動の実態について調べた。その結果、1978年から1989年の間、ほぼ全域で河床低下が進んでおり、その原因は、上流のウリンギダムにおける堆砂 ($1.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年}$)、および建設用材としての土砂採取に

Table 1 Bed slopes of tributaries

Name of River	Bed slope 1	Bed slope 2	Bed slope 3
Konto	0.119 (1300-600)	0.02 (400-200)	0.00407
Ngobo	0.125 (1500-600)	0.0324 (600-200)	0.011
Badak	0.12 (1200-600)	0.0267 (600-200)	0.00881
Putih	0.0725 (1000-500)	0.024 (500-200)	0.0667
Lekso	0.2~0.1 (1400-600)	0.0359 (700-300)	0.0276

あることを明らかにした。一方、1989年から1990年においては、河床上昇に転じており、その原因は1990年2月のクルード火山の噴火による土砂流出であることを推察した (Egashira and Isnugroho, 1994)。

上述のような河床変動の実態を説明し、かつ、流路幅の変化、流路平面形状に対応した河床変動を評価し得るような一次元および二次元河床変動計算法について検討している。一次元解析においては、河床変動に対する河幅の影響、浮遊砂の影響などについて検討し、従来から指摘されているように、河幅の急変部においては河床変動が大きくなり、治水上の弱点部になることを明らかにした (望戸ら, 1996; Fujita et al., 1996; 大倉ら, 1997)。一方、二次元解析においては、境界適合型直行曲線座標系を用いて解析し、流路曲線部の河床変動を評価し得ることを明らかにした後、流路・河床変動に対する流れの非正常性や浮遊砂の影響を検討した。実際の洪水流の条件下においては、河幅が急変するところでは、流量の減少に伴い流路の分裂が起こる場合があること、さらに、浮遊砂を考慮すると、洪水中には湾曲内岸において河床材料の粗粒化が見られるなど、従来のシミュレーションでは予測されていない興味ある知見を得ている (Egashira et al., 1996; 望戸ら, 1997)。Fig. 3は二次元解析の対象とした区間の流路平面形状を示している。同図の各断面における流路横断形状と河床表面の平均粒径に関する計算例をFig. 4に示している。

4. 地表面状態の解析

降雨流出モデルと地表面状態とを組み合わせた巨視的な土砂流出予測法を開発することを目的として、衛星画像とGISとを組み合わせた流域地表面状態の分類について検討している (Takara et al., 1996)。Fig. 1に示すブラントス川の支川バダック川およびプティー川流域を対象としてMOS-1画像による土地被覆分類を行った (宝ら, 1997)。MOS-1に搭載されたMESSRセンサーは、可視近赤外線域で4バンドをもち、空間

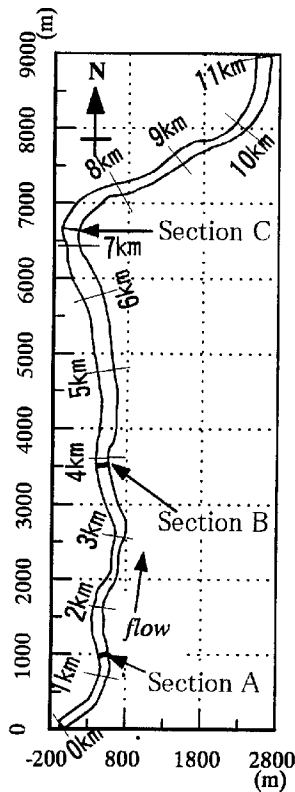


Fig. 3 Channel plan form near Kudiri

分解能は50mである。

画像処理ソフト DIMPLe を用いて、教師無し分類によって地表面状態を10クラスに分類した。このとき、各ピクセルの輝度のベクトル値が最も近いクラスと30以上距離が離れていれば、そのピクセルは分類不能とした。このような教師無しの分類では不確かな部分が多く、土地被覆分類として直接的な適用は困難である。

ここで対象としている流域は、細粒分の多い火山灰土に覆われており、植生としては森林、プランテーション農業によるサトウキビ、コーヒー、ゴムなどとともに水稲が卓越している。そこで、いくつかの場所を踏査し、それらの結果を基にトレーニングエリアを選び、最尤法を用いて教師付き分類を行った (宝ら, 1997)。これによれば、教師無しの分類の class 1, 2, 6 は水田もしくはサトウキビ畑に、class 3, 4 は森林に対応することが確認できる。さらにバダック川およびプティー川の土砂堆積域は周囲の森林と判別されており、教師なし分類では判別されていなかった居住域が良く表現されている。また、教師なし分類では、雲の影と水域とが同じ分類の Class 9 となっているが、教師付き分類ではこれらは区別できている (宝ら, 1997)。

上述のような結果を得ているが、現在、トレーニン

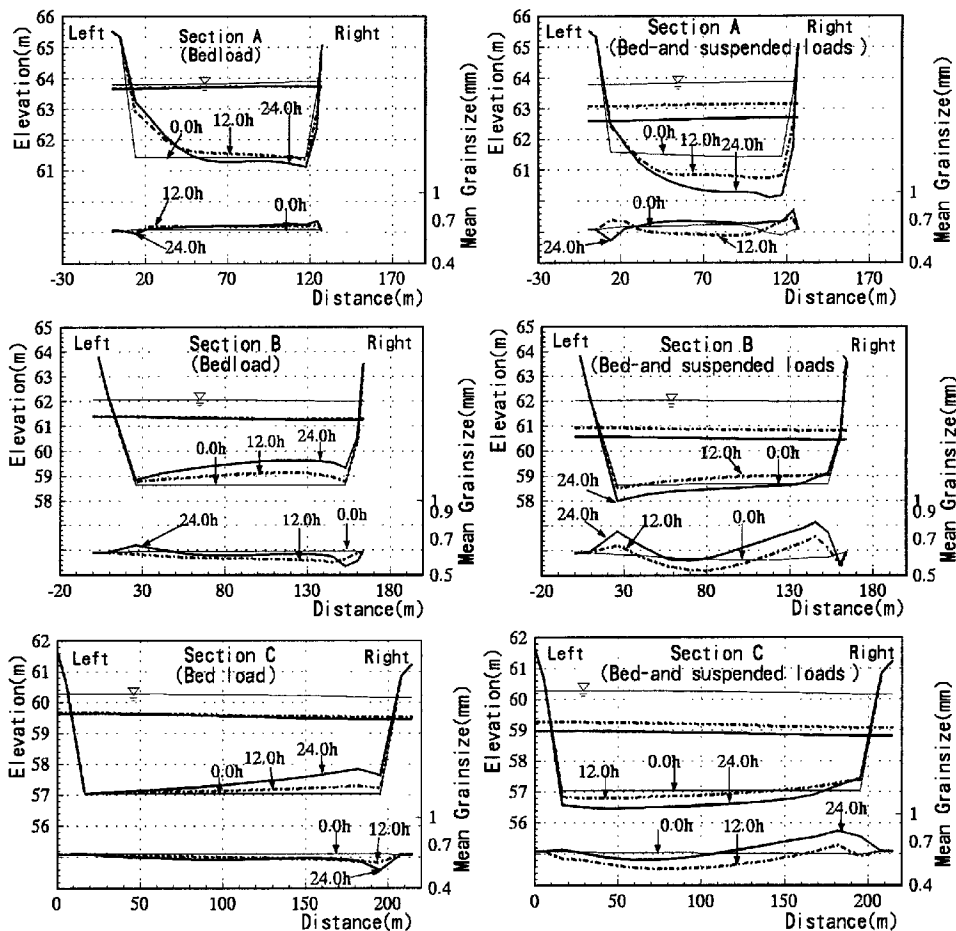


Fig. 4 Lateral bed forms and mean grain size of bed surface predicted at cross sections A, B and C

グエリアの抽出法や地被状態の分類法に関する検討を深めるとともに、解像度の高い衛星画像の利用なども考慮しながら、Unit stream power theory (Yang, 1996) を降雨流出モデルに導入した土砂流出モデルについて検討している。

5. 海岸侵食

インドネシア諸島の海岸における来襲波浪は、アジアモンスーンに支配される季節変化が顕著である。Fig. 5は、Johnson (1992) による雨期および乾期のモンスーンによる気流と降雨範囲（ハッチ部分）を示している。乾期（4～9月）には東よりの貿易風のために、島の東側の海岸ではうねり性の長周期高波高の波が来襲し、雨期（10月～3月）にはモンスーンにより西風が卓越し、島の西側海岸で波浪外力が強くなる。とくに、四方を島に囲まれたジャワ海の沿岸では、恒常的なうねり性波浪よりも、モンスーンに支配される風で発生した風波と吹送流とが底質輸送の外力となる。

インドネシアの海岸保全上の問題となっている海

岸の位置を Fig. 6 に示している。海岸侵食は、一般に、海岸構造物の築造、漂砂源の減少、波浪特性の変化に起因する。インドネシアの場合には珊瑚塊の掘り出しや河川のショートカットも海岸侵食の主要な要因の一つになっている。ここではこれらの要因による海岸侵食の発生機構、海浜変形予測および侵食対策について検討する。

バリ島のクタ、サヌール、ヌサドゥワ、チャンディダサ海岸では、貴重な観光資源である珊瑚礁背後の美しい砂浜の侵食が問題となっている。この原因は、大きく2つに分けられる。ひとつは、クタ海岸のように空港の滑走路（大規模海岸構造物）の建設によるものであり (Syamsudin et al., 1994)、他の一つは、多くの海岸で行われてきた珊瑚礁からの建材用としての珊瑚塊の掘り出しによるものであると推察される (土屋ら, 1993)。Fig. 7 に珊瑚の掘り出し箇所と侵食・堆積範囲を示す。何れの場合にも、珊瑚礁砂浜の漂砂源である珊瑚や有孔虫の生態を破壊するとともに、波浪、海浜流場を変えたことが海岸侵食の主要な原因になっている。とくに後者の場合には、海岸前面の水

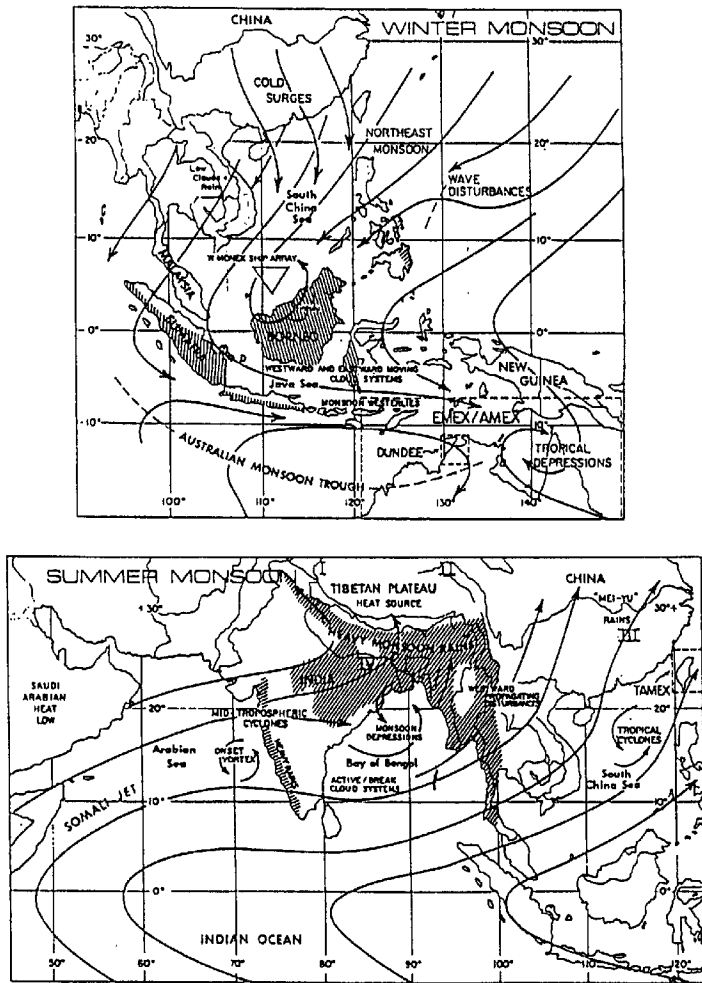


Fig. 5 Primary circulation features that affect cloudiness and precipitation(Johnson 1992). (upper: winter monsoon, lower: summer monsoon)

深を深くしたこと, さらに珊瑚や海草場(アマモ類)を取り去り, 砂で覆われた掘削穴にしたために, 波浪, 海浜流, 潮流の減衰効果を弱めた結果になっている。

珊瑚礁海浜の侵食を制御するためには, 失われた珊瑚や海草場の回復を図ることも選択肢のひとつである。しかしながら, 珊瑚群の回復がどのくらいの期間で, どの程度回復するのかが明らかにされていないため, バリ島の海岸保全のように, 緊急性の高い場合には珊瑚の移植がどの程度有効なのかを判断する基準が無い場合, 具体的な事業を展開するのが困難な状況にある。そこで, サヌール海岸において, 珊瑚の移植による海岸保全の可能性を調べるため, 移植する珊瑚の種類や供給地の調査, 移植した珊瑚の成長の早さ, 保全事業の推進方法について調査, 検討し珊瑚の成長の早さ, 移植方法を示した。今後, 生態系調査と具体的な工法とをさらに検討する必要があるが, 現在バリ島の珊瑚礁海岸で進行中の潜堤やヘッドランド工法による海岸侵食制御に加えて, ここで

提案した珊瑚の移植を併用する形で保全対策を行うことを推奨している(山下ら, 1996)。

河川のショートカットによる海岸侵食が引き起こされているところの例として, パダン(スマトラ島)およびセマラン・ジェバラ(ジャワ島)海岸をなどがある。いずれも洪水対策のため, 1800年代の末期から1900年代の初頭にかけて実施された河川のショートカットによるもので, ショートカットによって旧河口のデルタは急激に縮小し, 新河口部では同程度の河口デルタの発達が見られるのが特徴である。そのスケールは, Fig. 8に示すセマラン海岸の汀線変化(土屋ら, 1979)からわかるように, そのスケールは数km以上にもおよぶ。

ここでは, セマラン・ジェバラ海岸を対象として, 波浪, 海浜流観測を行うとともに, セラン川流域における地形変化, 底質調査, 土地利用形態などに関する調査を行うとともに, 衛星データの収集解析を行い, セラン川流域およびジェバラ海岸での土砂移動の予測

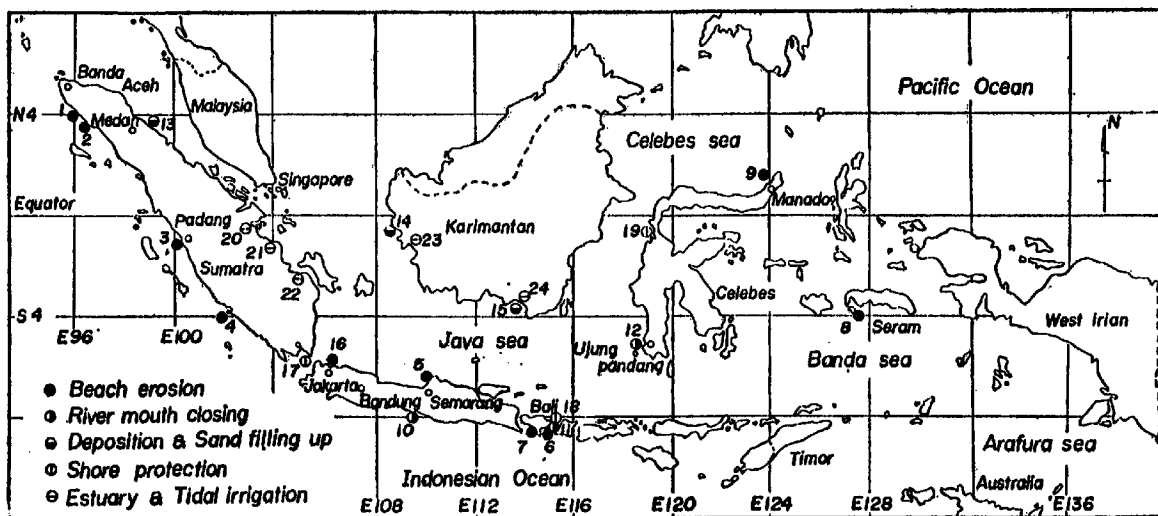


Fig. 6 Coastal engineering problems and sites in Indonesia (Syamsudin, 1993)

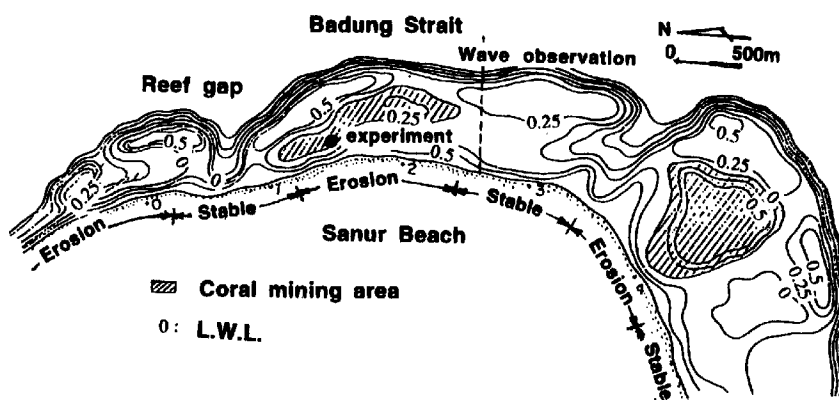


Fig. 7 Coral mining area and erosion-stable area in Sanur Beach

手法の開発を行っている。とくに、火山を源とし、斜面、河川を經由して海岸へ流出するシルト質の底質が、海域でどのように移動、堆積し海岸地形を変化させているかを予測する手法を開発している。海域での海岸地形変化予測には、吹送流・波浪流の3次元数値モデル、波浪モデル、漂砂モデルと風域場のデータまたはモデル化とその結合が必要となるため、これらの総合モデルを作製中である。また、数値モデルを検証するための海底地形データ、風域場のデータを収集している。

上述のような海岸侵食の予測法ばかりでなく、その結果を基礎として、自然の材料等を用いた現地適合型侵食対策についても検討している (Kawata, 1996)。また、ショートカットによって造り出された新しい河口部における河口堆積を制御するための基礎研究を推進している (Sawai and Nakade, 1996)。

6. おわりに

本共同研究は、1991年度から3ヶ年にわたって行った予備的調査研究に基づいて研究テーマを絞り込み、1994年度より推進してきたものであって、ここではその成果と研究経過について要約した。これらについては、関連の学会誌等に逐次発表している。末尾の付録にそれらの発表リストを掲載しておいたので、詳細については各文献を参照されたい。

謝 辞

本研究は、文部省特別事業国際共同研究「中国及びインドネシアにおける自然災害の予測とその防御に関する研究 (IDNDR)」の研究経費、平成9年度文部省科学研究費補助金・国際学術研究 (共同研究)「洪水、土砂流出および海岸侵食による災害とその防御に関する研究」(No. 09044188, 研究代表者: 江頭進治立命館大学教授)の補助を受けている。また、インドネシ

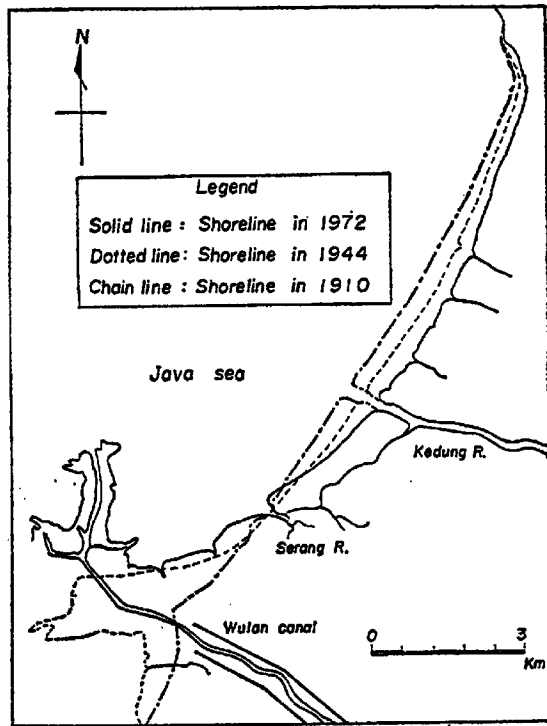


Fig. 8 Shoreline changes in Semarang coast

ア公共事業省及び国際協力事業団(JICA)には、現地調査、資料収集などにおいて多大な協力を得ている。ここに記して謝意を表する次第である。

参考文献

- 大倉祐郎・金海生・江頭進治・里深好文(1997): ブランタス川における河床材料の伝播特性, 平成9年度関西支部年次学術講演概要, II-125-1-2.
- 宝馨・上坂龍平・江頭進治(1997): 衛星画像によるブランタス川流域の地表面状態の解析—降雨・土砂流出予測に向けて—, 京都大学防災研究所年報, IDNDR 特別号.
- 土屋義人・Syamsudin A. R.・山下隆男(1993): バリ島の珊瑚礁海岸の侵食について, 海岸工学論文集, 第40巻, pp.466-470.
- 土屋義人・M. Yahya・A. R. Syamsudin(1979): インドネシアにおける海岸侵食について, 第26回海岸工学講演会論文集, pp.267-271.
- 望戸昌観・江頭進治・金海生・中西史尚(1996): ブランタス川中流部における河床変動, 平成8年度関西支部年次学術講演概要, II-36-1-2.
- 望戸昌観・金海生・江頭進治・藤田正治(1997): ブランタス川蛇行部におよぼす浮遊砂の影響, 平成9年度関西支部年次学術講演概要, II-124-1-2.
- 山下隆男・西平守孝・土屋義人・スワンディー(1996): 珊瑚礁海岸の保全を目的とした珊瑚の移植実験, 海

岸工学論文集, 第43巻, pp.1281-1285.

- Egashira, S. and Isnugroho (1994): Sediment yield from drainage area and bed variation of Brantas River, Japan-Indonesia Joint Research on Natural Hazard Prediction and Mitigations, DPRI, Kyoto Univ. pp.197-204.
- Egashira, S., Jin, H. and Nakanishi F. (1996): Characteristics of flow and bed deformation in meandering reach of Brantas River, Indonesia, Proc. of Work Shop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their Mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia, pp.1-18.
- Fujita, M., Egashira, S., Jin, H. S. and Nakanishi F. (1996): Characteristics of bed variation in Brantas middle reach, Proc. of Workshop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia. pp.29-42.
- Johnson, R. H. (1992): Heat and moisture sources and sinks of Asian monsoon precipitating system, J. Meteor. Soc. Japan, Vol.70, No.1, pp.353-370.
- Kawata, Y. (1996): Holistic approach for coastal disaster reduction in Indonesia-Tsunami and Beach erosion- Proc. of Work Shop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their Mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia, pp.232-239.
- Sawai, K. and Nakade, S. (1996): Estuary sedimentation control by means of tidal reservoirs, Proc. of Workshop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their Mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia, pp.157-171.
- Sutikno, Egashira, S. and Dyah R. P. (1996): Method for predicting fine sediment run-off and its application, Proc. of Work Shop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their Mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia, pp.126-134.
- Sutikno, Egashira, S., Sakatani, Y., Chida, Y. and Supandiyo (1995): Estimation of fine sediment yield in Tirtomoyo River basin, Wonogiri, Central Jawa, Proc. of the Int. Sabo Symp. Tokyo, pp.197-204.
- Syamsudin, A. R., Tsuchiya, Y. and Yamashita, T. (1994): Beach Erosion in Kuta Beach, Bali and Its Stabilization, Proc. 24th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, pp.2683-2697.
- Syamsudin, A. R. (1993): Beach erosion in coral reef beaches and its control, Doctor Thesis of Kyoto University, 225 p.
- Takara, K., Yamashita, T., Egashira, S., Dyah R. P., Irwan S., Syamsudin A. R. and Anton (1996): Application of remote sensing and GIS to research on disasters caused by

- floods and sedimentation, Proc. of Workshop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their Mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia, pp.62-77.
- Tanakamaru, H., Hata, T. and Tada, A. (1996): Estimation of water budget in the upper area of the Brantas River using variable infiltration capacity water balance model, Proc. of Workshop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their Mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia, pp.113-125.
- Tanakamaru, H., Isnugroho and Kristijanto, C. (1994): Hydrological Characteristics of the Upper area of the Brantas River. Japan-Indonesia Joint Research on Natural Hazard Prediction and Mitigation, pp.125-139.
- Yang, C. T. (1996): Sediment Transport Theory and Practice, McGraw-Hill, pp. 274-284.

付 録

- 上坂龍平・宝 馨・岡 太郎(1997):衛星画像とGISを用いた火山流域の地表面状態の解析,平成9年度関西支部年次学術講演概要,II-15-1-2.
- 大倉祐郎・金 海生・江頭進治・里深好文(1997):ブラントス川における河床材料の伝播特性,平成9年度関西支部年次学術講演概要,II-125-1-2.
- 河田恵昭(1994):1992年インドネシアフローレス島地震災害と1993年北海道南西沖地震津波の調査,京都大学防災研究所年報,第37号A,pp.145-167.
- 河田恵昭・長谷川茂樹(1994):地震津波警報の伝達とマニュアルについて,海岸工学論文集,第41巻,pp.1186-1190.
- 日下部重幸・道上正規・藤田正治・檜谷 治・宮本邦明(1996):マッコーマック法を用いた砂防ダム上流の堆砂計算法に関する研究,水工学論文集,第40巻,pp.977-982.
- 澤井健二(1994):潮汐貯水池を用いた河口堆積制御に関する研究(4),土木学会第48回年次学術講演概要集,II,pp.398-399.
- 澤井健二・中出 悟・飯塚修一・田村吉弘(1995):潮汐貯水池を用いた河口堆積制御に関する研究(4),平成7年度関西支部年次学術講演概要,II-57-1-2.
- 澤井健二・沈 建華(1994):潮汐貯水池を用いた河口堆積制御に関する研究,水工学論文集,第37巻,pp.729-736.
- 杉本高成・木村伸吾・吉岡 洋(1995):係留型ADCPによる海流と生物資源量の変動観測,形容観測国際行動研究計画(GOOS)ニューズレター, No.2, pp.152-158.
- 角屋 睦・田中丸治哉(1995):長短期流出モデルによる実時間的洪水予測,農業土木学会論文集,第177号,pp.43-50.
- 角屋 睦・田中丸治哉(1995):長短期流出モデルによる実時間的洪水予測,農業土木学会論文集,第177号,pp.31-41.
- 宝 馨・上坂龍平・江頭進治(1997):衛星画像によるブラントス川流域の地表面状態の解析—降雨・土砂流出予測に向けて—,京都大学防災研究所年報, IDNDR 特別号.
- 田中丸治哉(1995):タンクモデル定数の大域的探索,農業土木学会論文集,第178号,pp.93-102.
- 土屋義人・山本淳史・山下隆男・赤村重紀(1994):砂浜海岸における海岸地下水の挙動,海岸工学論文集,第40巻,pp.571-575.
- 中西史尚・江頭進治・藤田正治(1995):ブラントス川中流部の河床変動の実態,平成7年度関西支部年次学術講演概要,II-55-1-2.
- 中西史尚・江頭進治・藤田正治(1995):ブラントス川中流部の河床変動の実態,土木学会年次学術講演会概要集,pp.476-477.
- 中西史尚・江頭進治・金 海生・望戸昌観(1996):ブラントス川蛇行部の河床変動,平成8年度関西支部年次学術講演概要,II-35-1-2.
- 中西史尚・江頭進治・金 海生・望戸昌観(1996):ブラントス川蛇行部の河床変動に関する研究,土木学会年次学術講演会概要集,pp.608-609.
- 道上正規・藤田正治・北川豊広・三村光太郎(1994):空虚の大きな河床への浮遊砂の沈み込み過程と非平衡浮遊砂,水工学論文集,第38巻,pp.609-614.
- 道上正規・藤田正治・日下部重幸(1995):水みちの発生・発達過程の実験とシミュレーション,水工学論文集,第39巻,pp.613-616.
- 望戸昌観・江頭進治・金 海生・中西史尚(1996):ブラントス川中流部における河床変動,平成8年度関西支部年次学術講演概要,II-36-1-2.
- 望戸昌観・金 海生・江頭進治・藤田正治(1997):ブラントス川蛇行部におよぼす浮遊砂の影響,平成9年度関西支部年次学術講演概要,II-124-1-2.
- 山下隆男・西平守孝・土屋義人・I K. Suwardi(1995):バリ島サヌール海岸における珊瑚の移植実験と珊瑚礁回復工法の提案,海岸工学論文集,第42巻.
- Akai, K., Ashida, K. Sawai, K., Jiyu, J. Y., Chen, B. L., Xu, H. G., Wu, D. Y., Wang, G., Li, Z. G. and Feng, J. T. (1995): An idea of estuary sedimentation control and reclamation by tidal dynamics ("marine hollow"), Advances in Hydro-Science and Engineering, Vol. II, pp. 1383-1390.
- Sulaiman, D. M., Tsuchiya, S., Yoshioka, H., Yamashita, T. and others (1994): Prediction of the maximum wave on the coral flat Proc. 24 th. Conf. on Coastal Eng., ASCE, pp. 609-623.

- Dyah R. P., Irwan S., and Ibnu K. (1996): Earth 's surface performance media for river morphological changes analysis Proc. of Work Shop on Disasters Caused by Floods And Geomorphological Changes and Their Mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia, pp. 172-184.
- Egashira, S. and Isnugroho (1994): Sediment yield from drainage area and bed variation of Brantas River, Japan-Indonesia Joint Research on Natural Hazard Prediction and Mitigations, DPRI, Kyoto Univ. pp. 197-204.
- Fujita, M. and Michiue, M. (1996): Formation and destruction processes of step-pool morphology, Proc. of 10th congress, APD, IAHR JENTAYO II.
- Fujita, M., Egashira, S., Jin, H. S. and Nakanishi, F. (1996): Characteristics of bed variation in Brantas middle reach, Proc. of Workshop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia. pp. 29-42.
- Fujita, M. and Michiue, M. (1994): River bed erosion, Proceedings of 9th Congress. APD, IAHR, Vol.2, pp. 344-351.
- Jin, H. S., Egashira, S. and Liu Bingyi (1996): Characteristics of meandering compound channel flow evaluated with two-layered 2-D method Annual Journal of Hydraulic Engineering. pp.717-724.
- Kawata, Y. (1994): Characteristics of urban natural disaster and its scenarios toward catastrophe, Proc. IDNDR Aichi/Nagoya International Conference, pp.41-56.
- Kusakabe, S., Michiue, M., Fujita, M., Hinokidani, O. and Miyamoto, K. (1996): A numerical simulation of sedimentation in upstream region of sabo dam using MacCormak scheme, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol.40, pp.977-982
- Ninshing, S. N. and Yamashita, T. (1996): Climatology of surface wind fields of Asian monsoon and their action on waves and currents in Java Sea, Proc. of Work Shop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their Mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia, pp.92-135.
- Rahardjanto and Dyah R. P. (1996): Flood Disasters and Their Control Measures in Lower Solo River Basin, Proc. of Workshop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their Mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia, pp.185-197.
- Sawai, K., Sairin, S. and Dyah R. P. (1994): Behavior inhabitants at recent disasters in Central/East Jawa, Japan-Indonesia Joint Research on Natural Hazard Prediction and Mitigation, DPRI, Kyoto Univ. pp.261-275.
- Syamsudin, A. R., Dede. M. Sulaiman and Kardana (1996): Beach processes and preservation in Jepara Coast, Proc. of Workshop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their Mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia, pp.43-55.
- Syamsudin, A.R., Tsuchiya, Y. and Yamashita, T. (1995): Methodology for beach erosion in coral reef beaches and its applications in Bali Natural Hazards, Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards, Kluwer Academic Publishers.
- Syamsudin, A. R., Yamashita, T. and Tsuchiya, Y. (1994): A beach erosion in Kuta Beach, Bali and its stabilization Proc. 24th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, pp.2683-2687.
- Syamsudin, A. R (1993): Beach erosion in coral reef beaches and its control, Doctor Thesis of Kyoto University, 225 pp.
- Tsuchiya, Y., Syamsudin, A. R. and Yamashita, T. (1994): Beach erosion in coral-sandy beaches in Bali and its control, Japan-Indonesia Joint Research on Natural Hazard Prediction and Mitigation, pp.152-156.
- Takara, K., Yamashita, T., Egashira, S., Dyah R. P., Irwan S., Syamsudin A. R. and Anton (1996): Application of remote sensing and GIS to research on disasters caused by floods and sedimentation, Proc. of Workshop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their Mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia, pp.62-77.
- Takara, K. (1994): Accuracy assessment of catchment surface classification based on remotely sensed imageries with various spatial resolutions, The first ADES Symposium, NASDA, EA and MITI, Vol.2, pp.513-516.
- Tanakamaru, H., Hata, T. and Tada, A. (1996): Estimation of water budget in the upper area of the Brantas River using variable infiltration capacity water balance model, Proc. of Workshop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their Mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia, pp.113-125.
- Tanakamaru, H., Isnugroho and Kristijanto, C. (1994): Hydrological Characteristics of the Upper area of the Brantas River. Japan-Indonesia Joint Research on Natural Hazard Prediction and Mitigation, pp.125-139.
- Tsuchiya, Y., Yamashita, T., and Izumi, T. (1994): Erosion control by considering large scale coastal behavior, Proc. 24th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, pp.3378-3392.
- Tsuchiya, Y., Syamsudin, A. R., and Yamashita, T. (1994): Wave transformation on coral reef and most effective wave on beach change of coral-sandy beaches in Bali Japan-

- Indonesia Joint Research on Natural Hazard Prediction and Mitigation, pp.157-199.
- Tsuchiya, Y., Syamsudin A. R., and Yamashita, T. (1994): Beach erosion in coral-sandy beaches in Bali and its stabilization (1), Japan-Indonesia Joint Research on Natural Hazard Prediction and Mitigation, pp.200-239.
- Tsuchiya, Y., Syamsudin, A. R. and Yamashita, T. (1994): Beach erosion in coral-sandy beaches in Bali and its stabilization (2), Japan-Indonesia Joint Research on Natural Hazard Prediction and Mitigation, pp.240-259.
- Yamashita, T., Tsuchiya, Y. and Yoshioka, H. (1994): Quasi-Three dimensional model for storm surges and its verification Proc. 24 th. Conf. on Coastal Eng., ASCE, pp.901-915.
- Yamashita, T. (1996): Evolution of river mouth delta due to short-cut works, Proc. of Work Shop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their Mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia, pp.56-61.
- Yoshioka, H. (1996): Wave-current observations at the Jepara Coast Proc. of Work Shop on Disasters Caused by Floods and Geomorphological Changes and Their Mitigations, Yogyakarta, Indonesia, Ministry of Public Works, Indonesia, pp.78-91.

Research on Disasters Due to Floods and Geomorphological Change and Their Mitigation

I-2 Group: Shinji EGASHIRA*, Yoshiaki KAWATA, Kenji SAWAI**, Kaoru TAKARA, Haruya TANAKAMARU***, Takao YAMASHITA, Hiroshi YOSHIOKA, Masaharu FUJITA****, DYAH Rahayu Pangesti***** · ISNUGROHO***** · SYAMSUDIN A.R.*****

Faculty of Science and Engineering, Ritsumeikan University

* Faculty of Engineering, Setsunan University

** Faculty of Agriculture, Kobe University

*** Graduate School of Agriculture, Kyoto University

**** Research Center for River and Sabo, Institute of Water Resources Development, Ministry of Public Works, Indonesia

***** Institute of Water Resources Development, Ministry of Public Works, Indonesia

Synopsis

This project has been conducted since 1994, with attention focused on flood and sediment hazards in central and east Java, Indonesia. It aims at developing methods for predicting floods and associated sediment phenomena such as sediment yields, river changes and beach erosions, including preferable countermeasures against flood hazards and coastal changes. Valuable results have been obtained from observations, data analyses and numerical simulations. This paper describes parts of them as well as the problems to be conducted.

Keywords : rainfall and sediment runoff; river changes; satellite image; beach erosion; flood hazards; countermeasures against natural hazards