

インドネシアの海岸・河川域利用計画

中 村 重 久*・Abdul Rachim SYAMSUDIN**

Development Projects for Riverine and Estuarine Areas in Indonesia

Shigehisa NAKAMURA* and Abdul Rachim SYAMSUDIN**

The Indonesian Government's third five-year development plan (Rencana Pelaksanaan Lima Tahun, or REPELITA) was started in 1979. Many of the projects comprising this plan are supported by the results of recent scientific research and technological improvement. Some of the projects aim to develop riverine and estuarine areas for rice cultivation by making use of climatology, river mechanics, tidal hydraulics, coastal engineering, and other related disciplines. This

article deals with development projects for riverine and coastal areas, mainly from the viewpoint of riverine and coastal hydraulics. The projects may be classified into three categories: (1) prevention of estuarine blockage by sedimentation, resulting possibly from the effects of coastal waves and estuarine currents; (2) tidal irrigation and its maintenance; and (3) utilization of swamp and marsh areas. Most of these projects are being promoted with international cooperation.

I 緒

インドネシアでは、近年とくに海岸域および感潮河川域の利用計画に力が注がれるようになってきた。これには、インドネシアの人口問題に関連して、治水問題、住宅問題、都市計画問題、米作農地開発計画などの諸問題が包含されている。ここでは、最近のインドネシアにおける海岸域および感潮河川域の主な計画について概要を紹介し、それらの問題点について述べる。

著者のひとり、Syamsudin は、インドネシアの Ministry of Public Works 所属の Institute of Hydraulic Engineering, Ban-

言

dung に配属され、主として河川工学および水文学に関する研究を推進してきたが、1975年1月、同研究所に海岸工学研究部門が新設されるにおよび、新部門の一員として海岸工学関連の研究にもたずさわることになった。京都大学防災研究所からは土屋義人教授が1975年7月から1年間、UNDP (United Nations Developing Project) の一員として、Bandung の研究所へ派遣され、新海岸工学研究部門の基礎づくりと指導にあたった。土屋教授は、海岸工学のなかでもとくに海岸波浪および海浜変形過程に関する現地調査を指導した。その後、1978年7月—9月、土屋教授は再度招かれて Bandung の研究所におもむき、研究の指導協力にあたった。その成果は報告書として取りまとめられ、また、その概要も知ることができる。

* 京都大学防災研究所; Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

** Institute of Hydraulic Engineering, Bandung, Indonesia (1980年3月まで1年間、京都大学防災研究所に研修員として滞在)

1976年—1979年において、インドネシア政府は、感潮域の灌漑 (tidal irrigation) に力を注ぐという方向をうちだした。これに関連して、低湿地の開発という問題もあらわれ、とくに米作に関連した問題の研究に政府は重点的に研究費を支出するようになってきた。

これにかんがみ、ここでは、感潮域の灌漑、低湿地の開発に関連した問題を中心にして述べることにする。海岸侵食の問題についてはすでに土屋ら [1979] の所論があるので、本文では、この問題についてはできるだけ重複することのないようにつとめる。

II 計画の概要

インドネシアの河川・海岸域の利用計画は大きく分けて、(1) 海岸における波と流れの問題、(2) 感潮河川域の灌漑水利の問題、(3) 低湿地の農地化の問題のいずれかに属するものと考えられる。主な計画を表1に示し

た。表1の計画は、図1の記号に示される地域を対象としたもので、その一部はすでに着手され、また、他の一部は現在なお検討中の段階にある。以下において、それぞれの計画の要点、特徴、問題点などについて述べる。

Table 1 Projects of Coastal Areas in Indonesia

	Province	City	Projects	Notes
Waves and Coast	A. West Java	Pangandaran	Citanduy	Planning wave observation and control of river mouth blocking
	B. West Java	Tjirebon*	Cimanuk & Kumpulkwista	
	C. West Java	Serang*	Ciujung & Cisadane	
	D. Central Java	Tegal	Pemali—Comal	Control of flooding to rice field
	E. South Sulawesi	Makasar	Sadang	
Tidal Irrigation	I. Riau**	Pakanbaru*	Siak & Rengat	
	II. Jambi**	Jambi*	Muarasabak	
	III. South Sumatra**	Palembang*	Upang & Karang Agung	
	IV. West Kalimantan	Pontianak*	Sungai Kubu & 3 Places	
	V. South Kalimantan	Banjarmasin*	Marabahan & Barambai + 3 Places	
	VI. Central Kalimantan	Palangkaraya*	Sebangau	
Swamp and Marsh	1. Aceh	Langsa	Keutengga	
	2. North Sumatra	Medan*	Rawa Percut & Sisir Gunting	
	3. West Sumatra	Padang	Rawa Anai	
	4. South Sumatra	Palembang	Semendawai	
	5. Lampung	Telukebetung	Rawa Sragi (near Kalianda)	
	6. West Kalimantan	Singkawang	Selakau	
	7. West Kalimantan	Sungaikakap		
	8. West Kalimantan	Ketapang		
	9. South Kalimantan**	Bandjarmasin	Alabio (Polder Alabio)	

Notes: * Local capital, The name of city shows the nearest location to the project site.

** Proyek Pembukaan Persawahan Pasang Surut or P. 4. S.

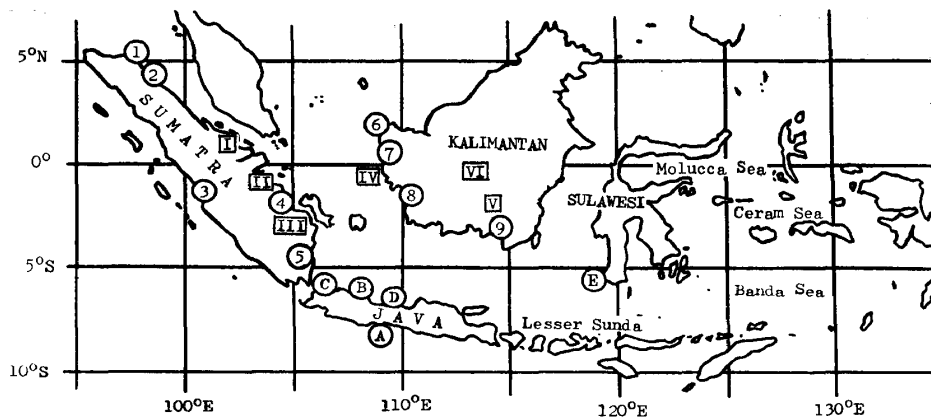


Fig. 1 Site of Projects

III 海岸に関連した計画

海岸波浪に関連した計画は、表1にみるように5件ある。そのうちの3件はジャワ島西部におけるものである。以下において、各計画の要点を説明する。

(I) Citanduy 計画

ジャワ島西部、Pangandaran 地方を中心とした計画で、河口閉塞の解決を主目的としている。河川により上流から運ばれてきた土砂が河口に堆積する現象が顕著であり、この問題に直接的に影響をおよぼしているのは、インド洋から来襲する波浪であると考えられている。このため、まず、海岸波浪の観測を実施して基礎資料を収集し、実態を把握することが予定されている。

この地方の河川では、雨季の洪水対策にかなり長い期間努力してきた。しかし、河川堤防は土盛りであるため、洪水時にえぐられたり、越流によって破堤したりすることもあった。適切な河口処理法が見出されれば、河口閉塞による洪水時のせきあげを軽減することもできるのではないかと考えられている。

(II) Cimanuk & Kumpulkwista 計画

ジャワ島西部、Tjirebon 地方を中心とし

た計画である。この地方の Indramayu 地区では、河川の蛇行彎曲部の内側に市街地域が形成されていて、洪水時にはつねに浸水の危険が感じられる。これに対処するために、捷水路 (short cutting) をつくって市街地域を洪水から護るという計画が考えられている。この計画は、すでに10年前にはじめられ、オランダからふたりの専門家をむかえて、推進されている。

Kumpulkwista 計画は田地利用計画に関連している。この地区は、Citanduy と同じく大きな河川に面しているという立地条件にある。

また、つぎの三つの計画は、いずれも、田地利用計画と関連が深い。

(III) Ciujung & Cisadane 計画

ジャワ島西部、Serang を中心としたものである。

(IV) Pemali—Comal 計画

ジャワ島中央部、Tegal を中心とした計画である。

(V) Sadang 計画

セレベス島（スラウェシ島）南部，Makasar を中心としたものである。

IV 感潮域・河川域の灌漑に関連した計画

河川下流部の感潮域における米作農地の灌漑のためには，潮汐の満干にかかわらず河川水の農地への導入がうまくいくようにする必要がある。干潮時に河川水の取り込みがうまくいっても，満潮時に海水が農地に侵入するようなことになっては困るし，また，逆に，満潮時に河川水の取り込みができて干潮時には取水が困難となることも望ましいことではない。

河口から数十キロメートル上流に数キロメートルの長さの1次水路が設けられ，さらに，分岐して数百メートルごとに2次水路が設けられる。この2次水路に面して約100ヘクタール単位の米作農地が多数配列されており，インドネシア政府は，この1単位を1家族に与えて生計をはかることを奨めている。

このような見地から，水路内では，つねに必要なとされる最少流量を確保する必要があるし，水路が土砂などで埋没することなく，その機能が維持されるためには，どのようにしたらよいかを検討しなくてはならない。河口部では河川上流からの土砂が堆積するが，その位置も，海岸波浪の作用によって左右されることがあるであろう。水路や河道内の水位の安定あるいは制御のためには，このようなことに起因する河口閉塞現象は望ましいことではない。これに対処するためにも，河口部のどの部位にもっとも土砂が堆積しやすいかを調査し，明らかにする必要がある。

米作農地としての水田では，水路および河道内の水位に関係なく，播種期，移植期および収穫期に，それぞれに必要なとされる水位と流量とを確保できなくてはならない。播種期に水位が高過ぎることは望ましくないし，収穫期に田地の水深が15センチメートル以上と

なると米が腐敗をおこしかねない。また，刈り入れに困難をとまなうことになる。田地の水位の制御には，現在のところ，田地と水路とを結ぶ通水口に角材などをおとす方法をとっている。この方法は，基本的には，日本における例と同じである。このような水位および流量の制御をより適確に行うためには，その地方の河川流量のみでなく，降水量，滲透量および蒸発量のそれぞれの特徴を，年間を通じてとらえておく必要がある。そのためには，気象学的資料の収集解析や土質条件の検討が不可欠である。さらに，上に示した物理量は年ごとに変動するものであるから，たとえば，20年間にわたる資料にもとづく統計を参考にすることが望まれ，そして，月ごとに予測をすることが望まれる。

現時点で完了した計画および進行中の計画のうち，主なものは，表1の中で，I～VIに示された6件である。いずれの計画も，共通して，上述のような問題を含んでいる。

ここに紹介した計画の対象となっている感潮河川には古くから小規模の私有農地があり，河川から1～2キロメートルの位置に5～10ヘクタール程度の面積が単位となっている。ここでの計画では，これらの私有農地はそのままにしておき，河川から10数キロメートルのところを対象としている。これに必要な水路を1次，2次，3次水路として設ける。

インドネシアにおける感潮河川域の灌漑計画の進めかたに関して，現在，二つのシステムが考えられている。そのひとつは，Upang System にみられるようなもので，Institute of Hydraulic Engineering において案出されたものである。これとは別に，Gajamada University, Jogjakarta が開発したシステム

がある。

Upang System とよばれるものは、概略つぎのようである。すなわち、およそ10～15キロメートルを隔てて、互いに並行して流れる二つの隣接河川を、塩水の到達しないようなところで水路（1次水路）によってつなぐ。水路中の流れは、両河川の水位によって定まり、潮時によって異なる。1次水路の両側には3～4本の2次水路が設けられ、さらに、2次水路の両側に数本の3次水路が設けられる。3次水路に面して、100×200平方メートル程度（2ヘクタール）を単位とする米作農地が並び、その1単位が標準1家族に割り当てられる。1単位2ヘクタールのうち、1/4ヘクタールは居住区であり、それ以外は田地である。Upang System の場合、1次水路の受けもつ農地は100,000ヘクタールか、あるいはそれ以上の面積である。この計画は1960年に発足し、すでに20年を経過している。

第2のシステムの要点はつぎのとおりである。すなわち、ひとつの河川の河口から約60キロメートルのところから5～10キロメートルの長さの1次水路を設ける。1次水路の末端から約8キロメートルの長さの2次水路を2本のばす。それぞれの2次水路の末端にある300×400平方メートル程度の貯水池（水深

約3メートル）のはたらきによって水路内で水流のよどみをなくし、水路中でできるだけ堆積が進まないようにすることを期待している。2次水路の両側には3次水路が設けられ、そこに2ヘクタール単位の農地があることは、Upang System と同様である。ここで対象とした河川の流量はおよそ500 m³/sであり、2次水路においてもなお10 m³/sであるように設計されている。

以上、感潮河川域の灌漑について二つのシステムを紹介したが、いずれの場合も、水路の両側は土盛り堤防である。1次水路は幅員約40メートル、平均水深約4メートルであり、堤防の天端高は満潮時水位（HWL）上1.5メートルとなっている。2次水路は幅員約20メートル、平均水深は2～2.5メートルであり、堤防の天端高はHWL上1メートルである。また、3次水路については、幅員約1.5メートル、平均水深1～1.5メートルであり、堤防の天端高はHWL上30センチメートルとなっている。ちなみに、Siak およびUpang における潮位差は2～3メートルである。潮汐を利用して河川の水を水路から水田へ導こうという意図で計画が進められているが、もちろん、水路は船による物資輸送路の役割も果たすことになる。

V 低地・湿地の開発利用計画

低地・湿地を米作農用に利用するために、インドネシア国内の各地に多数の計画がある。以下に、それぞれの計画の要点と特徴とを述べる。

(I) Keutengga 計画

この計画は北スマトラのアンダマン海に面した海岸域におけるもので、河川下流部の低湿地を改良して米作に利用しようとするものである。河口付近の土壌中には、つねに海水

と同じ塩分がある。下流部の100～1,000ヘクタールにわたり淡水でおおわれた低湿地のまわりに新しく水路を設け、その水路を通して河川水を海へ導く。これによって低湿地の水の排除をはかろうという計画である。河川の流量は平均約60 m³/sであり、流路の幅は約10メートル、水深は約3メートルである。新しく設けられる予定の水路は、低水路床幅8メートル、高水敷幅5メートル、低水路床から高水敷までの高さ2メートル、高水敷から

堤防天端まで1メートルという複断面水路であり、低湿地を迂回して設けられる予定となっている。この水路の完成によって、低湿地の水深約80センチメートルが15～20センチメートルにできるものと期待され、米作水田としての必要条件のひとつを満たすことが可能になると考えられている。この河川の上流にはダムや貯水池は設けられていない。この計画における水路の設計は、著者のひとり、Syamsudin を中心にして進められている。

(II) Rawa Percut & Sisir Gunting 計画

この計画では、海岸に面した低地を、オランダにおける Polder System のように、堤防

で取り囲み、必要に応じて、堤内地の脱塩をはかり、上流の貯水池から堤内地へ水路によって淡水を供給し、米作水田としての機能を用意する。堤防は、高潮位時にも海水が堤内地に侵入することのないようにしておく。

(III) Semendawai 計画

南スマトラ、Palembang を中心とした計画で、その特徴はつぎのとおりである。すなわち、Komering 川の Komering Mati との合流点より下流側右岸には、図2のように丘陵地がある。この丘陵地と Komering 川との間に低地がみられるが、たとえば計画前の AA' 断面（図2参照）で現地地形は実線

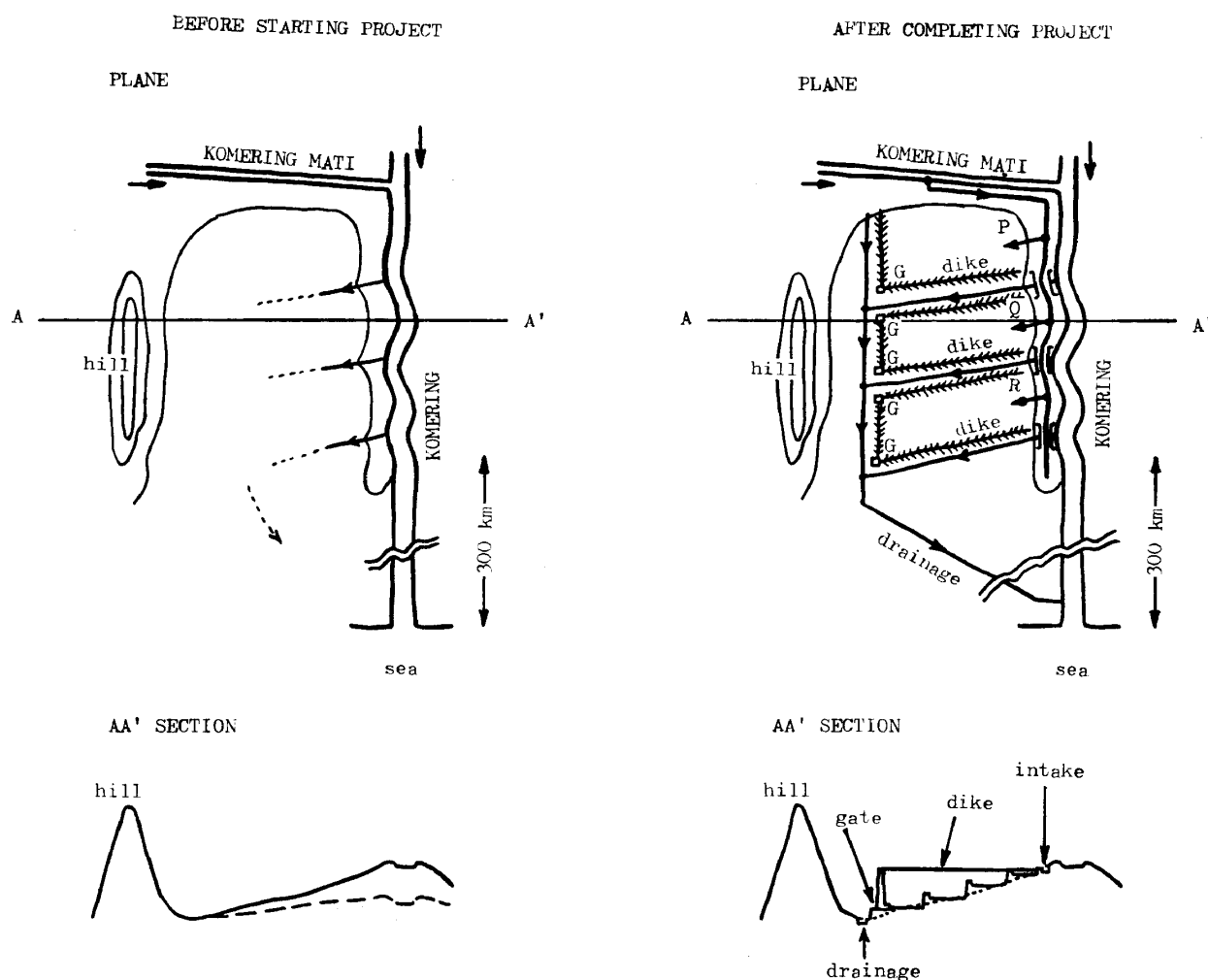


Fig. 2 Semendawai Project

で示されるとおりである。著者のひとり、Syamsudinによれば、旧地形は破線のようにであったと考えられ、その後、川からもたらされた堆積物によって現地形が形成されるにいたったのであろう。川の水は一部分岐してその低地へ向かう流路を形成し、その末端は低地の中ほどで消滅している。水はその後、地下水として下流へ向かっているようである。洪水時には、この低地は水没するが、土壌は米作に適していると考えられるので、この地域の利水・防災計画が適切であれば、米作農地開発計画は有望であると考えられる。

この計画を進めるために、まず、Komeriing 川から分岐した流路に沿って排水路を設け、低地の谷筋に沿った排水路につなぐ。これによって、Komeriing 川からの水はすべて Komeriing 川へもどすようにする。図2の右側にみられるように、排水路網によって低地は、たとえば、P, Q, R のように分割される。このように分割された地区を堤防をめぐらして洪水から護り、堤内地に米作農地をつくる。堤内地の米作に必要な水は支流の Komeriing Mati からとり、さきに感潮域米作農地でみた2次および3次水路と同様にし、堤内地の農地に供給する。堤内地の余剰水は水門を通して排水路へ導く。水門は、たとえば図2の記号 G で示されるように、堤防の要所要所に設けられる。この水門はフラップ型で、その自重と水門に作用する堤内外の水の力とのバランスによって、自動的に開閉するように設計されており、洪水時には、水門は閉じて、堤内地への洪水の浸入を防ぐ。

ちなみに、この低地は河口から約300キロメートルの位置にあり、Komeriing 川の幅員は約100メートル、流量は最大 $800 \text{ m}^3/\text{s}$ である。支流の Komeriing Mati の流量はおよそ $60 \text{ m}^3/\text{s}$ と考えられ、Komeriing 川から低地

へ向かう分岐流路の流量は洪水時各流路あたり約 $20 \text{ m}^3/\text{s}$ とみられている。このような水収支については、できるだけ自然条件を変えないという方針のもとに、この計画は進められている。

この計画の対象とする低地では、従来、乾季に約900ヘクタールの米作農地として利用できたが、計画が完成したあかつきには、全体として約5,000ヘクタールから米を収穫できると期待されている。この低地に隣りあって、下流側には同様な立地条件の低地があり、その利用可能な面積は5,000~10,000ヘクタールと見積られている。

(IV) Rawa Sragi 計画

この計画も、上の例と同様に巨大な計画であり、その対象とする地域の面積は約10,000ヘクタールである。

(V) Selakau 計画

海岸線から数十メートルの位置に、かつてココナツがあった (coconuts line)。これに沿って、海岸線に並行して道路を設け、それより陸側に堤防を築き、堤内地を米作農地として利用する。これは、本来利用できなかった土地の政府による改良計画である。この計画は、本来、Public Works の計画ではないが、豪雨のあとで洪水にみまわれるおそれがあるので、関連河川の上流部で捷水路 (short cutting) を設け、洪水から米作農地を護るように政府が指導している。

(VI) Alabio 計画

これは河川に近い平地を堤防で囲み、堤内地で米作をしようとするもので、河川と堤内地とは水門をもった水路でつながれる。河川の水位に応じて水門の開閉を自動的に行う。

VI 結 言

以上、インドネシアで現在完成された計画から予定されている計画のうち、とくに河川・海岸域に関連のあるものについて説明した。海岸侵食以外にもいくつかの問題があり、河口閉塞とそれにともなう河川内の水位上昇も解決される必要がある。しかし、インドネシアの河川は日本の河川に比べると、自然河川の特徴が強い。住民は適度の洪水は農地を肥沃にすると信じており、洪水の恩恵も無視できないので、日本のように河川堤防をめぐらすのみでは国情に即しているとはいえない。また、感潮域や低湿地の米作農地化もインドネシア政府の方針にのっているが、その基盤として、利水および防災に関連した水理学的研究が必要であると考えられる。とく

に感潮域については、潮汐の問題にも適切に対処しなくてはならない。インドネシアにおける水理学は、過去において、オランダの土木技術者によって導入され、応用されてきた。現在もなお、オランダの技術者のインドネシアにおける活躍はつづけられている（たとえば、Tinbergen [1979]）。最近はUNDP など国際連合のもとで世界各国の専門家がいろいろの計画に参加するようになってきた。この種の諸外国からの技術援助は、インドネシアの数多くの計画を推進するのに役立つことは明らかではあるが、一方において、国情を十分に理解した場合には、技術援助の効果がさらにあがるものと期待される。

参 考 文 献

土屋義人, M. Yahya, A. R. Syamsudin: 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, 1979, pp. 267-271.

Tinbergen, J.: Hydraulic research and the third world, Hydro delft, Contents No. 54, 1979, pp. 8-12.