

B-12 海面上昇の総合的影響評価と適応策に関する研究

(2) 沿岸域における都市への影響評価と適応策に関する研究

国土交通省国土技術政策総合研究所

高度情報化研究センター

小林英之

(社)建築研究振興協会

建築調査課長

川瀬泰司

<研究協力者> インドネシア居住地域基盤整備省人間居住研究所

Aim Abdurahim Idris

Siti Zubaidah Kurdi

Puthut Samyahardja ほか

平成12~14年度合計予算額 12,944千円

(うち、平成14年度予算額 4,268千円)

[要旨] 影響評価および適応策の検討が殆ど行われていない発展途上国沿岸域の都市に関して、定量的評価法を確立するために、衛星画像の解析と現地調査を併用する方法を試みた。平成12年度の問題発見型調査による前兆的現象の探索と都市・市街地の類型的把握に基づき、平成13年度においては、現況のまま推移した場合（何も有効な対策が講じられなかった場合）の影響を定量評価するために、衛星画像を用いた市街地類型別・標高別の面積算定と、市街地類型別の原単位（建築密度、人口密度、建物・家財道具の資産価値、水害に際しての被害額など）に関する現地調査を行い、何もせず現況のままで海面が1m上昇した場合に失われる価値を算定した。平成14年度には、都市の移転、地盤の嵩上げ、堤防+排水機の設置、集合住宅の導入など、海面上昇対策にも適用可能な適応策の事例に関して、過去の実施例の調査を行うとともに、それぞれの地域に適した条件の比較評価を行うための現地ワークショップを実施した。

[キーワード] 海面上昇、都市、治水経済統計、衛星画像、インドネシア

1. はじめに

地球温暖化により、2100年までに海面が最大で90cm程度上昇すると予想されている¹⁾。このために排出削減に向けた緩和が検討され、高度な排出権取引の枠組みなどが検討されている。一方、海面上昇を通じて、地形、自然生態系、人間居住・社会システムへの影響が指摘されている。とりわけ、人口が密集するアジア太平洋の脆弱な地域では、適応策が重要になると予想される。

しかし、沿岸部に人口が密集する発展途上国への都市への影響の実像に関しては、まだ殆ど解明されていない。国際セミナー等においても、海岸侵食、珊瑚礁やマングローブ林への影響が報告されるが、人間居住を対象としたものは、まだ非常に少ない。僅かに地域経済への影響評価の中で住宅地も扱われている。タイ国沿岸域を対象とした経済評価においては、工業地・商業地の生産性への影響が重視され、住宅地は失われる土地の地価と影響人口のみが評価されている²⁾。

本研究に先行して、京都会議の後間もない平成 11 年度に実施された「インドネシアにおける都市開発・住宅建設と地球環境の相互影響の評価と対策に関する研究」(地球環境研究総合推進費 FS)において行われた現地セミナーの討論においても発展途上国に対する排出量の抑制に対しては、様々な反論がなされた。しかし、海面上昇を含む温暖化の影響や被害の大きさに関しては、具体的な量的イメージもなく、今後解明していくことについて全面的な協力が得られる見通しが得られた。このように、影響の内容と大きさに関して具体的に評価した結果が今後必要となり、また排出量削減等の緩和策との比較検討においても、適応コストも含め影響を定量的に評価する必要が生じるであろう。

2. 研究目的

本研究は、発展途上国の都市に関して、従来「地価×失われる土地面積」「影響人口」等の簡便な指標でしか評価されてこなかった影響について、より具体的にどのような状況が今後生じるのかを踏まえた上で、個々の家族の生活レベルまで踏み込んだ把握を行うと共に、その影響の大きさについて定量的に把握することを目的とする。更に、都市の場合には、単に水没するエリアが、そのまま座して水没に任せることではなく、何らかの動的適応を行っていくと考えられるので、具体的にどのような適応が可能であるか、また地域の地形・経済・文化的慣習などの条件に適した適応はどのように選択され実現していくのか、更には最善の適応がなされた場合における正味の影響の大きさ（被害+適応コスト）はどのようなものか、適応可能性の限界としての脆弱性はどの辺りにあるのか、更には国際協力の中で解決に向けてどのような取組みが可能なのか、といった方向の検討を進めることを目的とする。

本研究はインドネシアを対象とした。その理由は二つある。即ち(1)多様な類型の都市を含み、利用可能な既存データが少ないとから、ここで試された方法は、他の東南アジア諸都市への応用可能性が高いこと、(2)これまで研究成果が少なかった広大な島嶼地域に関する調査結果を得ることで世界地図の空白枠が埋まること、である。

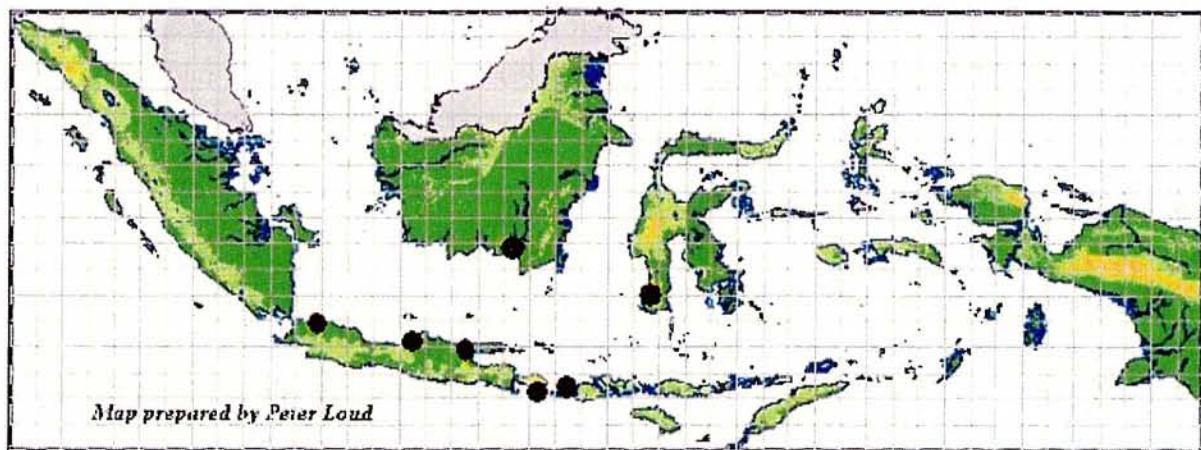


図 2-1 調査対象都市（平成 13 年度、家屋実測調査）

3. 研究方法

本研究は、現地調査を通じてのミクロなアプローチと、衛星画像の解析を主な内容とするマクロなアプローチを組み合わせることで、具体的かつ定量的な結果を得ることを目的としている。

(1) ミクロなアプローチ

現地の国立研究機関の協力を得て、問題発見型の調査、家屋家財道具等の実測調査、及び今後

の海面上昇対策に適用可能と考えられるいくつかの公共事業タイプに関する事例調査を実施した。これらは、最終的に、ヘクタール当たりのコストや被害の大きさの原単位としてとりまとめることにより、マクロなデータと組み合わせて全体像を把握することが可能となる。

(2) マクロなアプローチ

従来軍事的制約やビューロクラシーにより、開示を求めることが難しかった航空写真や精密な地図に代わり、衛星画像をGIS上で解析することにより、市街地類型別・標高帯別の面積を算定することを基本とした。幸い、いくつかの都市に関して雲量の少ないIKONOS等の高解像度衛星画像が研究期間に利用可能となつたため、具体的な解析結果を出すことができた。現在まだこの種の衛星画像は高価であるが、市場的競争により価格低下の傾向にあり、また良質な画像も次第に蓄積されてきているので、今後有望な方向であると考える。

(3) 現地セミナーの実施

ミクロなアプローチの成果と、マクロなアプローチの成果を合わせて、総合的な評価を行うために、毎年度末にバンدونで現地セミナーを開催し、現地の学識経験者と行政担当者を交えた討論を実施した。本研究の第一の目的は、アジア・太平洋地域における影響と適応の全体像を得ることであり、現地の協力を得てデータを吸い上げることであるが、今後の対策を考えると、各種の既存の知見と、本研究の成果を、対策を行うであろう人々にも還元していく必要がある。この意味で、現地で海面上昇に關係の深い、居住地域基盤整備省及び人間居住研究所、脆弱と考えられるいくつかの都市の行政担当者等に、各種知見と認識が届けられることも重要な目的のひとつと考えている。

(4) 参加型ワークショップ

最終年度において、適応策を検討するために、これまで得られた各種調査分析結果に加え、今後の適応策にも応用可能と考えられる各種公共事業とその成果・現況について現地調査を実施した上で、調査対象地の地方政府での討論会、及びバンدونにおけるワークショップを実施した。日本でも国際協力等で試みられている、カードにアイデアや認識を1枚1枚で記入したものを持ち出し、動かし整理しながらの参加型のオープンな討論で議論を深めていく方法を採用した。このような方法は、現地でも既に広く用いられていることが判明した。討論の内容を見ると、まだ基礎的な認識をめぐる素朴な応答も多く見られる。しかし、民主化が進行しつつある状況において、今後地球環境対策を進めるためには、メディアを用いた情報普及のみならず、対話形式のワークショップによる討論も有効な方法である。

4. 結果・考察

(1) 問題発見型調査

まず、6都市を対象として、海面上昇により将来どのような問題が予想されるのかを知る手がかりとなる現地調査を実施した(平成12年度)。

① 都市による市街地類型の多様性

市街地は、無計画に人口が密集した住宅地、計画的に開発された住宅地、市場・商店街、公共建築、工場などから成り立っている。この内、非計画的な住宅地は、沿岸部に密集する傾向にあり、大きな影響が予想される一方、都市による違いが大きい。これは、住民の出身地である周辺農村部の伝統的な住宅形式を継承しているからである。大きく見ると、ジャワ島の都市では煉瓦造・瓦葺の小さな(核家族単位の)土間式住宅が一般的であるのに大して、スマトラ島、カリマ

ンタン島、スラウェシ島（外島）の都市では、木造鉄板葺の高床式の大きな（拡大家族が同居する）住宅が卓越している。また、外島の都市には、海岸、河岸の水中に杭を立て、その上に床を張った住宅地や市場などが存在している。これらは、海面上昇による土地の欠損や、高潮・水害の頻度の上昇に対して、明らかに異なる影響を受けると考えられる。また、高床式でありながら、土地が限られ、経済成長が著しいマカッサルの場合には、高床式木造の床下部分は多く居室化され、親族や賃借人が住んでいる。このことが、高潮・水害の影響を大きくしている。



写真 2-1 パレンパン 川沿いの水上高床式家屋

写真 2-2 マカッサル 地上高床式家屋



写真 2-3 マカッサル 家族の増加に伴い1階を居室化した地上高床式住宅

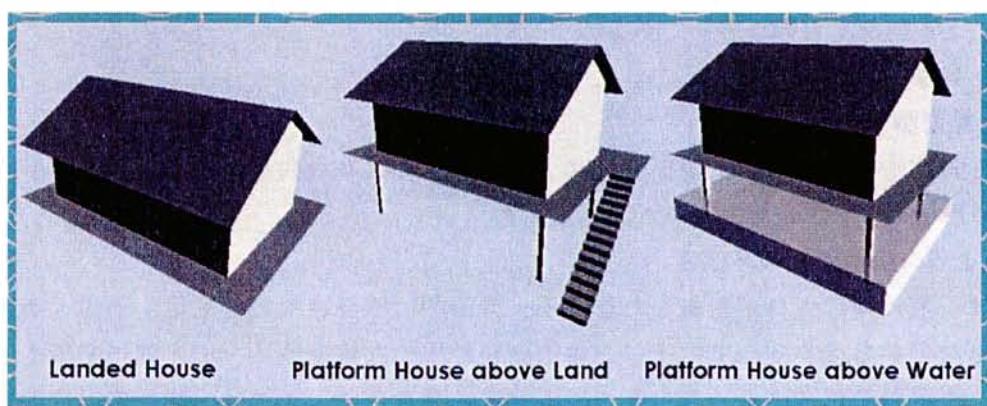
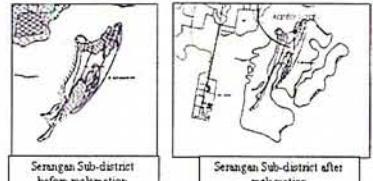
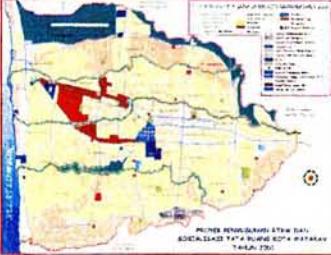
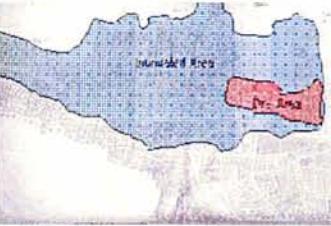


図 2-2 建て方の模式図（土間式、地上高床式、水上高床式）

表 2-1 都市別の概況

都市名 人口 1990 年	参考図と 4 分潮データ	概況
ジャカルタ 828 万人	 <p>北部沿岸埋立地分布図</p> <p>JAKARTA (TANJUNG PRIOK) = $0.05+0.05+0.25+0.13=0.48\text{m}$</p>	<p>ジャワ海に面する沖積平野に立地し、首都であるために人口集中が著しく、無計画な過密市街地（スラム）が形成されている。このうち低湿な地区が、都市型水害の被害を受けている。一方、開発のための投資も集中し、北部沿岸部では、大規模な干拓事業も展開されている。住宅は、平土間式、レンガ積みの住宅が卓越しているが高密度のため 2 階建ての普及が進んでいる。</p> <p>沿岸域においては、高潮被害が頻発しているが、2002 年 2 月には、豪雨に伴い 20 年來の水害が発生した。人口集中と住宅不足により、河川沿いなどに不法占拠による住宅地形成が進行しつつある。このことが、低所得階層における危険で不衛生な環境を形成している。海面上昇は、このような動向と相乗して作用すると考えられる。</p> <p>調査したブンジャリンガン地区においては、集合住宅が建設されている。また、大規模な埋め立て事業により、中高所得階層を対象とした住宅地が形成されている。</p>
スマラン 125 万人	 <p>土地条件（北部低地・南部丘陵地） $\text{SEMARANG}=0.10+0.08+0.22+0.08=0.48\text{m}$</p>	<p>ジャワ海に面する都市で、南側には比較的近くに丘陵部があり、高級住宅地などが近年形成されている。一方、北部沿岸には、港湾、工場地帯等が干拓により開発されている。それらに挟まれた旧市街地は、植民地時代の城塞を中心に古い建物が並ぶ地区や、その周辺の密集市街地がある。近年、主に地盤沈下に起因すると見られる高潮被害がこれらの旧市街地に多発し、市当局による治水対策、民間資金によるボルダーティーと排水機の設置、集合住宅の建設等の対策も着手されているが、常時冠水状態にある一部住宅地は放棄されて、住民の転出が生じている。</p> <p>最大年間 12 cm にも及ぶ地盤沈下に対応して、既存の低湿な住宅地においては、個人による埋め立て、建替えが行われている。転出するためのまとまった資金のない低所得階層においては、頻繁に低湿な建物を更新せねばならず、家具は 3 年程度で更新する必要が生じており、生活を圧迫している。</p>
スラバヤ 247 万人	 <p>高潮浸水常襲地区分布図 $\text{SURABAYA}=0.35+0.21+0.47+0.26=1.29\text{m}$</p>	<p>対岸にあるマドゥラ島との間のマドゥラ海峡に面しており、海流や潮流における干満の差が上記 2 都市よりも大きい。マドゥラ島から職を求めて来住した人々が密集住宅地を形成している。これらの住環境改善を目的として、市当局により積極的に歩道の舗装、側溝の整備などの環境改善が行われている。住宅の形式は平土間式・レンガ積が卓越している。</p> <p>海峡に面し、潮汐差は大きく、沿岸部住宅地に 70 cm × 3 日に及ぶ高潮被害を生じている。住民は、資金力などに応じて、床の嵩上げなどを実施しているが、総じて収入源との関係で安全な場所に移転することはできない。</p>
デンパサール 39 万人	 <p>Figure 243. The expansion of the Serangan Island</p> <p>干拓の前後比較 $\text{DENPASAR(SANUR)}=0.57+0.14+0.38+0.20=1.29\text{m}$</p>	<p>古くから有名な観光地として多くの収入を得ており、多数の観光施設も立地している。海面上昇により、砂浜を含む観光資源への影響が懸念されている。住宅は伝統的な形式を継承しており、レンガの腰壁の上に木造の軸組みを載せた混合構造で、一つの敷地の中に多くの小さな家屋を並べる分棟型の形式である。</p> <p>調査を行った、対岸の漁家の多い Serangan 島において、1992 年の調査で、侵食による 50 m に及ぶ海岸線後退が指摘され、これに基づき 1997 年に 101ha を 481ha に広げる埋め立て事業が行われた。既存地区においては集落・生態系の保全が図られる一方、新たに形成された土地においては観光開発が計画されている。生活においては、ある頻度における高潮は生活の一部となっている。</p>

マタラム 28万人	 <p>都市計画図 MATARAM (データが無いが海峡を挟む DENPASAR に近いと思われる)</p>	<p>比較的最近、観光地として発達し始めている。バリ島と同様に、インドネシアの中では少數のヒンドゥー教徒が多い。</p> <p>沿岸部の低湿な区域においては、5年程度の間隔で高潮被害を受けている。また、侵食による海岸線後退が進んでおり、1970年代以来2回の移築を経験した住民がいる。住宅を高潮から守るために、簡単な防潮堤が自助努力により構築されている。一部、地方政府による堤防も設けられ、効果をあげている。</p>
マカッサル 94万人	 <p>詳細調査した Cambaya 地区における高潮浸水常襲地区分布図 MAKASSAR(UJUNG PANDANG) = 0.08 + 0.11 + 0.28 + 0.17 = 0.64m</p>	<p>ウジュンパンダンの名称が用いられていたが、近年マカッサルという独立前の名称に復帰した。西のジャワ海に面して立地しているが、沿岸部の市街地は半島島状に、中心部が高く東西が低い地形を有している。東側（内陸）の低地では、水害に対処して、低湿な市街地への排水路の整備が進み、スマラムの環境改善と高級住宅地への変化が進んでいる。一方臨海部では、周辺の農村住宅の系統を引く木造高床式の住宅が密集し、人口増加から干潟に向けて市街地が拡張しつつある。特に人口高密な地区においては、高床の床下を仕切って居室化する変化も生じており、床下浸水が大きな被害をもたらす状況も生じてきている。</p> <p>東インドネシア開発の拠点都市として、インフラの整備が進み、排水路の整備や、河川改修、埋め立て等の事業が完成し、成果を挙げている。また、旧市街地から離れた高燥な場所への新都市開発も進んでいる。このことが住宅事情を改善し、沿岸部の低所得階層の住宅地でも、若い世代から、より安全な住宅地への転出が始まっている。</p>
バンジャルマシン 48万人	 <p>住宅実測調査実施地区 BANJARMASIN=0.31+0.05+0.59+0.32=1.27m</p>	<p>大きく見ると南側をジャワ海に面した極めて平坦な沖積平野に立地するが、都市自体は河口に近い河岸に発達している。都市の平均地盤面は低く（市の総合計画の資料によると、都市の平均地盤面は海拔-0.16mとされている）、このため周囲の土を盛り上げて建設された道路に面して、湿地の中から柱を立てた木造高床式の住宅が立地している。また一部の住宅地は、道路ではなく河川に面して形成され、舟を日常的な交通手段としており、タイやベトナム等の都市と共に通する面も多い。地盤は極めて軟弱であり、椰子の木が成長に従い、根が支えきれずに自然倒壊するような光景も見られる。</p> <p>高潮等には柔軟に対応可能な木造・筏式基礎による住宅形式が中心であり、ある程度までは適応可能と考えられるが、海面が大きく上昇した場合、都市全体が水没する事態も懸念される。</p>

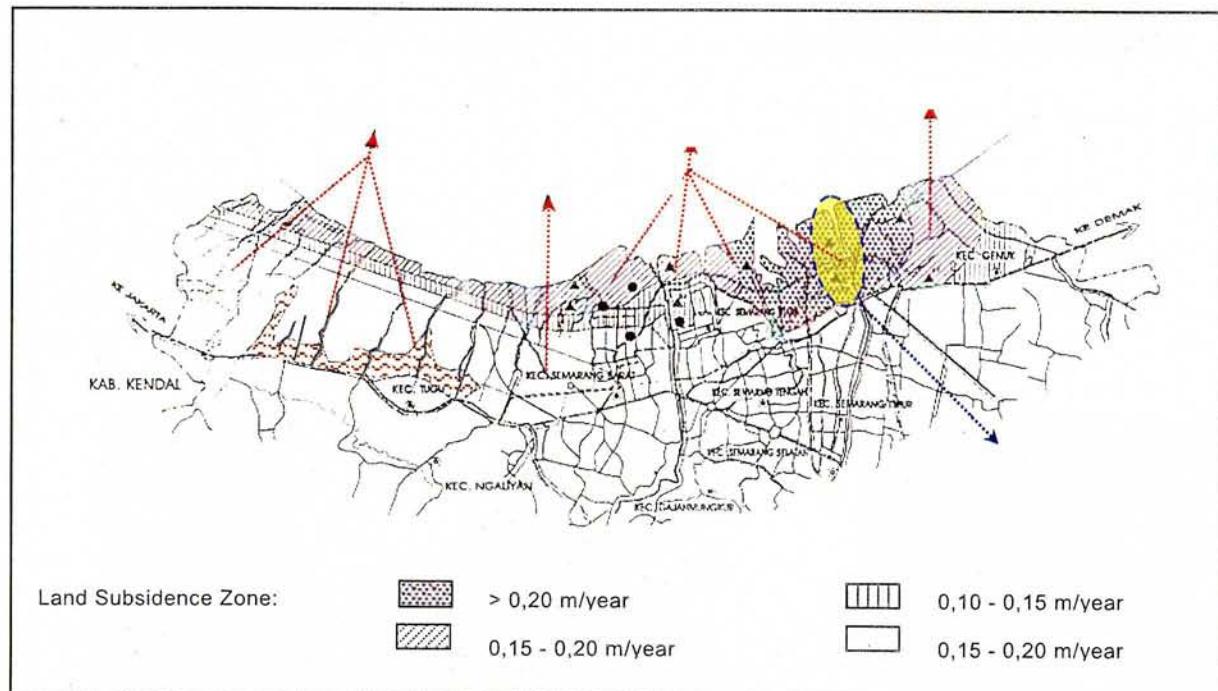
これに対して、近代化され、計画的な高級住宅地、商店街、工場、公共建築などには、都市による高さ・密度の差はあるが、非計画的住宅地ほど、水環境とのかかわりにおいて大きな地方差は認められず、むしろ経済水準の違いが都市全体の中での構成比（面積）に反映している。

② 水害・高潮被害と前駆的現象

いずれの都市でも、住宅・土地不足から、低湿な海岸・河岸に住宅地が拡大しつつあり、しばしば高潮や水害の被害を受けている。しかし、前述の住宅形式の違いや地形的条件のため、損害の程度は異なっている。

とりわけスマラン市においては、年間で最大 20 cm にも及ぶ地盤沈下が生じており、土間式住宅に高潮被害が頻発するようになったため、一部の地区では住宅が放棄され、住宅地が消滅しつつある（写真 2-4）。

また、残っている住宅においても、高潮浸水が頻発することから、住民は自助努力により土を屋内に運び（写真 2-6）、家具を切り詰め、身長よりも低くなった梁の下をくぐるように生活している（写真 2-7）。また、このような対応が限界に達すると、資力があれば古い家屋を取り壊し、敷地を造成し、高い建物に直している（写真 2-8）。



Source: Agency for Regional Development, Semarang City (2002)

図 2-3 スマラン市地盤沈下区分図



写真 2-4 水没した住宅（スマラン）



写真 2-5 冠水した道路（スマラン）



写真 2-6 当面、住宅の内部に土を盛ってしのぐ



写真 2-7 梁が身長より低い

③ 適応事例

地盤沈下の大きいスマランにおいては、個人的対応に加えて、駅前広場を調整池にして排水機を付け、浸水の軽減を試みたり、集合住宅（市営）を建設したり、あるいは沿岸に計画的な埋め立てを行い住宅地とするような動きがある。これは、海面上昇に対して、将来採られ得る適応策を例示するものであろう。



写真 2-8 個別建替えによる適応

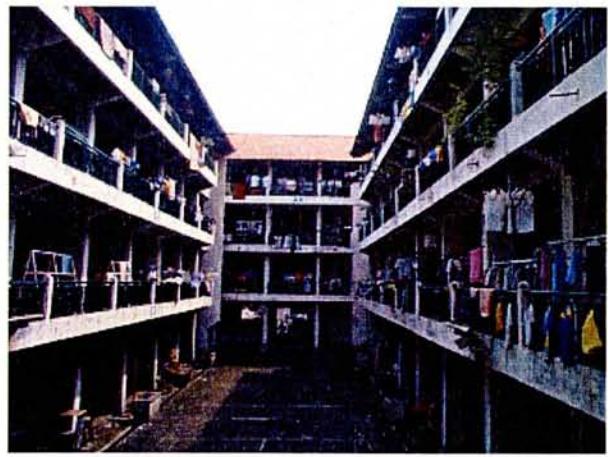


写真 2-9 集合住宅（市営）による適応(1階はオープン)

(2) 影響の定量評価

① 市街地と建築物の類型

市街地の評価に当たっては、異なる原単位を有する類型別に扱うこととした。類型の設定に際しては、衛星画像等により識別可能であることと、評価の上で意味のある違いがあることを条件として、以下のように設定した（高解像度衛星画像が利用可能な場合）。

計画的住宅地（自動車が通行可能な道路にはほとんどの住宅が面している）

非計画的住宅地（自動車が通行不能な細街・歩道により構成されている）

集合住宅（3階建て以上の集合住宅により構成されている）

公共建築物（単体として衛星画像から内部構成が識別可能な建築と敷地、高級住宅等も含む）

商業地（路線商店街、市場など）

工場

広幅員道路（6車線以上、高架道路も含む）

空地（工事中の大規模建築も含む）

池、川などの水面

② 原単位の把握

建築物に関して、直接価格を質問しても、正確な回答を得ることは困難と考えた。また、大きな物価変動・地域格差が存在する。そこで、本研究においては、目視可能な建物の実測結果から、材料使用量、家財道具等の数量をまず把握し、評価額が必要な場合には、その時点・地域での時価をもって算出することとした。

家屋調査は、平成13年度に、7都市84サンプルを対象として実施した。公共建築、工場、商店街などは、共通性が高く、また経済的な面からの評価法が既に提示されていることから、最も未解明で数の多い住宅を中心に調査を行った。サンプルは、統計的に選択する母集団が不明確であったことから、多面的にデータを収集する目的で、沿岸部の浸水被害をしばしば受けている地区から選択し、家屋・家財道具の実測を行うと共に、過去の浸水によりどのような被害を受けてきたかについて詳しく話を聞くこととした。

表2-2 都市別・建物部位別の主要な材料

都市名 部位	ジャカルタ	スマラン	スラバヤ	デンパサール	マタラム	マカッサル	バンジャル マシン
建て方	土間式 多く2階	土間式 平屋	土間式 平屋	土間式 平屋	土間式 平屋	地上高床式 床下部分を居 室化した土間 式二階建	地上高床式 水上高床式 平屋
基礎	煉瓦、石	煉瓦	石	珊瑚石	煉瓦	石の上に束柱	木(筏地業)
一階床	タイル、ブ ラスター	セメント+ 土盛	プラスター 等	セメント	プラス ター	プラスター等	木
二階床	タイル、木	なし	なし	なし	なし	木	なし
一階壁	煉瓦	煉瓦、木	煉瓦	煉瓦	煉瓦、木	煉瓦(後補)、 木	木
二階壁	煉瓦、木	なし	なし	なし	なし	合板、鉄	なし
サッシュ	木	木	木	木	木	木	木
建具	木	木	合板	木	木	木	木
天井下地	木	木	木	木	木	木	木
天井材	合板、アス ベスト	合板、アス ベスト	合板、アス ベスト	竹網代、合 板	竹網代	合板、プラス チック	合板
小屋組	木	木	木	木	木	木	木
屋根葺材	瓦、アスベ スト	瓦	瓦	瓦	鉄板	鉄板	鉄板

次に、主要な部分に関して、1棟あたりの平均的な寸法(面積等)を求め、これから材料使用量を算出した。実測調査において、必ずしも建物全ての部分を目視確認できない場合がある。例えば多くプラスターにより仕上げられている煉瓦壁については、壁面積から使用個数を推定する方法を用いた。

表2-3 建物各部の平均規模

項目	都市→	ジャカルタ	スマラン	スラバヤ	デンパサール	マタラム	マカッサル	バンジャルマシン
築後年数(年)		27.2	22.6	25.1	14.1	25.1	22.3	36.7
床面積1階(m ²)		51.2	74.2	78.2	89.0	44.0	47.7	89.3
床面積2階(m ²)		38.3	0.0	3.8	0.0	0.0	27.3	5.9
基礎(l)		24.2	24.1	32.2	16.9	7.4	46.1	3.1
壁面積1階(m ²)		122.1	120.3	144.9	225.7	123.9	120.3	156.1
壁面積2階(m ²)		90.3	0.0	0.0	0.0	5.5	73.3	5.9
壁開口面積(m ²)		12.1	14.5	12.6	12.8	12.4	10.1	22.2
建具面積(m ²)		7.7	3.5	7.1	10.4	5.3	5.5	8.1
天井面積(m ²)		11.8	9.8	3.2	19.1	2.0	5.6	15.5
屋根面積(m ²)		89.5	107.9	88.7	108.9	82.1	75.0	未詳

その上で、建築密度から、ヘクタール当たりのストック資源量・手間に計算して、次に述べるマクロ分析のための原単位とした。

③ 衛星画像の解析

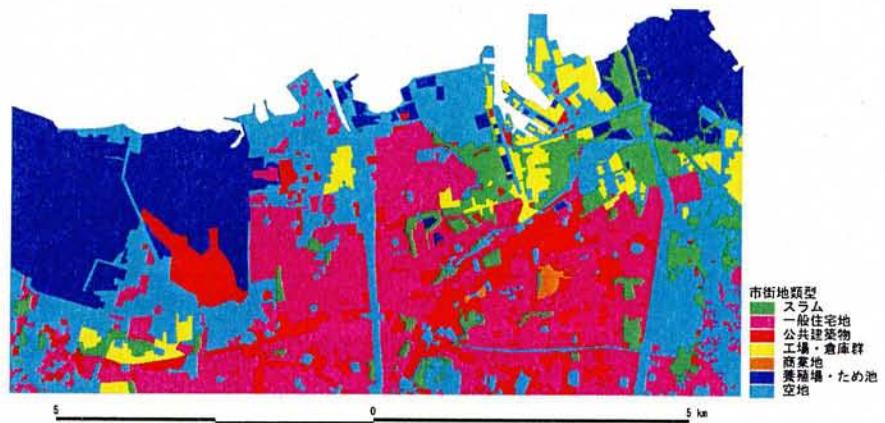


図 2-5 解析結果（スマラン）

表 2-4 面積クロス集計表（スマラン）

標高 市街地類型	0-1m	1-2m	2-3m	3-4m	4-5m	5-10m	10-12.5m	-
非計画的住宅地	171.37	128.06	69.94	11.07	8.93	22.07	26.04	11.88
計画的住宅地	314.4	316.79	436.64	68.59	39.76	140.43	118.91	128.46
公共建築物	69.80	216.76	133.52	21.14	14.95	70.79	47.52	25.92
工場・倉庫	150.62	56.42	17.53	1.04	2.01	16.94	9.10	20.04
商店街	0.00	3.41	13.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
池	607.89	114.64	64.7	66.54	69.55	217.87	5.37	0.00
空地	584.8	199.39	315.36	73.39	53	115.65	72.22	95.42

衛星画像は、平成 12 年度には、LANDSAT、SPOT 等の解像度 15m 程度と低い画像を用いた。大きな建物（公共建築、工場等）や大通りは識別できたが、密集地の類型識別や戸数カウントは困難であった。調査を進める中、ジャカルタ、スマランなどの主要都市に関しては、雲の少ない高解像度の IKONOS 等が蓄積され使えるようになってきた。コストを考え、モノクロで解析したが、建築類型については十分に識別することができた。UTM 座標系に合わせて、GIS に乗せ、現地の国土地理院（BAKOSURTANAL）が作成した 2 万 5 千分 1（ジャワ島）、5 万分 1（外島）の地形図と重ねて補正した上、市街地類型区分、標高（低平地については地形図上の単点から推定）区分のポリゴン作成し、面積クロス集計表を作成した。

これと、先に求めた原単位を組み合わせることにより、建物に関する影響総量を算出した。

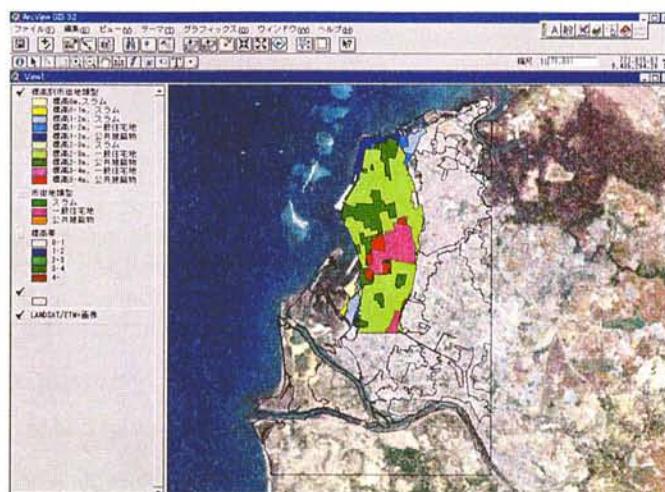


図 2-6 解析結果（LANDSAT 7：マカッサル）

表 2-5 マカッサル：市街地類型別・標高別面積集計（ヘクタール）

市街地類型	標高				
	0m	0-1m	1-2m	2-3m	3-4m
非計画的住宅地・スラム	12.78	10.12	57.43	3.21	0.00
計画的住宅地	0.00	0.00	27.88	652.17	1.82
公共建築物	0.00	0.00	56.26	235.74	42.17

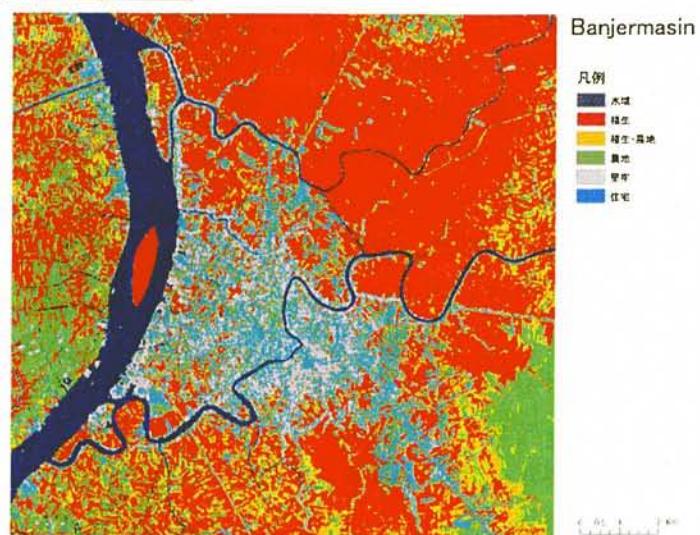


図 2-7 解析結果（SPOT：バンジャルマシン）

④ 影響の総量の把握

まず、SURVAS が全世界を対象に行った単純化された方法³⁾に基づき、標高 1 m 未満に存在する総量を計算した。次に、それぞれの都市における潮位変動をもとに、最高潮位 +0.9 m として 2100 年標高を求めた。更に、それよりも高い所に関しては、高潮・水害等のリスクが高まると想定し、調査された現在の高潮被害状況から、原単位参考値を求めて試算を行った⁴⁾。

但し、現在地盤沈下が進行しつつある都市に関しては、その変化速度に比較すると、海面上昇の影響は相対的にはるかに小さい。地盤沈下が停止し、海面上昇だけが予想通りに進行したと仮定する影響評価がどのような意味を有するかについては、検討を要する、より正確には、相乗した効果により大きな範囲の影響のうち、海面上昇が寄与する部分についての評価が行われるべきであろう。今後の地盤沈下に関しては、地下水を汲み上げて

いる工場が、地域の経済にとって重要な存在であるために、直ちに規制を行う意思は地方政府はない。しかし、ダム等により工業用水確保と洪水調整を行いつつ、工業用の地下水汲み上げの規制を行うような対策が、国際協力を視野に検討されており、将来成功する可能性はある。

⑤ 現地セミナーによる検討

各年度の終わりに、現地調査結果と衛星画像解析結果を持ち寄ったセミナーを開催し、地理学、都市計画、海岸工学等の学識経験者、中央及び地方都市の行政担当者等を招いて、発表と討論を行った。特に、最終年度においては、発表に引き続きワークショップを行い、都市レベル、地区レベル、住宅単体レベルのグループに分かれて、影響と適応策に関する討論を行った。ワ

ークショップにおいては、パネルに 1 件 1 枚のカードをメンバーが記入・掲示し、それを動かしながら「問題の木」を構築する方法を探った。このような国際協力案件（PCM 手法等）でよく用いられる方法は、インドネシアにおいては、国内公共事業等を巡る地元での討論にもしばしば用いられている。

表 2-6 マカッサルに関する影響の総量集計表

密度	建築密度 182 棟／ha 世帯密度 255 世帯／ha
棟当たり原単位	主要材料使用量 木材 4.5m ³ ／棟 煉瓦 4,000 個／棟 セメント 1,000 kg／棟 人の時間（手間） 4 人・月／棟（大工及び見習い）
ヘクタール当たり 原単位	主要建築材料 木材 819m ³ ／ha 煉瓦 728,000 個／ha セメント 182 トン／ha 人の時間（手間） 728 人・月／ha
標高 1 m 未満区域 での合計	失われる土地面積 22.9ha 影響世帯数 5,840 世帯 建物棟数 4,168 棟 主要な建築材料 木材 18,755m ³ 煉瓦 16,672,000 個 セメント 4,167.8 トン 人の時間（手間） 16,672 人・月



写真 2-10 現地ワークショップ風景

(3)評価方法に関する検討と提案（影響評価の高度化・具体化に向けて）

現在は、まず粗い値であっても、影響の大きさを地球規模で広く把握したいという段階であり、本研究もそれを主課題とした。しかし、個別の都市において、適応策まで視野に入れた検討を行うとすれば、より現実的なシナリオが必要となる。都市の場合、海面がゆっくりと上昇した場合、座して沈没を待つという対応は考えにくい。何らかの対応が行われるであろう。従って、それぞれの都市の条件に合わせて、最善の適応策が講じられた場合における、影響の大きさと適応策のためのコストを合計したものが、正味の影響の大きさと考えられる。但し、物理的・コスト的に最善の適応策が自動的に選択されるわけではない。制度的な制約や、社会文化的条件があり、必ずしも選択過程は単純ではない。そこで、現地ワークショップにより検討を行った。結果的に見ると、海面上昇を考慮しても、都市計画のパラダイムが画期的に変化するわけではなく、これまでに講じられてきた様々の対策を強化することにより対応するような議論が卓越した。しかし、地球環境問題に関する被害者・受苦者の立場に立たされた人々の姿がはっきりしたことにより、「都市開発においても自然とのバランスが重要（ワークショップ紹介の新聞記事の見出しに用いられた）」という認識が醸成されてきたことは新しい状況である。それは、無理な開発や、野放図な市街地拡大を行ったような場所が、重点的に被害を受ける、という認識である。

以下、今後の課題（影響評価をより高度化・具体化する）として、議論された事項を報告する。

① 原単位としての資源量と人の時間

マカッサルの場合について、4,168棟、4,840世帯、という影響規模を予想した。これは、時価に直し円換算すると、12億円程度となり、日本の戸建住宅20~30棟程度の価格になってしまう。これには、日本でコストのうち大きな割合を占める人件費（大工手間）が、50~100分の1程度のオーダーであることにも大きく依存している。とすれば、被害額を資材と人件費で合計した後の金額では、その陰に何人の人が関係しているのかが見えなくなることとなる。また、このような人件費は日本では下降傾向、インドネシアでは上昇傾向であり、為替レートは比較的安定しているから、今後変動して、あまり違わなくなる動向にある。経済学においては米価や購買力平価に換算したりする方法が考えられるが、都市について国際的な比較を行う上でも、またアジア太平洋という地域で合計するためにも、価格（たとえば米ドル換算）という一元化された尺度とする前の、資材量・人の時間といった基本的な数値を残した形で、より直接的な原単位とするほうが、色々なものが見えてくる可能性がある。例えば、人の時間を用いることにより、たとえば低所得階層に一般的に行われている、自助努力（たとえば自分で家を直す）も評価可能となる。また、たとえば高潮や水害による社会活動の停止や、人命のリスクが高まったような場合に対しても、犠牲者にとって失われた時間や残りの人生は、それを価格に換算することは難しいとしても、人の時間としては同じ次元の量である。金額は、必要な時に代入すれば足りる。

② 適応策の検討に基づく脆弱性評価

以上の検討から、現地形を前提としたときに、将来水没する総資産を見て、その大きさをもって「脆弱性」と呼ぶことは、初期の概算方法としては便利ではあるが、現実のシナリオからは乖離している。むしろ、その総資産が、コストのかからない方法で保護できるような適応策が容易に見出せるような場合は適応可能、そうでない場合は適応困難と考え、後者の場合を脆弱とすることができるであろう。スマランの既往公共事業の例で見ると、日本の援助で整備された駅前広場を転用した洪水調整池・排水機・排水路のシステムは、排水機をフル稼働させると年間14.6

億ルピア（約2千万円）の燃料費・メンテナンス費（地元負担）を必要としており、現地調査によると完成後にフルに稼動されていない。高潮や出水に備えて普段排水しておかなければ効果が小さいと考えられる調整池は、常時満水の状態であった。しかし、少なくとも排水路は、被害を軽減する効果を発揮している。また、地盤沈下対策としてオランダのポルダーの技術に基づき、遠浅の沖合いを堤防で閉め切る方法も検討されたことがある。しかし、当初の建設費用だけで、市民1世帯あたり3～5百万ルピアの負担となるため、現段階では実現の見通しがないという。ジャワ海に面したスマランでは潮位の差が小さいので干拓の効率は低いと考えられ、地盤沈下だけではなく、海面上昇をも想定すると条件は更に厳しくなる。

一方、海面上昇のように連続的に生じる現象であっても、ある限界を超えたところで適応が著しく困難になるような闘が存在するのであれば、それをもって「脆弱性限界」と呼ぶことはできるであろう。たとえば、スマラン市の場合、南側が丘陵地があるため、段階的な移転を進めることは可能である。これに対して、きわめて低平な地形条件の上に高床式の家を水辺に建てているようなバンジャルマシンのような都市の場合、多少の海面上昇に対しては、今まで通りの家の建て方で十分対応が可能かも知れないが、ある限度を超えた海面上昇が生じると、都市全体が水没することとなり、逃げ場を失う。そのような場合には、都市の消滅という状況も想定できる。



写真2-11 適応策に応用可能な公共事業等事例

左上：堤防＋排水機（マカッサル）

右上：ゴミや建設残土による海岸埋め立て（スマラン）

中左中右：海岸線の計画的埋立による高級住宅地（同）

下：集合住宅（スマラン）

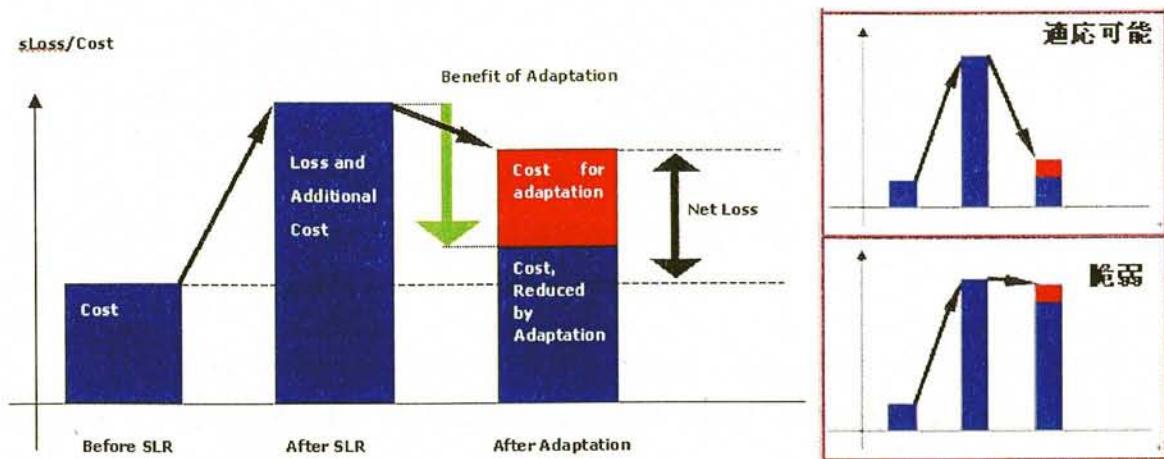


図 2-8 最善の適応策を選択した場合における NET の影響の概念と、脆弱性

③ 社会経済的制約条件の考慮

有効な適応策として、前述の先駆的事例に基づき、集団的移転、埋め立て・造成、市街地の形式の変更（例えば中高層建物への変更）といった「プロジェクト」が想定できる。これらはいずれもライフスタイルの変更を伴うものであり、就業形態も含めた社会的な適応が必要となる。

またスマランでの調査、及びそれに基づくワークショップでの討論で指摘されたように、低所得階層においては、現在の就労機会を失うことの恐れや、まとまった資金が無いために、例え移転することが最も経済合理的な選択であったとしても、それを選択せずに、現在の場所に留まり、日常的な高潮被害の復旧費や、より頻繁な家具の買い換え、建物の修理・建替等の費用を負担し続ける傾向があるという。その結果、経済的にみて最も合理的な解決は選択されず、社会的制約から脆弱性を生じることとなる。

世界銀行では、小割の零細な資金を貸し付け、確実に返済してもらうようなシステム作りに現在力を入れている。ある壁を超えて合理的な解決を選択・実現するために、有効に機能する融資システムが成立しうるなら、「加害者からの被害者に対する補償」とは別の意味で、脆弱性を減ずるための支援になりうるであろう。

5. 本研究により得られた成果

(1) 原単位データ

7の都市（ジャカルタ北部、スマラン、スラバヤ、デンパサール、マタラム、マカッサル、バンジャルマシン）に関して、建物1棟当たり、ヘクタール当たりの原単位を数値で求めた。これらは多くの類型を含んでおり、また価格換算する以前の資源量・労働量として記述してあるため、直接現地調査東南アジアの他地域の都市にも適用が可能と考えている。また、参考データとして、過去の高潮被害による建物の部分的損傷や、生活への影響（活動停止時間等）に関する資料を得たが、浸水深度・頻度別の関数とするにはより詳細な分析が必要である。

現地調査のための調査票、調査員マニュアル等は、今後、東南アジアの他都市で同様の現地調査を実施する上で参考になるであろう。

(2) GIS 上のマクロデータ、面積集計表、及び作業手順書

小さな住宅も識別可能な高解像度衛星画像 IKONOS を解析・集計できたのは、ジャカルタ（北部）、スマランの2都市である。マカッサルについては、LANDSAT7 しか利用できなかったが、下水道整

備計画を目的とした実測図が利用できたため、これを併用し、標高に関しては詳細に判明した。バンジャルマシンに関しては、SPOTしか利用できなかった。標高データに関しても正確なデータが得られていないが、複数バンドを組み合わせたドット単位の統計解析により市街地部分について、2類型を識別した。これらの解析に関しては、最終年度に招聘研究員による作業を試行する中で、作業手順書（現地語）をまとめ、今後現地でも解析可能とする見通しを得た。

このGISデータにより、適応策を都市計画ベースで具体的に検討し評価することが可能となった。

(3) 都市別モノグラフ

調査した各都市に関して、市街地状況、現在生じている高潮被害等の実態、過去の取組みと、今後の適応策に向けた検討等に関する記録を作成した。現在の段階では、英文調査報告書の形で利用可能である。

(4) セミナーの論文集及び議事録（全3冊）

これにより、海面上昇に関する現地学識経験者、行政担当者と、彼らが蓄積しているデータ、海面上昇を含む地球環境問題に関する認識、今後に向けた考え方などを知ることができる。但し、現段階ではまだ、全てインドネシア語である。

6. 引用文献

- 1) Mimura N. et-al, "Data Book of Sea-Level Rise 2000", Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies Japan (2000.1)
- 2) 黒木貴一「原単位法によるタイ国沿岸域での影響予測評価」、海津正倫・平井幸弘編「海面上昇とアジアの海岸」(古今書院、2001.9) 所収、pp.144-147
- 3) "Global Change and Asia Pacific Coasts -Proceedings of APN/SURVAS/LOICZ Joint Conference on Coastal Impacts of Climate Change and Adaptation in the Asia-Pacific Region- Kobe, Japan November 14-16 2000
- 4) 報告書②イおよび②オ

7. 国際共同研究等の状況

「インドネシアにおける都市開発・住宅建設と地球環境の相互影響の評価と対策に関する研究」
インドネシア居住地域基盤整備省人間居住研究所（バンドン）

所長 : Aim Abdurachim Idris, MSc.

研究チーム : Siti Zubaidah Kurdi (代表)

Puthut Samyahardja (都市計画)

Inge Komardjaja, PhD (心理学)

Dra. Sri Astuti, MSA (建築計画)

Kuswara (G I S)

Ir. Bambang Sugiharto, MT (測量学)

Dra. Heni Suhaeni, M. Sc. (行動科学)

Dra. Titi Utami Endang Rukmi (社会学)

Tibin Ruby Prayudi, SE. MM (経済学)

Drs. Ichwan Subiantoro, CES (統計学)

Wahyu S. Yodhkersa, ST (地理学)
Sarbidi, ST (建築設備)
Ir. Dadri Arbriakto, MT (建築構造)
Purwito, Dipl.E.Eng (建築材料)
ほか (チーム構成は、調査内容により毎年変動している)

平成11年度のFS以来、4年間にわたり、年度毎に調査協力依頼を行い、回答を得てから、同研究所を中心に現地調査チームを組織して現地調査を実施した。また、現地セミナー開催に際しては、調査費の一部を分任契約担当官が携行し、現地で同研究所と契約を行い、同研究所講堂等を会場として借り上げて実施した。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表 (学術誌・書籍)

〈学術誌 (査読あり)〉

① H. Kobayashi : Locality of Indonesia Coastal Cities and APproaches for Quantitative Evaluation of Possible Impact of Global Warming, APN/SURVAS/LOICZ Joint Conference on Coastal Impacts of Climate Change in the Asia-Pacific Region, Nov. 15, 2000

② Puthut Samyahardja : Data Source Identification on Indonesian Coastal Cities for Quantitative Evaluation of Global Warming Study, APN/SURVAS/LOICZ Joint Conference on Coastal Impacts of Climate Change in the Asia-Pacific Region, Nov. 14, 2000

③ 小林英之, インドネシアにおける海面上昇の都市への影響評価

－現地調査によるミクロ分析と衛星画像によるマクロ分析－

土木学会 第11回地球環境シンポジウム(2003.7)

〈学術誌 (査読なし)〉

① 小林英之、発展途上国の都市への海面上昇の影響評価と適応策の検討

国土技術開発総合研究所アニュアル・レポート, pp. 88-89(2003)

〈書籍〉

RIHS & NILIM "DAMPAK KENAIKAN MUKA AIR LAUT PADA KOTA-KOTA PANTAI DI INDONESIA"

(インドネシアにおける海面上昇の沿岸都市への影響、2003.3 バンドン ISBN-979-8954-216)

〈報告書類等〉

①. 現地セミナー Proc. 4冊 (インドネシア語)

ア. Prosiding Seminar Bandung 19-20 Maret 2001

Dampak Kenaikan Muka Laut pada Kota Pantai di Indonesia(2001.3)

イ. Prosiding Seminar Baudung 12-13 Maret 2002

Dampak Kenaikan muka Air Laut pada Kota-kota pantai(2002.3)

ウ. Prosiding Lokakarya Bandung 3-4 Februari 2003

Pola Adaptasi ... (4冊目作成中) ISBN 979-8954-24-6 等としてインドネシアで出版登録済み

②. 調査報告書 3冊 (英文)

ア. The Impact of Sea Level Rise on Indonesian Coastal Cities(RIHS, 2001.3)

イ. Loss Measurement of Houses on Physical and Socio-economical Aspects(RIHS, 2002.3)

- ウ. Adaptation Schemes of Coastal Residential Areas Against Inundation(RIHS,2003.3)
エ. 衛星画像による市街地類型の判読業務（ジャカルタ）作業報告書(アジア航測,2003.3)
オ. Impact of Sea Level Rising on Coastal Cities -Case Studies in Indonesia- (国総研より出版準備中)

(2) 口頭発表

①2001年3月19-20日にバンドン市で開催した現地セミナーでの発表

- ア.Puthut Samyahardja : Kemampuan Adaptasi Kawasan Kota Pantai(沿岸都市市街地の適応能力)
イ.Siti Zubaidah : Fenomena Kerugian Kawasan Kota Pantai Akibat Kenaikan Muka Air Laut(海面上昇に起因する沿岸都市市街地の被害状況)
ウ.Sri Astuti : Pengaruh Kenaikan Muka Air Laut pada Bangunan dan Prasarana Kawasan (市街地の建築物とインフラに及ぼす海面上昇の影響)

②2002年3月12-13日にバンドンで開催した現地セミナーでの発表

- ア.Kobayashi : Penilaian Jumlah Dampak Kenaikan Muka Air Laut di Perkotaan(海面上昇の都市への影響の総量の評価)
イ.Siti Zubaidah Kurdi : Identifikasi Kerugian Kawasan Pantai Akibat Kenaikan Muka Air Laut(海面上昇に起因する沿岸域の損失の同定)
ウ.Purwito et-al : Dampak Kerugian Akibat Kenaikan Muka Air Laut pada Kota tepi Sungai(河岸の都市における海面上昇による損失)
エ.Wahyu Wuryanti : Identifikasi Kerugian Bangunan Rumah di Pantai Akibat Kenaikan Muka Air Laut(海面上昇による沿岸の住宅建築の被害の同定)
オ.Sarbidi : Pengaruh R0B pada Permukiman Pantai(沿岸住宅地における高潮の被害)
カ.Sri Astuti : Pengaruh Kenaikan Air Laut pada Wisata Alam Kawasan Pantai(沿岸部自然観光地における海面上昇の影響)
キ.Heni Suhaeni : Kerugian Sosial Pendudukan Kawasan Permukiman Pantai(沿岸部住宅地住民の社会的損失) ほか

③2003年2月3-4日にバンドンで開催した現地セミナーでの発表

- ア.Geologi Pemukiman Pesisir : Mitigasi dan Antisipasi Bencana Akibat Kenaikan Paras Muka Laut(沿岸部居住地の地理:海面上昇による被害の軽減と予想,50p. 多くの潮位データが添付されている) Hantoro W.S., Sobowo E.
イ.Tinjauan Aspek-aspek Hidrologi Kota-kota Pantai dalam Menghadapi Genangan dan Cara Penanggulangan 沿岸都市の水害予測と対策における水理学の諸相(13p)

Dr. Ir. Willian Putuhena, M. Eng, Ir. Joyce Martha Widjaja, M. Sc

ウ. Pokok-pokok Pikiran Tentang Fungsi Perencanaan dalam Pengelolaan Lingkungan Permukiman 住宅地開発における計画の機能に関する基礎的考察(30p) Riyadi Yoedodibroto

エ.Vulnerability Assessment and Adaptation Strategy to Sea-level Rise in Indonesian Coastal Urban Area インドネシアの沿岸部都市域における海面上昇への脆弱性評価と適応策(17p)

Dr. Hideyuki Kobayashi

オ.Pengukuran Kerugian Fisik Akibat Genagan Air di Kawasan Perumahan tepi Pantai 沿岸の住宅地における高潮の物的被害の計量(15p)

Ir. Wahyu Wuriyanti, M.Sc, Ir. Dadri Arbriyakto, MT

カ. Upaya Penduduk Menghadapi Genangan Air di Kawasan Perumahan tepi Pantai

沿岸の住宅地における高潮に対する住民による対策(8p) Dra. Heni Suhaeni, MPSt.

キ. Upaya Masyarakat Menghadapi Lingkungan akibat Genangan Air di Kota Makasar

マカッサル市における高潮の環境への住民の対応努力(10p) Titi Utami, E.R.

ク. Penangan Banjir di Kota Makasar マカッサル市の水害対策(11p、現場事務所長による日本の円借款事業等の経過の報告) Ir. Supriya, MSc.

ケ. Fenomena Kenaikan Permukaan Air Laut pada Kawasan tepi Pantai Kota Semarang
スマラン市沿岸地区における海面上昇の現象(15p. ;市役所担当者の報告,ppt のプリント)

Ir.Farhan

コ. Peranan Rencana Tata Ruang Wilayah(RTRW) sebagai Salah Satu Strategi Adaptasi
一つの適応策としての、地区計画の取り組み(10p) Rusydi Kotanegara

サ. Gambaran Umum Kehidupan Nelayang 漁民の暮らしの一般像(8p) Asep Rachlan

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

①Pikiran Rakyat 紙 2001 年 3 月 20 日 (バンドンで実施した現地セミナー報道)

Kenaikan Muka Air Laut Menggejala di Indonesia

(インドネシアにおける海面上昇の前兆)

②TVRI(インドネシア国営テレビ)による現地セミナー報道 (2001 年 3 月 19 日)

③TVRI(インドネシア国営テレビ)による現地セミナー報道 (2002 年 3 月 12 日)

④KOMPAS 全国紙 2003 年 1 月 25 日 p. 10 (スマラン市役所において実施した討論会の報道)

Air Laut di Semarant Bertambah Tinggi

(スマランにおける海面上昇は更に増大する)

⑤Pikiran Rakyat 全国紙 2003 年 2 月 5 日 p. 9(バンドンで実施した現地セミナー報道)

Pembangunan Wilayah Butuh Pertimbangan Kelestarian Alam

(都市開発は、自然とのバランスが必要)

⑥TVRI(インドネシア国営テレビ)による現地セミナー報道 (2003 年 2 月 4 日, 5 分ほど放映)

⑦産経新聞 (2003 年 3 月 3 日夕刊 p. 12) 「沈みゆく
都市」

⑧国土技術政策総合研究所に設置したサーバーから、
各種報告書全文、現地セミナー論文集、G I S データ等を公開しており、ダウンロード可能である。

<http://sim.nilim.go.jp/GE>



写真 2-12 国営放送取材 (5 分間放映)

Pengembangan Wilayah Butuh Pertimbangan Kelestarian Alam

BANDUNG, (PR).

Pengembangan wilayah perkotaan, khususnya kota-kota pantai di Indonesia, pada umumnya lebih berdasarkan pada pertimbangan target pertumbuhan sosial dan ekonomi atau pertimbangan arsitektural dari pada pertimbangan kelestarian alam. Demikian dikatakan Dr. Ir. William Putuhena, M. Eng., di "Lokakarya Pola Adaptasi Terhadap Kenaikan Permukaan Air Laut", yang berlangsung di Hotel Lingga, Bandung, Senin (3/2) dan Selasa (4/2).

Dalam acara yang diselenggarakan Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman (Puiskim) Depkemprwil bekerja sama dengan *National Institute for Land and Infrastructure management* (NILIM) Jepang, William menyebutkan, pengembangan kota seperti ini, cepat atau lambat, tidak dapat dilanjutkan karena akan menimbulkan masalah, salah satunya banjir. Permasalahan yang dihadapi kota-kota pantai ini bermula dari berkembangnya daerah permukiman legal maupun ilegal di lahan rawa landai hasil proses sedimentasi, tanpa memperhitungkan pertumbuhan ekonomi di daerah hulunya.

Potensi permasalahan yang sering

terjadi di daerah pantai, ditinjau dari aspek hidrologi, antara lain masuknya air laut (rob), meningkatnya debit banjir kiriman daerah hulu, meningkatnya kecepatan aliran air permukaan, yang meningkatkan erosi dan sedimen sehingga mengurangi daya tampung serta kolam yang ada, serta meningkatnya limpasan permukaan akibat hujan deras lokal. Ditambah lagi dengan potensi penurunan muka tanah secara regional yang terjadi akibat penurunan muka air tanah.

Perkembangan luas daerah banjir serta besarnya frekuensi dan durasi banjir di kota-kota pantai, yang merupakan dampak akumulasi faktor-faktor penyebab di atas, akan semakin memburuk, seiring dengan laju pengembangan wilayah. Akibatnya, pertumbuhan maupun aktivitas kota beserta masyarakatnya akan terganggu.

William melanjutkan, beberapa konsep dan cara-cara penanggulangan genangan atau banjir, baik struktural maupun nonstruktural, seharusnya dilakukan secara holistik, sistematis, dan terstruktur, sesuai dengan urutan prioritas. Usaha penanggulangan non struktural harus dilakukan paralel dengan penanggu-

langan struktural. Misalnya, koreksi perencanaan tata ruang wilayah dengan memanfaatkan peta zonasi faktor kendala dan penentuan keberhasilan pembangunan, serta berbagai motto yang bersifat kompensatif, antisipatif atau kuratif terhadap perubahan fungsi hidrologi.

Kerugian

Sementara itu, berdasarkan hasil penelitian kerugian fisik akibat genangan air di kawasan perumahan tepi pantai yang dilakukan Ir. Wahyu Wuryanti, M.Sc., dan Ir. Dadri Arbriyakto, M.T., menunjukkan bahwa kondisi terparah terjadi di Kelurahan Tanjung Mas Semarang. Kedua peneliti itu melakukan penelitian dengan mengambil sampel 12 unit rumah yang terdapat dalam satu kelurahan pada 7 kota di tepi pantai, ketujuh kota yang diteliti tersebut antara lain Banjarmasin, Semarang, Denpasar, Jakarta, Makassar, Mataram, dan Surabaya.

Di Tanjung Mas Semarang, persentase kerugian fungsi rata-rata 31% dan kerugian biaya 23 persen. Sementara itu, kerugian terendah terjadi di Kelurahan Serangan Denpasar dengan kerugian fungsi nol dan kerugian biaya hanya 0.02 persen. (A-132)**

小林訳

都市開発は、自然とのバランスが必要

バンドン発

都市の開発、とりわけインドネシアの沿岸都市の開発は、一般に社会と経済の成長目標とのバランス、あるいは建築的目標とのバランスに重きを置いており、自然への配慮が軽視されている、とDr. Ir. ウィリアム・プトゥヘナ博士は、「海面上昇への適応に関するワークショップ」において語った（バンドン市内のリング・ホテルにおいて月・火曜に開催）。

居住地域基盤省・人間居住研究所と、日本の国土技術政策総合研究所によって準備されたプログラムの中で、ウィリアム博士によると、このような都市開発は遅かれ早かれ、一例を挙げると水害のような問題に直面し、持続不可能となるであろう。沿岸の都市が抱むこのような諸問題は、合法的であれ非合法的であれ、それまでの地域の経済発展を考慮することなく低湿地への人間居住区域を拡大させた結果、侵食を受けるのである。

沿岸地区で頻発する可能性のある問題は、水理学的現象、とりわけ高潮被害（r.o.b.）、水害の頻度上昇、流水の速度上昇であり、その結果侵食と堆積が増大し、地域的な集中豪雨による危険性を増大させるのである。地盤沈下の危険性増大がこれに付け加わる。

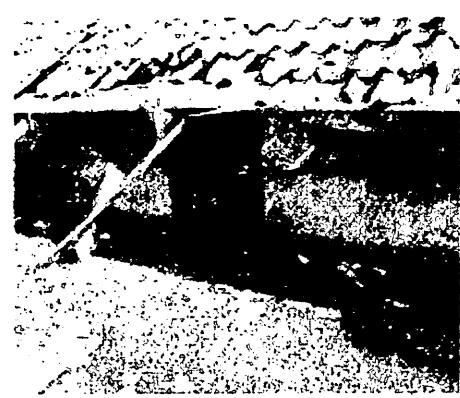
沿岸都市における水害被災地域の拡大と頻度・時間の増大は、このような諸原因が集積した結果であり、地区の発展を妨げるようになる。その結果、都市と社会の成長や諸活動は妨げられる、と語った。

同氏は続けて、高潮や水害に対処するためのいくつかの基本的な考え方とは、物的なものであれ、非物的なものであれ、ホリスティック、系統的かつ構造的に実施に移されなければならない。物的対策と非物的対策は同時並行的に施されねばならない。例えば、地区的都市計画は、障害要因と開発限界の分布図に適応させて修正されねばならず、水理学的機能の変化を補償し予測し配慮した考え方を伴ってせねばならない。

一方、ワヒュー・ウリヤンティ氏とダドリ・アルブリヤクト氏により行われた、沿岸部住宅地における高潮の物的被害に関する調査研究によって、スマラン市タンジュン・マス地区において生じている事態が明らかにされた。両研究員は、沿岸の7都市の同一対象地区から各12戸の住宅サンプルを選んだ。7都市とは、バンジャルマシン、スマラン、デンパサール、ジャカルタ、マカッサル、マタラムおよびスラバヤである。スマランのタンジュン・マス地区では、機械的損失は平均31%程度であり、一方経済的損失は23%であった。また、被害が最も少なかったのはデンパサールのスランガン地区であり、経済的損失は0.02%でしかなかった（A-132）。

南太平洋の豪華マーチ
モルディブ島が海の中に沈む
古くしていまでもしも、本
当に國が沈んでしまって仕
事場所を失ふ、ならマーシャ
ル國民は境地民となつて
しまいます。こんな事が
許されていいのでしょうか
？

マーシャル諸島共和国承
認のインター（ラド・ホー
ム）（シ）に先月一日、開設
されたサイトで、マーシャ
ル諸島共和国海面上昇対
策支援会議（環境開拓計
画委員会）は、世界首脳会議
（地球サミット）、
十数後の昨年八月に限られ
た持続可能な開発に関する
世界首脳会議（環境開拓計
画委員会）の報告書である
「大気・海面の国連環境開
拓委員会（地球サミット）」、
公基金財團会長
は熱烈な叫びと
ともに、世界に
支援を呼びかけ
た。



地盤沈下で海水に沈んだインドネシア・スマラン市の家屋（平成14年3月撮影）

日本でも海面上昇に因る
研究が積極的に進めてい
る。国土交通省海岸侵食化
研修センターの小林英之研
究員は、平成11年度から
二年間、インドネシアで、
首都ジャカルタなど七都市
を対象に海面上昇の都市へ
の被害を現地調査した。
インドネシアに見、地下水
水の過剰なみ上げなどで年
上昇が地盤沈下する都市
があり、沿岸部で住宅が海
の氾濫被下にあなど
の姿を結ぶ。

水と開いと

世界フォーラムを前に

対策費20兆円超 海面1メートル上昇で

の知れない

日本でも海面上昇に因る
研究が積極的に進めてい
る。国土交通省海岸侵食化
研修センターの小林英之研
究員は、平成11年度から
二年間、インドネシアで、
首都ジャカルタなど七都市
を対象に海面上昇の都市へ
の被害を現地調査した。
インドネシアに見、地下水
水の過剰なみ上げなどで年
上昇が地盤沈下する都市
があり、沿岸部で住宅が海
の氾濫被下にあなど
の姿を結ぶ。

沈みゆく都市

世界場合（マーシャル諸島）
島共和国マーシャル諸島の
島が沈む」と警告して
いる。地理学者、サイド
を節して「日本からの寄
付を呼びかけており、実め
た資金を獲得する中身などに
充てる利用だ。同じく水没の危険性のあ
る太平洋の島ツバルにい
たては、対策をあらため
て全国民約一万一千人が丸
ごと被災する、ニューシャ
ンツドに移住することを
確立したが、世界の都市
世界人口の七割近くが沿
岸部に居住して、世界の都市
の大半が海岸部にある。
これが何とかならない。
一方で、内閣官房水防
施設の再構築などにかかる
費用が二十兆円を超えること
上昇に対し、防波堤や護岸
の大きさは、内閣官房水防
施設の再構築などにかかる
度で、価格は万円の一
九月で延べ約二万七千人。
しかし、こうした被害も
は、約二十九万の面積で
住宅約四千棟に被害が及
ぶ。毎回必要な人口は一
九月で延べ約二万七千人。
しかしこうした被害も
は不測を招く。「尖端国
が、被災地を自国運営換
算して論じると、あまり深
刻に思えなくなる。でも入
り一人あたりの被害額は、そ
この国も同じだ。そのう
えで小林研修官は警告す
る。「インドネシアの被害
シミュレーションは、先進
国にとって決して他に劣
ではない」

南太平洋の豪華マーチ

古くしていまでもしも、本
当に國が沈んでしまって仕
事場所を失ふ、ならマーシャ
ル國民は境地民となつて
しまいます。こんな事が
許されていいのでしょうか
？

決意した。

データ反映は、大都市へ

海面上昇と冠た現象が見ら
れる。

る。