

による河床上昇に起因する河川疎通能力の減少を上げている。本調査実施時に現地調査を実施したが、住宅地等の大規模開発工事地域や野菜畑からの表面浸食による土砂流入は見られたものの、河床上昇につながる様な斜面崩壊や土石流はジャカルタ首都圏内では発生していないと考えられる。

### 3.12 社会住民意識調査

水害軽減に対する住民意識及び不法居住者の実態を把握するため、簡易型社会調査を現地再委託により実施し、情報の収集を行った。対象地域は、浸水常襲地区の中でも頻度が最も高く、また不法居住者が多数居住していると思われる以下に示す 3 箇所を選定した（図 3.23 参照）。サンプル数は各地区 30 名である。

- ▶ 南ジャカルタ Manggarai 町：チリウン川が大きく湾曲している部分に位置し、チリウン川の氾濫による被害が最も顕著である。
- ▶ 中央ジャカルタ Serdang 町：谷底平野で内水氾濫が顕著である。
- ▶ 北ジャカルタ Penjarangan 町：Pluit ポンプ場調整池と西放水路に挟まれた地区で高潮時に頻繁に洪水が発生する。

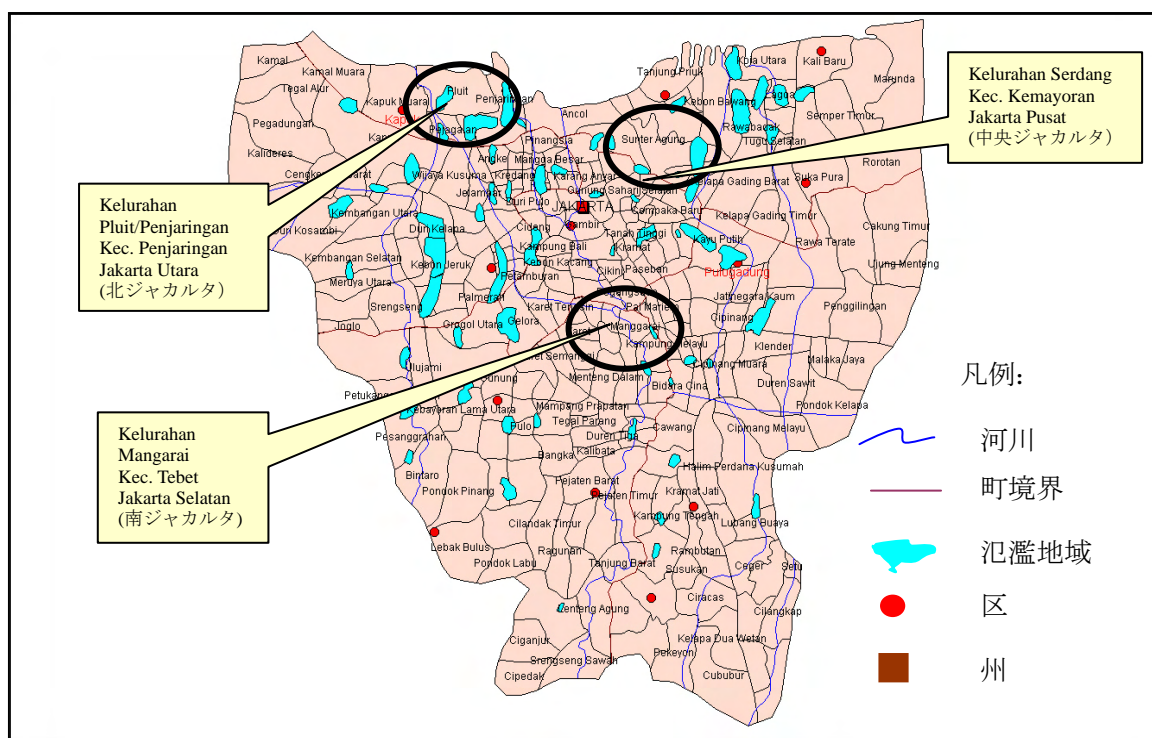


図 3.23 社会住民意識調査実施町位置

以下に調査結果をまとめる。

(1) 社会経済状況

居住期間は3地域ともほとんど25年以上である。土地の自己所有率は南、中央、北ジャカルタでそれぞれ、33.3%、66.7%、50%、また家屋のそれは、63.3%、80%、73.3%と中央ジャカルタの自己所有率が最も高い。また一家庭の月平均収入はそれぞれ、1.19百万ルピア、1.41百万ルピア、1.17百万ルピアと中央ジャカルタが最も高いが、それでも地域の月最低賃金75万ルピアを考えると最低限の収入と言える。

(2) 湛水頻度と2002年氾濫状況

表 3.7 氾濫頻度と2002年氾濫状況

地域	年平均湛水頻度	2002年氾濫状況	
		湛水深	湛水期間
南ジャカルタ	1.3回	2.7 m	14日
中央ジャカルタ	1.6回	0.9 m	4.2日
北ジャカルタ	2.4回	1.2 m	16日

(3) 意識調査結果

(a) 治水排水対策

どの地域も現在の治水排水対策に満足とする回答者が多く、全体で82%に達する。これが中央ジャカルタでは100%に達するが、理由としてSunter川に設置されたゲートとポンプが効果的に機能している事が上げられている。

(b) 洪水情報・洪水予警報

洪水予警報を3地域の住民ともに利用しており、その情報は上流のゲート操作者から電話や携帯無線を通じて入手している。ただし、北部ジャカルタの回答者は、洪水予警報に関して、潮位の影響を受けるためあまり正確では無いと考えている。

(c) 天気予報

少数の回答者のみがテレビの天気予報を利用しているが、あまり正確では無く、情報の内容が古いと考えている。

(d) 避難

全ての地域の回答者共に、避難は重要であると考えている。各地域共に避難所、台所や医療サービスがPOKOMASによって準備されている。ほとんどの回

答者は避難センターの場所やルートを知っており、その広さには満足しているものの、ベッド・飲み水・トイレが不足していると回答している。注目すべきは、北ジャカルタの半数の住民が避難センターへ避難しないと回答している点で、その理由として一面湛水するためとし、避難先は住居の2階または屋根の上と回答している。

(e) 洪水被害軽減活動への参加の意志

ほとんどの回答者は、洪水被害軽減活動は州政府の仕事と考えているため、宅地や住居を所有している中央ジャカルタの回答者を除いて、関連活動への参加の意志は低い。

(f) 救援活動

南ジャカルタと中央ジャカルタでは救援活動がよく行われているが、北ジャカルタでは、地域全域が湛水するため、救援活動はまれである。

(g) 移転の意志

北ジャカルタと南ジャカルタでは移転希望者が過半数を超えるのに対し、中央ジャカルタでは回答者の23%が移転を希望するに止まる。移転をしたい理由は、洪水の無い場所に住みたいと言う事であるが、移転をしたく無い理由としては、移転先が不明、現在の場所で容易に収入が得られる等が上げられている。

(h) 河川環境

中央ジャカルタの回答者は現在の河川環境に満足しており、政府が河川環境に対して責任を持っていると考えている。一方、南と北ジャカルタの住民は河川環境に満足しておらず、河川環境について誰もが責任を果たしていないと考えている。

### 3.13 ジャカルタ首都圏の NGO

NGO との連携は、特に災害応急・復旧活動分野で重要となる。このため、ジャカルタ首都圏、で活動する NGO の活動状況調査を行った。NGO 数は 193 であり、その活動分野は環境、教育、能力開発、医療等多岐にわたる。これらの NGO について活動分野・内容、住所、電子メールアドレス、連絡窓口・電話番号等についてのインベントリーを作成した。

## 4. 2002年洪水とその原因

### 4.1 2002年洪水

#### 4.1.1 被害状況

2002年の1月26日から2月20日にかけて、ジャカルタ首都圏は洪水氾濫によって甚大な被害を受けた。2002年洪水緊急調査 (Urgent Inventory Study on Damage of Flood 2002 in JABOTABEK) によると湛水面積は 526 km<sup>2</sup> とジャカルタ首都圏の 8.6 %に及び (図 4.1)、また、湛水深が 0.5 m以上でその湛水期間が1週間以上に達した地域も 53 km<sup>2</sup> (同 0.58 %) に達した。

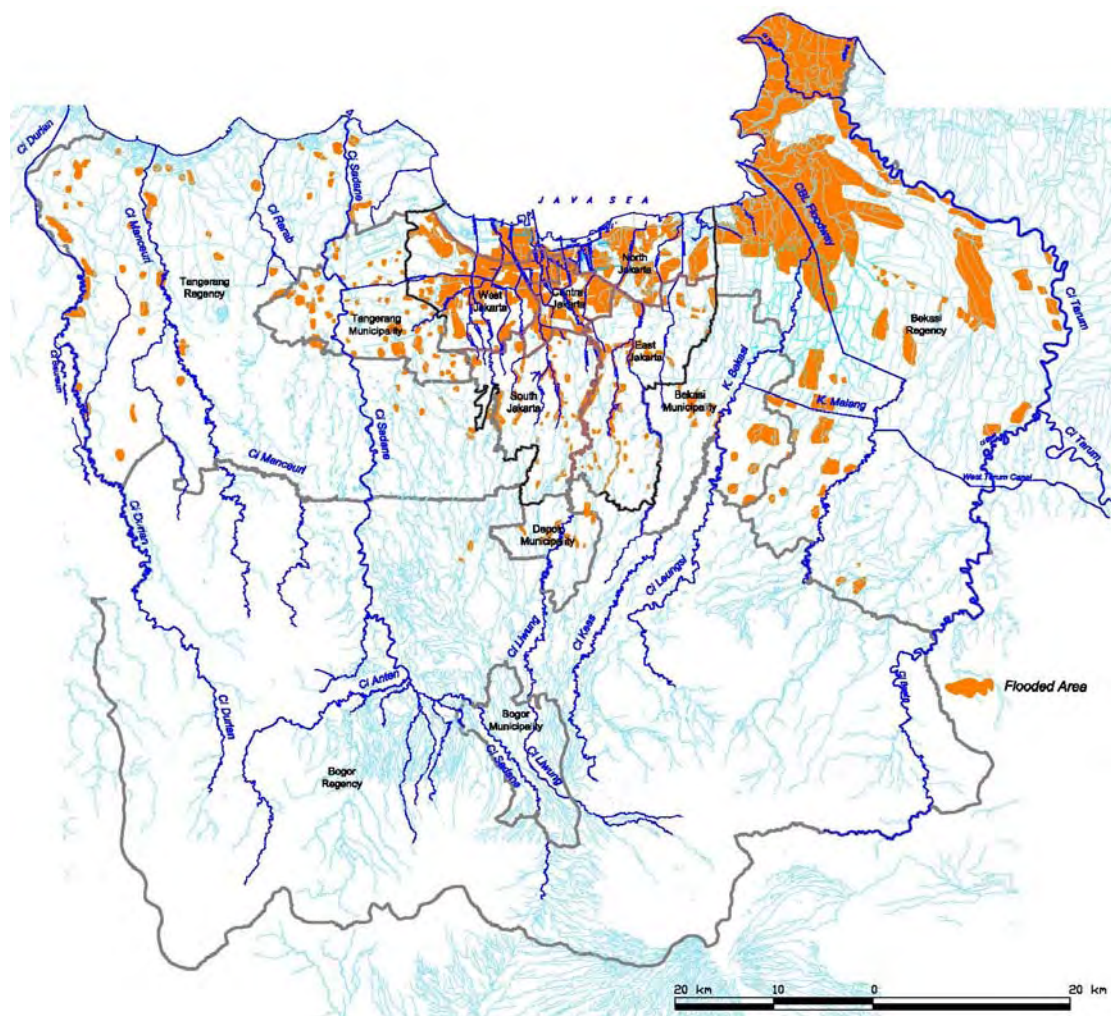


図 4.1 2002年洪水湛水域

ジャカルタ特別州の湛水地域は 87.1km<sup>2</sup>、又、タンゲラン市、ブカシ市およびデポック市合計で 15.2 km<sup>2</sup>となった。図 4.2 にジャカルタ特別州ポンプ排水地域の湛水状況を示す。

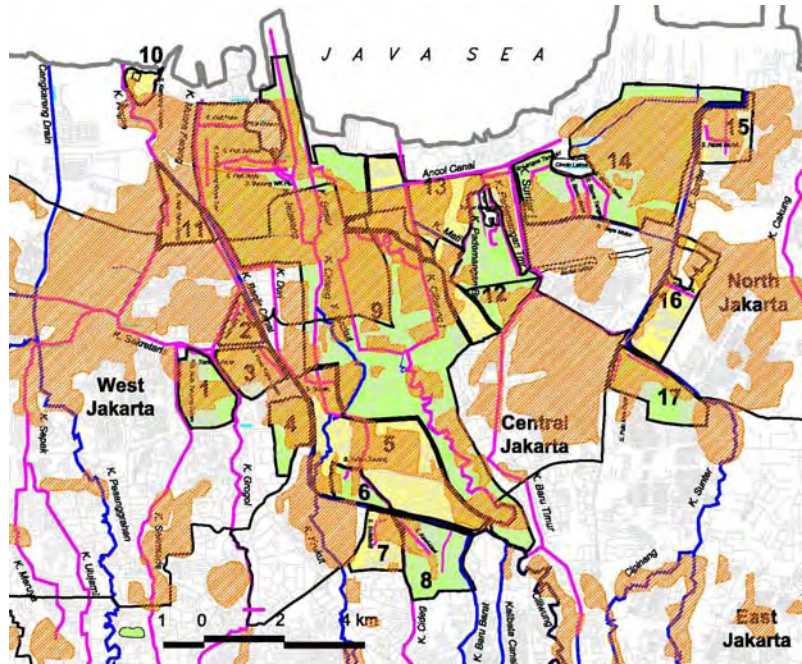


図 4.2 2002 年洪水におけるポンプ排水地域の湛水状況

この洪水による死者数は 30 名以上に、また非難者数は 38 万人に達した。

#### 4.1.2 降雨

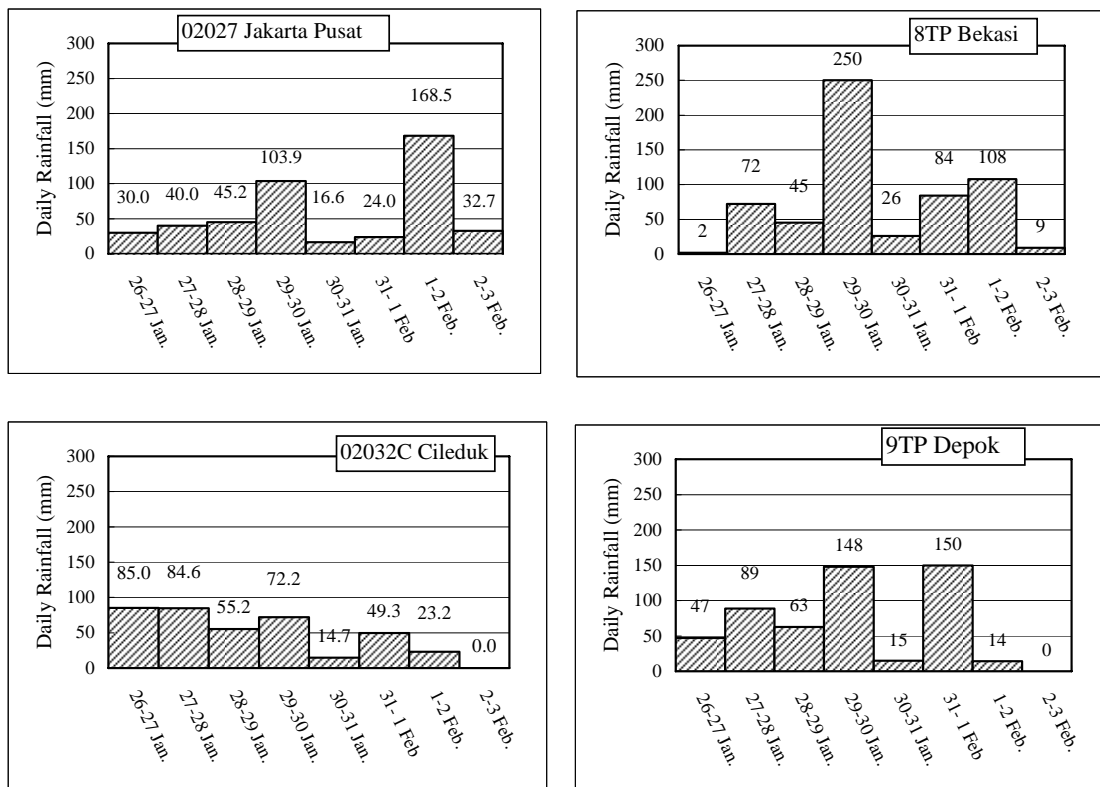


図 4.3 2002 年洪水時の日雨量

2002年洪水時のジャカルタ首都圏を代表する4観測所の日雨量を図4.3に示す。なお、各観測所の位置については図3.4を参照されたい。Jakarta Pusat 観測所(02027)は、ジャカルタの中央部にあり、他の3観測所、Bekasi(8TP)、Cileduk(0232C)、Depok(9TP)は、それぞれ、ジャカルタ首都圏の東部、西部、南部を代表する降雨観測所と考えてよい。

また、これらの雨量と既往文献に見られる各観測所・地域の確率雨量との比較結果を表4.1に示す。2002年洪水時の降雨の特徴は以下の通りである。

- (1) ジャカルタ中央部の降雨は2山ピークを持つ。その確率雨量は、日雨量やそれ以上の期間雨量でみても10年確率以下である。
- (2) 南部のデポックも2山ピークで1日雨量確率は5年以下であるが、期間が長くなるほど、確率雨量は大きくなり、5日雨量の確率は25年から50年確率になる。
- (3) 東部の日雨量は、極めて大きく、日雨量確率は100年以上である。
- (4) 西部の雨は少なく、日雨量でみると2年以下である。

表 4.1 雨量の確率評価

期間	02032C Cileduk	0207 Jakarta Pusat	8TP Bekasi	9TP Depok
1-day	85.0 ( < 2 y )	168.5 ( 5y to 10y )	250 ( > 100 y )	150 ( 2 y to 5 y )
2-day	169.6 ( 2 y to 5 y )	201.2 ( 5 y )	295 ( 25 y to 50 y )	211 ( 5 y to 10 y )
3-day	224.8 ( 2 y to 5 y )	225.2 ( 2 y to 5 y )	367 ( 25 y to 50 y )	313 ( 10 y to 20 y )
5-day	311.7 ( 5 y to 10 y )	358.2 ( 5 y to 10 y )	513 ( 50y to 100 y )	465 ( 25 y to 50 y )

## 4.2 湛水とその長期化の原因

### 4.2.1 河川の問題

2002年洪水緊急調査では、ジャカルタ首都圏8河川水系の内、Cidurian川とCirarab川を除く6河川水系で、越堤や破堤が発生したとされる。

ジャカルタ首都圏の内、ジャワ海沿いの地域は8河川水系の氾濫で造られた沖積平野で、極めて氾濫が発生しやすい場所である。このため、1973年や1997年のマスタープラン調査で、ジャカルタ特別州やジャカルタ首都圏の安全度を高める河川改修や放水路が提案されたにも関わらず、現在実施中の東放水路を除いてそのどれもが実施されなかった。こうした河川改修の遅れが、2002年洪水をもたらした主要な原因であることは明らかである。越

流した洪水は低地に向かい、ポンプ排水地域に湛水した。ポンプ排水地域には次に述べる問題点があり、これらが複合して被害を大きくしたものと推定される。この他、河川施設の維持管理や復旧・修復の遅れも被害を大きくさせたものと思われる。

#### 4.2.2 排水システムの問題

ジャカルタ特別州の内、既存の西放水路と計画された東放水路の北側に位置する低平地の排水対策は、1973年マスタープランに基づき、1) 既存の河川を排水幹線として利用する、2) 低平地を幾つかの排水域に分割してポンプ排水を行う、事を基本方針として、その排水システム整備が実施され、この結果、ポンプと幹線水路による治水安全度は25年確率とされる。

しかしながら、ポンプ排水地域は2002年洪水で甚大な被害を受けた。この被害の原因は、西放水路を含む河川からの越水がある。さらに西放水路北側低地では、Ciliwung川からCiliwung排水路（西放水路から下流部）に75 m<sup>3</sup>/sを流下させるゲート部分で越水が生じ、ゲートの破壊を防ぐためゲートを全開としたため、大量の洪水がポンプ排水域（Pluitポンプ場排水地域）に流下した事もその原因である。

しかしながら、以下に述べる排水システムそのものの問題も洪水被害を大きくした原因と推定される。

##### (1) ポンプ能力と調整池の組み合わせの問題

降雨の2山目のピーク時に調整池の水位が下がっていない場合には、小さく設定されているポンプ能力が2002年洪水による淡水発生の原因の一つであり、この洪水に対応するためにはポンプ能力を増強する必要があると考えられる。

##### (2) 排水地域の増加の可能性の問題

重力流による排水が潮位または、地盤沈下のために不可能となり、計画排水地域以外の排水地域の洪水がポンプ排水地域に流入して来た事が考えられる。この結果、ポンプ能力が不足し、洪水が発生、長期化する。

##### (3) 排水支線の問題

ポンプ排水地域のポンプ能力と調整池のポンプ運転開始水位は、25年確率の計画降雨が排水路を通じて調整池まで流下するものと仮定し、排水幹線の堤防高を計画洪水水位として計画されている。

しかし実際には、ポンプ排水地域の凹地で発生した湛水は、排水支線の不備により

排水幹線に排水されず、湛水面積と湛水深を徐々に増加させつつ、地形に沿って下流に向かう事になる。こうして、最後にはポンプ排水地域の中で最も低地であるポンプ場周辺に湛水するが、ここでも排水支線の不備によって氾濫水はポンプ場に排水できず、湛水は長期化する。

ポンプと排水幹線のみが25年確率で整備され、排水支線の整備が遅れているジャカルタ特別州の排水システムとしてのトータル安全度を考えると、こうしたメカニズムもまた、甚大な被害をもたらしたおおきな原因のひとつである可能性が極めて強い。

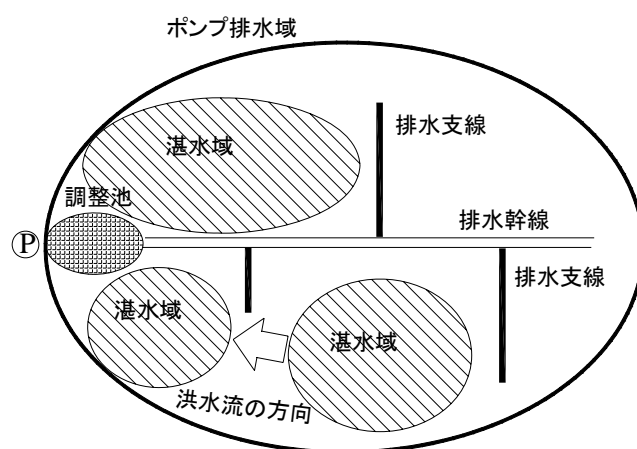


図 4.4 排水支線の不備による湛水

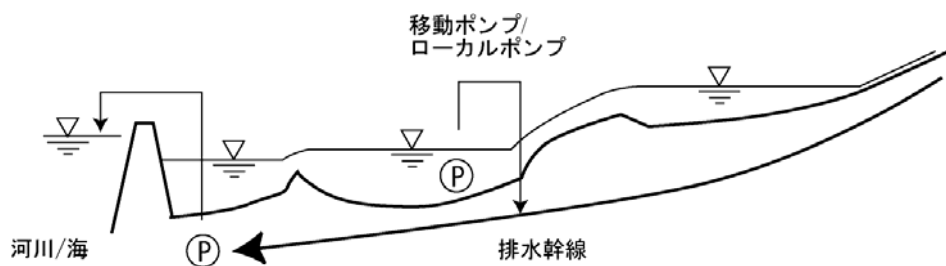
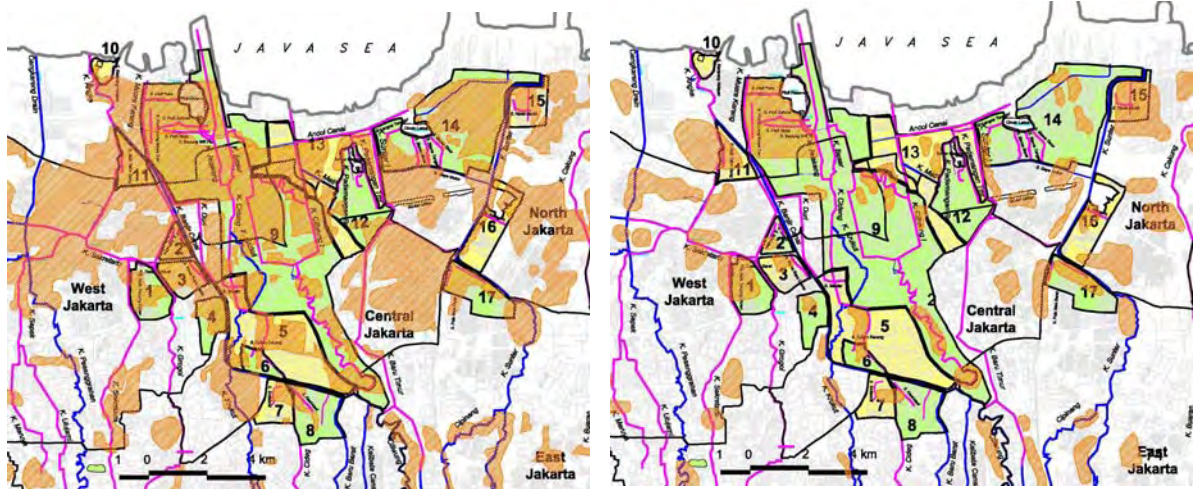


図 4.5 洪水流の下流への移動

#### 4.2.3 洪水危機管理の問題

チリウン・チサダネ川流域開発プロジェクト事務所およびジャカルタ特別州の洪水活動マニュアルではともに洪水危険地図（図 3.15 参照）が示されている。この地図は1年に1度程度発生する78箇所の氾濫常習地域を示したもののあるが、図 4.6 に示す様に、この洪水危険地図に示された氾濫地域と2002年のそれとは大きく異なっている。





(a) 2002年の氾濫地域

(b) 洪水危険地図の氾濫域

図 4.6 2002年の氾濫地域と洪水危険地域の比較

2002年洪水から時間が経つにつれて、この洪水に関する氾濫地域やその水深についての記憶は徐々に薄れていくため、洪水危険地図として氾濫常習地帯のみをそのマニュアルに表示することは、以下の問題を発生させるものと考えられる。

- (1) 洪水危険地域に示されている氾濫地域以外の町のPOKOMASは、うまく組織化されず、また河川や排水幹線の水位観測、避難所、避難ルート等その洪水活動業務に関連する準備に遅れが生じる可能性がある。
- (2) ジャカルタ特別州やその上流に位置するポンプ場やゲートの操作者および水位観測者は、洪水警報を含む洪水情報を、氾濫常習地域以外の地域に位置する町等へ発令しなくなる可能性がある。

#### 4.2.4 他の諸問題

2002年洪水緊急調査報告書は、その洪水原因を幾つか推定している。本調査では、これらの原因について検討を行った。以下その結果をまとめる。

- (1) チリウン・チサダネ川流域開発プロジェクト事務所やジャカルタ特別州は、河川や河川・排水構造物の維持管理に必要なデータや維持管理記録を有しておらず、維持管理上の不備が洪水原因のひとつである可能性は強い。
- (2) ポンプやゲートの操作は洪水活動マニュアルに詳細に説明されており、操作手順に問題があつて洪水被害が拡大したとは考えにくい。ただし、操作水位については、最新の測量に基づく河川・排水幹線の疎通能力に基づき見直す必要があると思われる。

- (3) 斜面崩壊や土石流の発生に伴う土砂流入により疎通能力が減少したとされるが、本調査時にはこのような痕跡は見られなかった。また現在、住宅・リゾート地等の大規模開発地域や森林から野菜畑への大規模転換地域において表面浸食がみられるが、この量は河床上昇・河道の疎通能力減少を発生させる程では無いと判断された。

## 5. ジャカルタ首都圏における洪水被害軽減に関する問題と課題

### 5.1 現況

ジャワ海に面する沖積平野上に発展したジャカルタ首都圏北部は、洪水に対して極めて脆弱である。ジャカルタ特別州やジャカルタ首都圏の河川に対して河川改修や放水路開削からなるマスタープランが1973年と1997年に策定されたものの、土地収用や住民等との合意形成の問題から、一部を除いて実現してこなかった。排水施設に関しては1973年マスタープランでジャカルタ特別州中心部をポンプ排水とする案が提案され、排水幹線とポンプ場が25年洪水対応として整備されてきた。

ジャカルタ首都圏北部、特にジャカルタ特別州の中央部は、2002年1月29日から2月20日にかけて甚大な洪水被害を受けた。この洪水の原因は、未改修の河川における氾濫に加えて、現行ポンプ規模の小ささや排水支線の未整備が関係した可能性が強い。

ジャカルタ首都圏の治水安全度を上げるための河川改修やポンプ規模増強や排水支線の改修を含む排水システムの改善には今後まだ長期間が必要である。更に、各河川の上流域が位置するジャカルタ首都圏南部では、現在残る水田や森林が開発されると同時に土地利用が高度化される可能性が高く、これによってピーク流量が増加し、下流低平地において今後ますます洪水被害が増加する恐れがある。こうした状況を考えると、洪水被害を軽減させるために以下の対策を早急に実施する事が必要と考えられる。

- (1) 河川台帳・排水施設台帳の作成と基礎解析の実施
- (2) 現況河川や現有排水施設の最大限の活用
- (3) 氾濫地域における危機管理の啓発
- (4) 流域流出量の増加の防止

上記4つの対策の内容は以下の通りである。

### 5.2 実施すべき洪水被害軽減対策の内容

#### 5.2.1 河川台帳・排水施設台帳の作成と基礎解析の実施

- (1) 河川台帳、排水施設台帳の作成
- (2) 河川、排水幹線・支線に対する横断測量の実施

- (3) 河川、排水路の疎通能力の推定
- (4) 洪水調査の実施と洪水原因の分析

#### 5.2.2 現況河川や現有排水施設の最大限の活用

- (1) モニタリングや点検実施を行うための問題箇所（河川、排水路）と構造物の選定
- (2) 適用可能な水防工法や必要機材、水防小屋の位置等水防活動の検討とその実施
- (3) クリーニング・浚渫や修繕・復旧等を行う維持管理計画の策定とその実施
- (4) 違法行為に対する対策の実施
- (5) ポンプとゲートの最適操作、また既存施設の問題点に関する検討
- (6) 水防活動、維持管理活動、ポンプ・ゲート操作等に必要の人員・予算等の検討
- (7) 洪水活動マニュアルの改定
- (8) 今後策定される治水・排水マスタープランへの勧告

#### 5.2.3 氾濫地域における危機管理の啓発

- (1) 氾濫解析モデルの作成
- (2) 確率降雨に対応した洪水危険地図の作成
- (3) 氾濫地域情報を含む洪水警報発令のための洪水警報水位の検討・改定
- (4) 河川流域・排水地域に対して危機管理の啓発を行うための洪水予警報センターの設立

#### 5.2.4 流域流出量の増加の防止

流域流出量の増加を防止するためには、2つの方法が考えられる。その一つは、雨水の貯留・保水機能を有する水田や森林等を保全し、開発を規制する事である。しかしながら、河川の中・上流域が位置するジャカルタ特別州の空間計画（2009年）では、その大半が住宅地に指定され、またボゴール県の空間計画（2010年）でも、新たに全体の38%が市街地として指定されている。

こうした状況を考えるとボゴール県に残る水田や森林、また湖沼（situ-situ）等の保全に

努める他、以下に述べる貯留・浸透施設の建設やその義務づけを図る事を検討すべきである。

- 大規模住宅地等に対して、その開発による流出増分を貯留する施設
- 公園、学校、運動施設、テニスコート、駐車場、棟間等における雨水貯留
- 地下水位が低くかつ斜面勾配が緩やかな地域における浸透施設

### 5.3 洪水被害軽減対策の段階的实施案

上に述べた洪水被害軽減対策は、2期に分け、河川、排水および洪水危機管理それぞれについて以下の様に実施する事が考えられる。

#### 5.3.1 第1期

##### (1) 河川（治水）

##### (a) 台帳の作成と基礎解析の実施

- (i) 河川と河川構造物に対する台帳の作成
- (ii) 横断測量の実施
- (iii) 河川の疎通能力の推定
- (iv) 洪水調査の実施

##### (b) 現況河川の最大限の活用

- (i) 問題箇所の把握
- (ii) 適用可能水防工法と必要機材に関する調査と準備
- (iii) 維持管理活動に関する調査と準備
- (iv) ポンプとゲートの最適操作に関する調査と準備
- (v) 洪水活動マニュアルの改定
- (vi) 治水マスタープランへの勧告

##### (c) 流域流出量の増加の防止

- (i) 適用可能な貯留・浸透施設の研究
- (2) 排水施設
  - (a) 台帳の作成と基礎解析の実施
    - (i) 排水施設・構造物に対する台帳の作成
    - (ii) 排水路横断測量の実施
    - (iii) 排水路疎通能力の推定
    - (iv) 洪水調査の実施
  - (b) 現況排水施設の最大限の活用
    - (i) 問題箇所の把握
    - (ii) 適用可能水防工法と必要機材に関する調査と準備
    - (iii) 維持管理活動に関する調査と準備
    - (iv) ポンプとゲートの最適操作に関する調査と準備
    - (v) 洪水活動マニュアルの改定
    - (vi) 排水マスタープランへの勧告
  - (c) 流域流出量の増加の防止
    - (i) 適用可能な貯留・浸透施設の研究
- (3) 危機管理
  - (a) 氾濫モデル作成のためのデータ収集
  - (b) 氾濫モデルの作成

### 5.3.2 第2期

- (1) 河川(治水)
  - (a) 台帳の作成と基礎解析の実施

- (i) 河川台帳へのデータ追加
  - (ii) 追加河川測量の実施
  - (iii) 疎通能力の推定
  - (iv) 洪水調査の実施
  - (b) 現況河川の最大限の活用
    - (i) 河川巡視と維持管理の実施
    - (ii) 水防活動の実施
  - (c) 流域流出量の増加の防止
    - (i) 貯留・浸透施設設置に関するワークショップの実施
    - (ii) 貯留・浸透施設設置に関する勧告
- (2) 排水
- (a) 台帳の作成と基礎解析の実施
    - (i) 施設台帳へのデータ追加
    - (ii) 追加河川測量の実施
    - (iii) 疎通能力の推定
    - (iv) 洪水調査の実施
  - (b) 現況排水施設の最大限の活用
    - (i) 排水路巡視と維持管理の実施
    - (ii) 最適操作の実施
    - (ii) 水防活動の実施
  - (c) 流域流出量の増加の防止
    - (i) 貯留・浸透施設設置に関するワークショップの実施

(ii) 貯留・浸透施設設置に関する勧告

(3) 危機管理

(a) 氾濫状況の分析

(b) 洪水危険地図の作成と配布

(c) 洪水警報の改定

(d) 関連組織と住民に対するより制度の高い洪水情報・警報の提供と発令

(e) 洪水予警報センター設立の準備



## 参考文献

ジャカルタ市内貧困地区排水改善計画基本計画調査報告書、国際協力機構（日本工営株式会社）、2004年3月

ジャボタベック総合水管理計画調査報告書、国際協力機構（日本建設コンサルタント株式会社、日本工営株式会社）、1997年3月

Flood Survey in DKI Jakarta, Pacific Consultant International, Feb. 2002

Interim Report Review Master Plan Ciliwung – Cisadane River Basin, Rijkswaterstaat, July 2004

Ditto, Annex I Flood Control

Land Subsidence of Jakarta Metropolitan Area, R., Djaja, J., R, H. Z. Abidin and K. Wedyanto, 2004

Law No. 7 of 2004 on Water Resources, The President of the Republic of Indonesia, August 2004

Ditto, Elucidation to Law No.7 of 2004 on Water Resources,

Master Plan for Drainage and Flood Control of Jakarta, Nedeco, Dec. 1973

Pedoman Siaga Banjir Propinsi DKI Jakrata (Flood Operation of DKI Jakarta), DPU DKI, Oct. 2004

Prosedur Operasi Lapangan Musim Hujan Tahun 2004/2005 (Flood Operation for 2004/2005), CILCIS

Urgent Inventory Study on Damage of Flood 2002 in Jabodetabek Area in Indonesia Final Report, Pt. Mitrapacific Consulindo International, May 2003