

インドネシア国
バリ州総合水資源開発管理計画調査
事前調査報告書

平成16年4月
(2004年)

独立行政法人 国際協力機構

地球環境部

環境
JR
04-055

インドネシア国
バリ州総合水資源開発管理計画調査
事前調査報告書

平成16年4月
(2004年)

独立行政法人 国際協力機構

地球環境部

序 文

日本国政府は、インドネシア国政府の要請に基づき、同国のバリ州における総合水資源開発についての調査を実施することを決定し、国際協力機構がこの調査を実施することといたしました。

当機構は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成 16 年 2 月 25 日から同年 3 月 2 日までの 20 日間にわたり、独立行政法人国際協力機構社会開発部次長 干山を団長とする事前調査団を現地に派遣しました。

事前調査では、本件要請の背景を確認するとともに、インドネシア国政府の意向を聴取し、かつ問題の分析や状況の把握をするために、調査対象地域において現地踏査を実施しました。この調査の結果、本件調査の妥当性が確認され、またインドネシア国側と調査内容について合意形成がなされたため、平成 16 年 2 月 20 日、本格調査に関する実施細則（Scope of Work : S/W）について署名・交換を行いました。

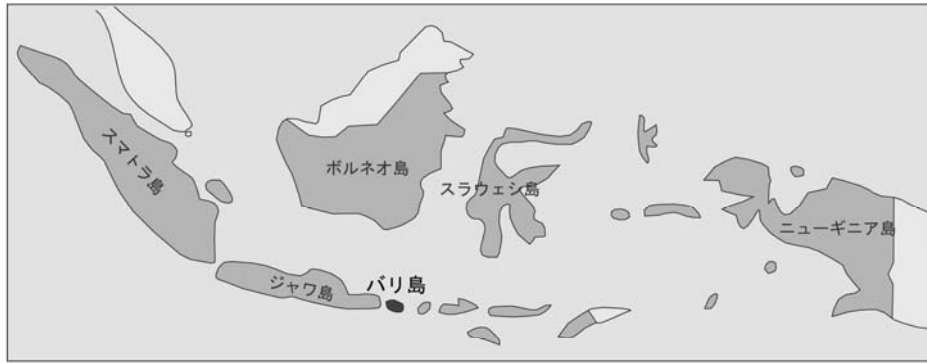
本報告書は、今回の事前調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するため、作成したものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

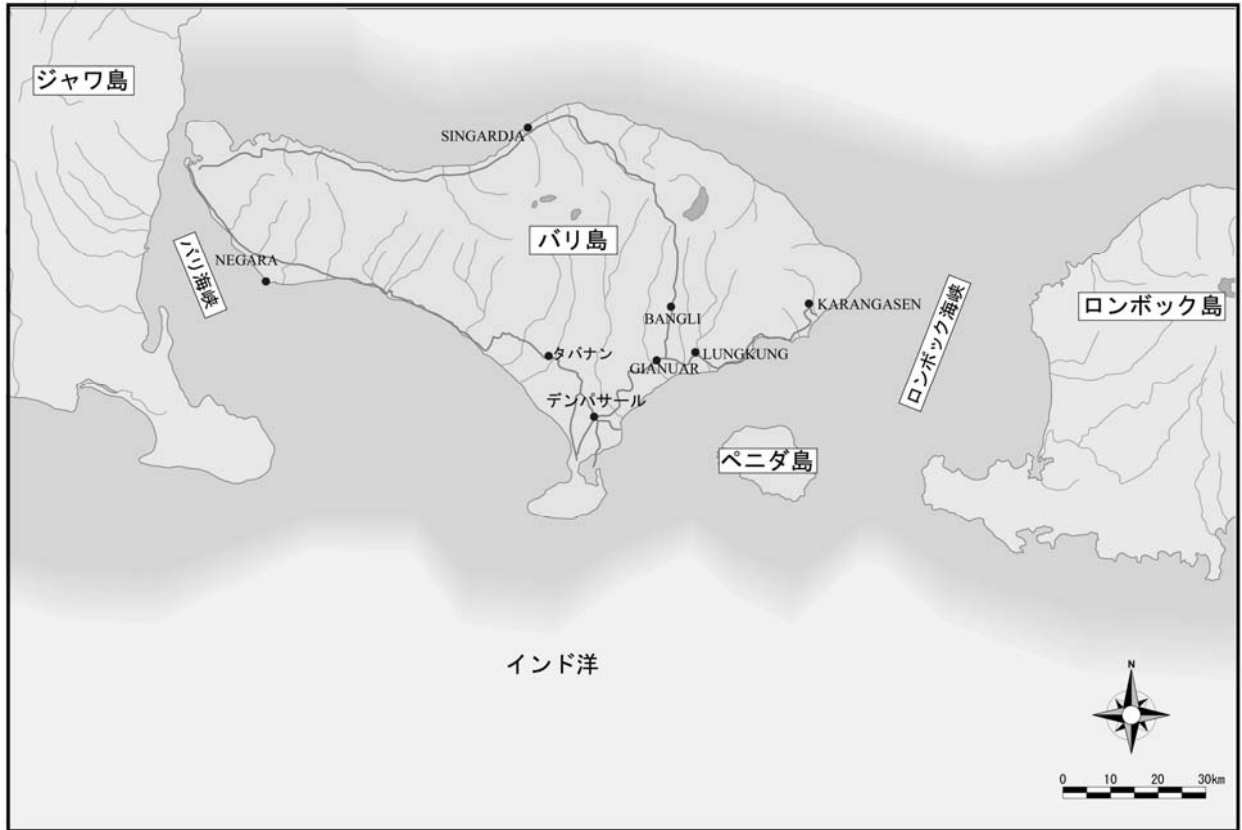
平成 16 年 4 月

独立行政法人 国際協力機構
理事 北原 悦男

インドネシア全体図



バリ州全体図



調査対象位置図



Badung 川河川水位観測所



Badung 川河口貯水池



Badung 川 豪雨・洪水で護岸崩壊



Badung 川 河床へのアクセス施設あるが水質汚濁とゴミが問題



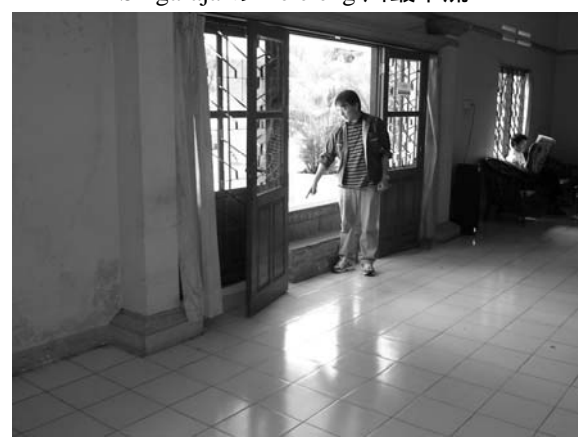
Mati 川 (デンパサル市内)



Singaraja の Beleleng 川最下流



Bengkalah 川の洪水氾濫時には、このくらいの水位になると示す女性



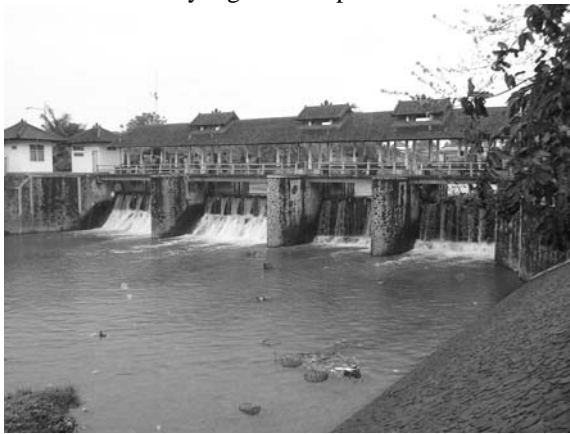
Beleleng 県建設事務所 (Singaraja) の入り口の浸水防止用壁



Ayung 川 Praupan 堰



Ayung 川 Wariban 堰



Badung 川 Buagan 堰



Unda 川 Semarapura 堰



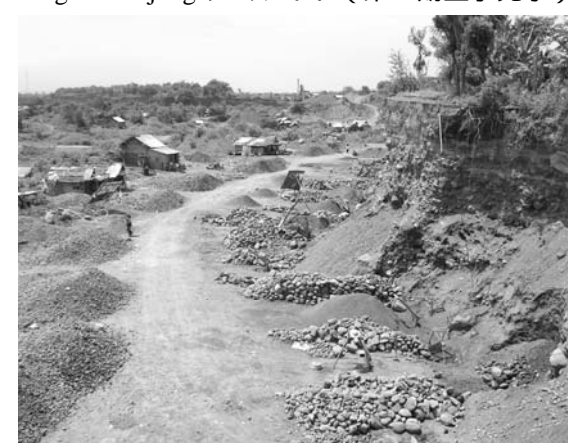
Ayung ダムサイト



Telaga Tunjung ダムサイト (第一期工事完了)



Unda 川で洗濯と水浴する女性



Unda 川河口付近の砂利採取場



S/W 協議後のサイン



Wariban 浄水場沈殿池



クタの夕陽



灌漑水路施設



各地で蓮の花が見られる



Buyan 湖（3つの湖が隣接）



Buyan 湖岸の寺院



Ayu 川流路工（地下ダム計画案あり）

略 語 表

(略 語)	(インドネシア語/ 英語)	(和 訳)
BAPPENAS	: Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (National Development Planning Agency)	国家開発企画庁
PDAM	: Perusahaan Daerah Air Minum (Regional Drinking Water Supply Company)	水道公社
KIMPRASWIL	: Pemukiman & Prasarana Wilayah (Ministry of Settlement and Regional Infrastructure)	定住・地域整備省
EU	: European Union	ヨーロッパ連合
WATSAL	: Water Resources Sector Adjustment Loan	水資源セクター構造調整融資
IEE	: Initial Environmental Examination	初期環境調査
EIA	: Environmental Impact Assessment	環境影響評価
DGWR	: Directorate General of Water Resources	水資源総局
PPTPA	: Panitia Pelaksana Tata Pengaturan Air (Provincial and Basin Water Resource Coordination Committee)	流域水資源調整委員会
PTPA	: Panitia Tata Pengaturan Air (Provincial Water Resource Management Committee)	州水資源調整委員会
PIP	: Panitia Irigasi Kecil (Provincial Irrigation Board)	州かんがい委員会
PIK	: Pengelolaan Irigasi Kecil (Regional Irrigation Board)	地方かんがい委員会
BAPEDALDA	: Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah (Environmental Impact Management Agency)	環境影響管理庁
BAPPEDA	: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Regional Development Planning Agency)	地域開発庁
IBRD	: International Bank for Reconstruction and Development	国際復興開発銀行
CIDA	: Canada International Development Agency	カナダ国際開発庁
JBIC	: Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行

インドネシア国 バリ州総合水資源開発管理計画調査
事前調査報告書

目 次

序 文

調査対象位置図

写 真

略語集

第 1 章	事前調査の概要	1
1-1	要請の背景	1
1-2	事前調査の目的	2
1-3	調査団の構成	2
1-4	調査期間及び日程	2
1-5	S/W 協議の経緯及び結果	3
第 2 章	調査対象地域の概要	9
2-1	社会・行政区分・経済状況概要	9
2-2	地形・地質・土地利用状況概要	13
2-3	河川・流域概要	14
2-4	気象・水文概要	15
第 3 章	水資源開発・管理に係る状況	25
3-1	水資源関連政策及び基本的法令、規則、条例等	25
3-2	水資源開発・管理関連組織	29
3-3	既存の水資源開発・管理計画の概要	32
3-4	水需給の現状と課題	39
3-5	水資源利用・管理の現状と課題	44
3-6	洪水・土砂災害の現状と対策	51
第 4 章	環境予備調査	69
4-1	環境法制度（法令・規則・基準）	69
4-2	環境関連の組織・制度	74
4-3	水汚染問題の現況・課題	78
4-4	社会的・文化的配慮事項と課題	84

第5章	本格調査の実施方針	90
5-1	調査の目的及び基本方針	90
5-2	調査対象地域	90
5-3	調査の項目及び内容・範囲	90
5-4	再委託調査業者に関する情報	93
5-5	調査実施体制	95
5-6	調査工程及び団員構成	96
5-7	調査実施上の留意点	97
5-8	その他調査参考情報	98

付属資料

1.	インドネシア国政府要請書	103
2.	Scope of Works	132
3.	Minutes of Meeting	141
4.	主要面会者リスト	150
5.	質問書及び回答書	152
6.	打合せ議事録	169
7.	ローカルコンサルタントのリスト	182
8.	収集資料リスト	186
9.	事業事前評価表	191

第1章 事前調査の概要

1-1 要請の背景

バリ島(面積:5,440km²)はインドネシアにおける最も有名な観光地であり、州人口(299万人(2001年))の半数近い観光客が毎年、バリ島を訪れるなど世界的にも広く知られている。しかし、水資源関連の社会資本整備は遅れており、早急に解決すべきいくつかの課題を抱えている。

(1) 水不足

バリ州では、観光産業を最優先とした飲料水供給システムが構築されてきたことから、観光地区以外ではいたるところで渇水被害が起きている。2000年にフランスの援助が行われたが、対策としては不十分であり課題が多い。また、バリ島東部では季節的な渇水に悩まされているなど時期的及び地域的な水資源の偏在も問題となっている。そこで、新たな水源の可能性も含めてバリ州全体における長期的な水需要供給計画を立案する必要性が生じている。

(2) 洪水被害

バリ州では毎年、多くの市街地や農地が洪水や浸水により被害を被っている。特に近年の観光産業の発展に伴って、排水を考慮することなしに拡大した都市や道路、土地利用の変化などによって、雨期における洪水被害は深刻さを増している。

(3) 水質の悪化

デンパサール市の現在の飲料水は水源や供給システムが未整備であることから、生活用水や農業用水などの排水が混入し、水質が極めて悪化している。

また、インドネシアでは近年、大規模な地方分権化や水資源セクターの構造改革が進められており、インドネシア全土で新しい法制度に基づいた水資源開発・管理が始められようとしている。その結果、バリ州でも州や県レベルで流域ごとの総合的な水資源管理マスタープランを策定することが求められている。しかし、バリ州や州内の各県では新しい法制度の運用に係るスタッフの能力、特に管理面、技術面での能力が十分ではなく、その育成が緊急に取り組まなければならない課題となっている。

そのため、インドネシア政府より我が国に対し、バリ州全体をひとつの流域とした総合的な水資源開発・管理計画に係るM/Pの策定及びF/Sの実施の要請がなされた。

(本格調査の目的)

1. 2020年までのバリ州における総合水資源開発・管理のためのマスタープランを策定する。
2. M/Pの中で選定された優先度の高い緊急プロジェクトに係るF/Sを実施する。
3. バリ州のC/Pに対して総合的な水資源管理手法に関する技術移転を行うことにより、地方分権化に対応した地方人材の育成や地方機関の能力向上を図る。

尚、マスタープランの策定にあたってはバリ島の自然環境、社会システム、観光資源などに十分、配慮する。

1 - 2 事前調査の目的

- (1) 本格調査に関する現状把握、協議、情報収集及び S/W の署名・交換を行う。
- (2) なお、協議の過程では対象地域の絞込み（要請書ではバリ全島が対象となっているが、デンパサール近郊地区以外を対象地区とする妥当性は低いと考えられた）を行う。

1 - 3 調査団の構成

氏名	担当分野	所属
千山 善幸	総括	JICA 社会開発調査部 次長
森川 幹夫	水資源開発/洪水対策	国交省河川局河川計画課河川情報室 課長補佐
奥田 久勝	調査企画	JICA 社会開発調査部社会開発調査第2課
岡田 弘	水管理施設	エヌジェーエスコンサルタンツ(株)
佐阪 剛	社会/環境配慮	アイシーネット株式会社

1 - 4 調査期間及び日程

調査期間 平成 16 年 2 月 12 日～平成 16 年 3 月 2 日

(官団員の日程は 2 月 12 日～21 日)

	月 日	内 容
1	2 月 12 日 (木)	成田 ジャカルタ 日本大使館表敬、事務所打合せ
2	2 月 13 日 (金)	居住・地域インフラ省への S/W 案の提出、説明、協議 BAPPENAS 表敬
3	2 月 14 日 (土)	治水砂防センター視察 ジャカルタ デンパサール
4	2 月 15 日 (日)	休日
5	2 月 16 日 (月)	州政府・市表敬、省地域水資源事務所表敬 合同会議：S/W 案の説明、協議
6	2 月 17 日 (火)	水道公社 (PDAM) その他関係機関と協議 現地踏査 (デンパサール市内)
7	2 月 18 日 (水)	現地踏査 (アコン川流域、バドゥン川河口貯水池、等)
8	2 月 19 日 (木)	合同会議：S/W 案の説明、協議
9	2 月 20 日 (金)	居住・地域インフラ省にて S/W 協議・署名、JICA 事務所報告、 大使館報告
10	2 月 21 日 (土)	帰国 (ジャカルタ 成田)
20	～3 月 2 日 (火)	コンサルタント団員は継続して調査

1 - 5 S/W協議の経緯及び結果

調査団は別添のとおりの日程にて現地調査を行い、その結果をもとに2月19日にジャカルタにて居住・地域インフラ省（KIMPRASWIL）及びバリ州政府と協議を行い、2月20日にS/W及びM/Mを作成し、署名交換を行った。

1 - 5 - 1 現地調査の結果

現地調査の中でバリ州水資源局より、バリ州全体の水資源開発/管理の現状を聴取するとともにデンパサール近郊への水資源供給や開発の状況、洪水被害の状況、また、バリ島東部・北部及び西部の現地踏査を行い、特に東部や北部における渇水の状況や洪水被害の実情について現地でヒアリングを行った。その結果、以下の点について明らかになった。

(1) 水供給

1) デンパサール地区への上水供給問題

デンパサール地区を含む南部は水利用量・水需要量が多いことから上水の不足が生じている。しかし、デンパサール市への水供給は Waribang 浄水場や Belusung 浄水場など2箇所の上水供給施設により行われており、現状では需給バランスが取れていることから深刻な状況にはいたっていないようである。また、クタ及びヌサドゥアの二大観光地に対しては、フランスの援助による「Badung 川河口貯水池建設プロジェクト」により建設された Wadak Pantai(Estuary)貯水池及び浄水場（バドゥン川河口貯水池から取水）から給水されている。これらはいずれも公的機関である PDAM（バリ州下8県及びデンパサール市の9区域に各々設置されている水道公社）によって管理・給水されている。他方、Belusung 浄水場からは PTTB と呼ばれる私企業が管理している上水施設もあり、こちらはヌサドゥア地区に給水している。このようにクタやヌサドゥアといった高級リゾート地については開発公社による水供給や民間会社による経営が行われており、さらに資金のある PEDADPTTB からの水の購入も行われており、一応の水の供給はまかなわれている。

ただし、当地区の約40%の人口が井戸水に頼っており水道公社からサービスを受けていないこと、将来的に水需要の増大が予想されること等を勘案すると、対策を講じる必要性が感じられる。すでに計画中のプロジェクトや海外ドナーの支援によるプロジェクトは次のとおりであるが、本調査の実施にあたっては将来の水需要予測を含めてこれらすでに進められている計画をレビューする必要がある。

(計画中のプロジェクト)

アユン川の上流から取水を目的とするアユンダム建設が具体的に計画されている。これは高さ104m、貯水量16百万 m^3 のRCCタイプのダムであり、すでに設計が終了しており、追加のボーリング調査中であった。また、「Klungkung-Denpasar Water Conveyance Pipeline Project」は、おそらく世銀による次に述べるプロジェクトを下敷きにしていられると思われるが、東部のウング川からデンパサール地区への導水計画である。ただし、州の水資源部長によるとデンパサール地区へはウング川より近い河川（例えば

プタス川)の方が有利であり、ウング川からの導水は、あまり賛成ではないようであった。

(海外ドナーによるプロジェクト)

南部 5 県における水供給については世銀が都市インフラに対する協力として 1997 年～1999 年にマスタープランの作成及び F/S 調査を既に行っており、東西両方の県よりよりデンパサール市への導水計画やそのための水道公社の統合を提案している。しかし、各県や州の水資源局の実質的な同意が得られず、頓挫している状況である。なお、同事業は上水のみを対象としており、農業など他のセクターは含まれていない。また、世銀はクタヤギャンニアルなど主要都市部の排水対策事業も実施しており、建設も含めて 2004 年 6 月にすべての事業を終了させる予定とのことである。

フランスの「Badung 川河口貯水池建設プロジェクト」により建設された Wadak Pantai(Estuary)貯水池については、第二貯水池を建設することとなっていたが、マングローブ保護のため中断している。また、現在の貯水池も市街地の排水の流入する河口にあるため上水用としては不適當であり、かつ土地利用上も課題が多い。

2) バリ島東部・北部への上水供給問題

バリ島は一般的には年間降雨量が豊富に見えるが、地域によって水不足が大きな課題となっており、一般に北東部は渇水状況にあるといわれている。今回の現地踏査においても、雨期にもかかわらず東部端を含む北東部では河川に水が流れていない状況が観察され、かなり深刻な様子が見て取れた。これらに対し、以下に述べたように現在中央政府や州、また、EU の支援による深井戸設置のための事業が実施されている。

(計画中のプロジェクト)

上述のウング川の導水プロジェクトに関して、デンパサール地区へはより近い河川からの導水を考え、ウング川自身の水はカラニアサム県(東部)の渇水地域に給水するという案がある。

(海外ドナーによる支援)

EU の支援による「ブレレン県とカラニアサム県における農業支援プロジェクト」は、上水・農業用水ともに地下水に頼らざるを得ないバリ北東部沿岸地帯において、2003 年から 2006 年の期間実施されている。このプロジェクトの目的には水供給が含まれており、40～70 戸に 70m 程度の深井戸を 1 本建設する活動が進行中である。井戸は、毎秒 1 リットル以上を建設条件としている。特筆すべきは一戸あたり 5 万ルピアの料金の徴収やプロジェクト終了後の維持管理のために水利用者組合の育成・強化に力を入れており、住民参加型によるプロジェクト運営が図られていることである。

3) 北部ブレレン県に対する上水供給

同県を訪問したところ、県としての水資源マスタープランはないが、部分的に計画があるとのことであり、水不足は少なくとも深刻な状況ではないとのことである。

(計画中のプロジェクト)

ダム計画は 3 箇所あり、Tanmblang ダムは設計済、Tibab ダムは F/S が終了している段

階、残りの Surga ダムはアイデア段階である。

4) 農業用水

アウン川においては、現在、上水用となっている取水施設ももともと農業用水であったものが転用されたものであるが、農業用水は上水よりもさらに上流において取水されており、農業用水が最優先されていることが伺える。バリ州においては 8 割から 9 割が灌漑に向けられている。世銀が実施中のバリ州水供給マスタープランには農業用水が含まれていないため、今回の全用水を対象とした水資源開発マスタープランの要請につながっている。

5) 電力用水

電力に関してはジャワ島との間で送電線が繋がっており、バリ州のみでの需給関係情報だけでは的確な判断ができない。

6) 全般に関する計画

すでに 1995 年の調査で、バリ州全体で 29 箇所のダムサイトが候補地として示されており、そのうちの 23 箇所について貯水容量及び取水可能量が概算で出されている。しかし、すべてが具体的な実施計画を持っているわけではなく、全体的なプロジェクトの進め方についての計画もないようである。

(2) 洪水対策

洪水被害地区としては、主にデンパサール地区、ブレレン県シンガラジャ市及びその近郊、ジェンブラナ県ネガラ町付近が代表的である。

1) 北部 (ブレレン県シンガラジャ市及びその近郊)

北部の中心都市であるシンガラジャ市における洪水被害は大きくかつ頻発しており、即急な対策が必要であると考えられた。河川氾濫及び内水氾濫が毎年のように発生し、市街地では広範囲に冠水するとのことであった。河川が短く予測困難であることから、この洪水を予測して警報を発するようなシステムはできていないが伝統的な Kulkul という設備が緊急時に使用されている。

2) デンパサール地区

デンパサール地区は氾濫常習地区が点在しており、通常の排水不良による内水氾濫に加えて河川氾濫による被害もある。特に観光関連施設が集中しているクタなどの地区における被害が大きい。これらの地区では人的被害はともかく観光業を含めた経済上の被害が大きい。すでに排水改良工事が一部で行われており、世銀はバリ州南部都市インフラプロジェクトにおいてクタやギャンニアルなど主要都市部の排水対策事業も実施しており、建設も含めて 2004 年 6 月にすべての事業を終了させる予定とのことである。ただし、これらの対策は局地的であり、効果も非常に小さいとのことである。

(3) 土砂災害

バリ島最高峰のアグン山及びその河川流域など東部、北部を中心に土砂災害が各地で起

きており、砂防工事事務所が同流域に置かれている。今回は断片的な情報しか得られていないが、実態調査は必要である。KIMPRASWIL の水資源総局長の Secretary から土砂災害対策を含めてほしいとの要望があった。なお、JICA の火山砂防プロジェクトではバリ島をモデル地区のひとつとして、ハード、ソフト対策を含めた技術協力活動を行っており、同活動の成果を本調査の提言に積極的に取り込むとともに同活動に対して協力可能な部分について支援を行うなど連携を行うことが可能であると判断される。なお、海岸侵食では JICA の開発調査を実施したデンパサール空港建設の影響によりクタ海岸の浸食が問題化しており、円借款によるクタ海岸保全のためのプロジェクトが進行中である。

今回、州知事と面会したが、同知事から調査実施に対する全面的なサポートを行うとの表明があった。

1 - 5 - 2 バリ島の独特な性格

BAPPENAS 及び州水資源局からは本調査に関して次の 2 点について指摘があった。

- (1) バリ州が持つ独特の文化や伝統、特に自治的な組織であるバンジャヤ水利組織である SUBAK などの持つ重要性について十分、考慮して欲しい。これらはバリ島の人々にとっては政府や自治体といった体制よりも強い支配力をもっており、これらの組織を無視して開発計画の立案を行った場合、円借款により実施されているクタビーチの海岸侵食防止プロジェクトのようにトラブルとなる危険性が非常に高い。これに対する対策としては、例えば、EU のプロジェクトの進め方がひとつの可能性を示唆している。
- (2) バリ島の開発における南北間の差などに根ざす地域間の対立が大きな懸念材料であり、地域間の調整に十分、配慮する必要がある。特に地方自治の推進によって現在では各県が独自に開発計画の策定などを行っている。この点に関しては、例えば世銀の水供給マスタープランで提案された事業が頓挫してしまったように、県単位で水に対する権利意識を持っており、広域的にいくら効率性の高い給水計画を立案しても、県は県どうしの交渉（売買）によって自県により有利な方を選択する可能性が高く、またそのような自決権を尊重する風潮が見られる。

1 - 5 - 3 新水資源法の成立

現地滞在中に新水資源法が議会の承認を得て成立した。新法は地方分権、住民参加の流れを踏まえつつ環境的及び社会的に持続性のある水資源開発及び管理を促進することを狙いとしている。本法は世銀が推進している WATSAL の条件の一つとして改正・成立が意図されたものであるが、世銀の極端な公共利益軽視及び指摘利益優先の考え方に対してインドネシア側は反発し、当初、世銀が想定していた内容からは大幅にやり戻しがあったようである。

新法によって新たに加わった制度として、国家から地方自治体レベル（州・県など）へと計画策定の権限委譲という流れの中で、「National Policy of Water Resources Management」に基づき、まず Framework/Pattern of Basin Water Resources Management を Formulation する必要があり、それを経てから M/P、F/S へと進んでいく必要がある点が強調されていることである。

1 - 5 - 4 環境社会配慮

環境社会配慮については JICA 新環境社会配慮ガイドラインの主旨にそって、特に住民を含むステークホルダーの合意形成や情報公開が各段階で必要になることについて詳細に説明した。また、IEE の実施やステークホルダーに対する公聴会などの環境社会配慮の実施はインドネシア政府側の責任のもとで実施されるべきこと、JICA はそれに対する技術的な支援やモニタリングを実施するとともに、インドネシア政府の責任のもとでこれら IEE や EIA、公聴会を共同実施することを伝え、政府、州ともに十分な理解を得て S/W にその旨記載した。

KIMPRASWIL の担当者によると既に過去の事業実施において十分なステークホルダーミーティングの経験を有しており、また、現地踏査の中でも EU の農業支援プロジェクトの中でインドネシア側が水利組合の設置などを通じて独自に住民参加による事業実施を進めている状況を聞くことができた。

1 - 5 5 本格調査の基本方針(案)

すでに現地視察により確認したように、要請内容に含まれていた個々の課題に対しては州政府や各県、インドネシア政府によってすでに様々な計画の策定や事業が実際に進められており、また、いくつかのドナーによる支援が行われている。これらは、それぞれ課題の解決までには至っていないが、一定の評価は行われるべきである。

しかし、問題は、個々の開発プロジェクトについてはインドネシア政府やバリ州、各ドナー、またこれらの支援を受けて各県単位で個別に計画され実施されているが、それぞれがばらばらになされており、州や水資源セクター全体としてのマスタープランが存在していないことである。資金計画もない場合も多い一方で、各県とも県内の水資源に対する権利意識を有しており、県の間で個別に売買の動きが見られるなど県単位での水資源開発の計画策定や実施を望んでいるようであるが、他方で県の間での事業などについて州政府、特に州知事の調整を望んでいるとのことで、州がこのような調整を行っていくためにも総合的なマスタープランが不可欠のことである。

1 - 5 - 6 S/W 協議の争点

(1) “設計” の表記法の相違

S/W 協議の中で KIMPRASWIL 側が最もこだわったのが、施設計画と設計であった。これは、他の類似の開発調査に具体的な施設計画が含まれていなかったことに対する不満から特に強い要望がだされた。その際、設計の標記方法として、インドネシアでは通常、以下のとおり整理されているとの説明があった。

Master Plan 段階	: Basic Design
Feasibility Study 段階	: Preliminary Design
詳細設計段階	: Detail Design

しかし、本調査ではマスタープラン段階で具体的な施設の設計は取り扱わないこと、JICA では一般的に無償資金協力事業における「基本設計」の意味で Basic Design を用い

ていること、の2点から Master Plan 段階で Basic Design という表現を用いるべきかどうかについて協議を行ったが、日伊双方の認識やイメージに相違がないことが確認されたことから、インドネシア側の標記法に従うこととした。ただし、その意味について、括弧書きによりあくまでもマスタープランレベルにおける施設計画の概要であることを明記した。

(2) 新水資源法による調査行程の変更

新水資源法の規定に基づき、本調査でもフェーズ1として「Formulation of Bali Basin Water Resources Management Framework」を行うこととし、その結果をステークホルダーミーティング等における審議を経て承認された後にフェーズ2のマスタープランの策定に進み、F/Sの策定はフェーズ3とすることとした。さらに策定されたマスタープランをもとにインドネシア側が独自に作成するバリ州の水資源管理政策に対する策定支援を行うこととした。

(3) 水利組合強化(エンパワーメント)計画の策定の追加

本項目も KIMPRASWIL 側から追加要望が出された。バリ島では伝統的な SUBAK が存在し、この組織を中心に独特な社会構造を築いてきている。また、SUBAK 以外に現在、東北部で EU の援助により進めている農業支援プロジェクトのように、州政府などの主導による、新しい開発地域や他の島から移住した新住民を対象とした水利組合の設立がある。従って、この組織の改革はとりもなおさずバリ島全体の社会構造や農業構造に触れざるを得ない。

しかし、このいずれにしても中央政府に対して非常に自治意識の強い社会において水資源開発・管理を円滑に進めるためには、水利組合を強化し、地域住民や自治組織の計画策定への参加や意思決定をシステムとして積極的に取り込んでいく必要がある。そこで、本項目も追加することとした。

(4) 対象地域の変更 名称の変更

対象地域としてバリ島と表記していたが、バリ州側から、離島も含めてほしいとのことからバリ州と表記してほしいとの要望があった。調査団からは、離島全部に対しての水供給計画を策定することは不可能であることを説明したが、その点についてはバリ州側も理解しており、主に Nusa Penida 島を念頭に政治的な背景からも州全域を対象としてほしいとの説明があったため、開発調査の名称及び対象地域をバリ島からバリ州に変更した。

第2章 調査対象地域の概要

2-1 社会・行政区分・経済状況概要

2-1-1 インドネシア国の社会・行政区分・経済状況概要

バリ州を対象とした調査であるが、まずインドネシア国全体について概要を示しておくものとする。これは国全体の一部分として位置しており、各種動向と背景の影響が大きいからである。インドネシア国は、総面積約190万平方キロに、人口約214百万人を抱えている。主要都市は首都のジャカルタ(838万人)の他に、スラバヤ(258万人)、バンドン(214万人)、メダン(179万人)、スマラン(134万人)、パレンバン(144万人)等がある。都市化の進展及び都市人口の増加が著しい。

主要行政単位としては中央政府(Central government)の下に、27の州政府(Provincial government)、333の県(Regency、インドネシア語でカブパテン)・市政府(Municipal government)を有する。

インドネシア国の近年の主要経済指標は、次のようになっている。

表2-1 主要経済指標

指 標	1998	1999	2000	2001	2002
国内総生産(10億ドル)	95.4	140.7	152.2	145.3	176.8
実質成長率(%)	-13.2	0.8	4.9	3.5	3.6
インフレーション 消費者物価(%)	58.4	20.5	3.7	11.5	11.9
人口(百万人)	204.4	206.5	209.6	212.1	214.2
輸出(百万ドル)	50,371	51,242	65,406	57,364	57,341
輸入(百万ドル)	31,942	30,598	40,366	34,669	34,249
経常収支 百万ドル	4,096	5,785	7,985	6,899	7,644
為替レート(ルピア/ドル)	10,013	7,855	8,421	10,269	9,311
一人当り国内総生産 ドル	467	681	726	685	825

注：これら指標は、Economic Intelligence Unit "Country Report"などいくつかの文献にあり。

上記の指標から、人口は年々1~2%程度の伸び率で増加していること、実質経済成長率は、1998年にはアジア経済危機の影響でマイナス成長を余儀なくされたものの、その後3~4%台と比較的安定していることなどの点が見られる。

なお、為替レートは近年比較的安定してきているようで、事前調査団が滞在した2004年2月のレートは、1ドルが8,500ルピア程度であった。

一人当たりの国内総生産は、2002年で825ドルとなっているが、現地での実感としてやはり、一般の人の収入はかなり低い。比較的賃金が高いジャカルタでも、デパートを含む一般の店で働く人の月収は、100ドル未満がほとんどである。バリ州では、さらに2割程度は安いようである。

インドネシア国の主要産業は、就業人口では、農林水産業(約40%)、サービス業(約34%)、製造業(約12%)、鉱業、建設業、電気・ガス・水道の順になっているが、生産高(金額)でいうと、サービス業(約36%)、製造業(約26%)、農林水産業(約17%)、鉱業の順になっており、農林水産業の一人当たりの収入が低い面が見られる。経済における農業の重要性は変わらないが、その地位は相対的に低下しているようである。

一方、電力に関しては、1985年に発電量20,939百万Kwhであったものが、1900年には34,868百万Kwh、1998年には83,033百万Kwhと着実に増加している。また、電力構成は次のようになっている。

表2-2 インドネシア国電源構成

	1980年	1999年
発電量(10億Kwh)	8.4	84.3
電源構成(%)		
水力	16.0	11.1
石炭	—	30.1
石油	84.0	19.0
ガス	—	36.5

(出所) The World Bank "World Development Indicators 2003"

インドネシア国では、今年(2004年)7月に、同国初の大統領直接選挙が行われる。現職のメガワティ大統領が率いる闘争民主党と、かつての長期政権であるスハルト元大統領を支えてきたゴルカル党との争いが見られている。

現在、通過危機以後の経済再建で明確な対応策を出せなかったことに加えて、失業率の増大や公共料金の大幅値上げがあったことから、支持基盤である庶民層からの不満が拡大しており、現政権側がやや劣勢という予想が多い状況である。現地の人との雑談的会話の中にも、収入の低さや就業機会の少なさを嘆く内容が頻繁に出てきた。

2-1-2 調査対象区域の社会・行政区分・経済状況

本件調査対象地域となるバリ州は、同国の27州政府(Provincial government)のうちの一つである。州としては、面積約5,600km²、人口約3百万人と、比較的小規模であるが、重要度としては高く存在感が大きい。アジアの代表的な観光地として有名である他、外貨獲得の貢献度が高いこと、歴史や文化の遺産が集中している地区であることなどがその理由であろう。

バリ州は、8つの県(カブパテン)と1つの市(デンパサール市)に区分されている。また県(Kabupaten カブパテン)の下に、郡(Kecamatan ケチャマタン)、村(Desa デサ)、部落(Banjar バンジャル)という区分がある。但し、県、郡などの和文名は参考につけたが、必ずしも我が国と同じレベルとはいえない。バリ州の行政区分については、下表及び図2-1に示す通りである。

表 2 - 3 調査対象地域における行政区分

Kabupaten 名	Kabupate 中心地	Kechamatan の数	Desa の数	Banjar の数
Jembrana	Negara	4	51	213
Tabanan	Tabanan	8	110	716
Badung/ Denpasar city	Denpasar	7	78	625
Gianyar	Giayar	7	61	500
Klungkung	Semarapura	4	56	241
Bangli	Bangli	4	69	188
Karang Asem	Amlapura	8	60	532
Buleleng	Singaraja	9	146	437
計	-----	51	631	3,452

注：上記のデータは、1991 年現在とのことで、現在は少数が違ってきている可能性はある。

次に、各県・市の面積、中心市町村名、及び人口の変遷を次表に示す。

表 2 - 4 調査対象地域の行政区変遷

Kabupaten/City	Area (km ²)	Capital City/Town	Population		
			1995	2000	2002(latest)
Jembrana	841.80	Negara	226,036	238,150	?
Tabanan	839.33	Tabanan	363,083	382,542	390,971
Badung	418.52	Mengwi	282,473	297,613	342,013
Denpasar city	123.98	Denpasar	345,865	364,409	561,814
Gianyar	368.00	Gianyar	340,990	359,265	373,239
Klungkung	315.00	Semarapura	164,205	173,009	?
Bangli	520.81	Bangli	185,130	195,056	199,268
Karang Asem	839.54	Amlapura	357,836	377,014	384,208
Buleleng	1,365.88	Singaraja	558,320	588,243	588,662
Total	5,632.86	Denpasar	2,823,938	2,975,301	--

出所：バリ州水資源部から提供された資料

将来の人口予測については、次のようなデータが示されている。

表 2 - 5 調査対象地域における将来人口予測

Kabupaten/City	Year				
	2000	2005	2010	2015	2030
Jembrana	218,389	223,255	228,229	233,314	249,259
Tabanan	392,866	399,364	414,865	430,968	483,124
Badung	309,703	334,372	361,007	389,762	490,517
Denpasar city	399,593	445,582	496,865	554,049	768,207
Gianyar	358,692	375,094	392,246	410,183	469,064
Klungkung	165,941	170,793	175,787	180,927	197,266
Bangli	201,331	214,208	227,908	242,485	292,050
Karang Asem	383,223	400,951	419,498	438,903	502,673
Buleleng	581,839	608,882	637,182	666,798	764,163
Total	3,011,577	3,172,501	3,353,587	3,547,389	4,216,323

出所：Master Plans Bali water Supply(May 2000, IBRD)から作成。

注：2000 年人口が上の二つの表で多少違うが、算定期間などによるものと思われる。

一戸当たりの家族数は、平均 5、6 人である。教育に関しては、インドネシア国の他の地区と同様に小中高の学校が各地にある他、大学又はそれに準じる高校卒業後の各種学校（大学、専門学校など）もあり、ウダヤナ大学が代表的である。

バリ島は観光で著名であり、実際にバリ州の経済は観光業に依存している部分が多い。現地の人に聞いて見ると、やはり2002年10月に発生したテロ活動による爆破事件（観光客が最も集まるクタ地区のレギアン通りで発生し、18カ国の計202人の死亡者が出た。一番多かったのはオーストラリア人で60数名、日本人は2名のみ）の影響が大きかったし、まだそれが残っているとのことであった。つまり、事件後外国人観光客は急減したが、徐々に回復しているものの、まだ最盛期と比べて少ないとのことであった。しかし、国内からの観光客も多く、事前調査団が滞在中宿泊予約の問い合わせをした際、満室になっていたホテルも少なくなかったことから、観光客が減っているといっても実感がわかない面もあった。

バリにとって最重要である観光業に関して、海外からの観光客（国内観光客も多いが、使う額に大きな差があるので、外国人観光客の経済的インパクトが多い）の最近動向は次のようになっている。

- 2001年には、135万人前後の直接の来訪者（Direct Arrival Tourist:この定義は確認されていない）があり、2002年も9月までは前年と同様な傾向を示していたが、10月にテロによる爆発事故があってから急減した。2003年になっても、2001年または2002年の半分程度以下の状態が続いたが、後半になって回復の兆候が見られてきた。
- 月間の観光客数は、かなり差がある。平均的には、7月から9月が多く、10月から2月が少ない。少ない月は多い月の4~6割程度である。
- 国別では、2003年9月の記録を見ると、日本人、台湾人、オーストラリア人、韓国人、ドイツ人、シンガポール人という順に多かった。以前は、オーストラリア人が一番で、次が日本人という話を聞いたので、やはりテロの犠牲が大きかったオーストラリア人の観光客数がまだ回復されていないという状況のようだ。

島内の道路は比較的整備されている、島を1周する海岸線道路の他、北部と南部つなぐ山岳地帯を抜けていく道路もある。南部のデンパサール及び近郊地域では、道路密度が高い。但し、デンパサールやクタでは、交通の渋滞区間も多い。鉄道はない。

バリ島から、ジャワ島の他周辺の主な島への航路は定期・不定期便がある。空路の出入り口は、クタ地区の南側に隣接しているNgurah Rai国際空港である。国内便も多く発着していて、町に近いので便利である。また、バリ島は、ジャワ島の東端に隣接しており、数km程度しか離れていないため、ジャワ島側のクタパンとバリ島側のギリマヌックとを連絡するフェリーが頻繁に多くの客と車両を運んでいる。さらに、島の電力網は、現在ジャワ島と150kV送電線でリンクしている。

バリ州住民の宗教は、イスラム教（5%）、仏教（1%）、キリスト教（1%）などもあるが、90%以上が、ヒンズー教徒であり、インドネシアのその他の地区と違う独特の文化を作っている。ヒンズーなので、カースト制度はあり、島民はBrahmana、Ksatria、Wesya、又はSudraの4区分のどれかに属しているが、インドのような厳しい規制・制限はない。バリの人々の多くが、日々の生活においてDesaやBanjarのコミュニティー組織との繋がりが強い。

2 - 2 地形・地質・土地利用状況概要

2 - 2 - 1 インドネシア国の地形・地質・土地利用状況

インドネシア国は、東西約 5,500km、南北約 2,000km に広がる海域に点在する約 14,000 の大小の島々(注:島の数は資料によって異なる)から構成されている。そのうち、スマトラ島、カリマンタン島、スラウエシ島、及びジャワ島が代表的な島である。国土面積は、約 191 万 km² であり、我が国の約 5 倍である。全体としては、変化に富んだ地形からなる自然資源が豊かな国土であるが、多くの自然が残されている島と開発が過度に進んでいる島・地域での格差は大きい。

森林伐採が進んでいるが、広大な国土と過疎地帯が大部分のため、森林地帯は国土の約 60% 近く残されている。しかし、人口の多い地域では、森林伐採が過度になり各種の問題を引き起こしている。

インドネシアには火山が多く、活火山は、129 山あるといわれている。火山噴火による火砕流などの直接災害の他、発生した土砂による泥流の発生や河道や貯水池への土砂堆積など二次的な災害も多い。有名な活火山も多く、西部ジャワのガルングン山、中部ジャワのメラピ山、東部ジャワのスメル山、クルド山、プロモ山、バリ島のアグン山、北スラウエシのロコン山、ソプタン山、東ヌサテンガラのワウオムダ山などがある。

2 - 2 - 2 調査対象地域の地形・地質・土地利用状況

調査対象地域(バリ州)は、南緯 8°3' ~ 8°50'、東経 114°25' ~ 115°42' の間に位置している。バリ島を中心とし、他にペニダ島があるが、その他は小さな島(その中でも、ヌサレンボガン島、ヌサセニンガン島、セランガン島、及びメンジャンガン島が主なものである)である。スンダ諸島の西端の一角を形成している。総面積は、5,630km² であるが、バリ島が大部分を占める。東隣のロンボク島との間に、ウオーレス線があり、その東西では、生態系ばかりでなく文化の違いも大きいといわれている。なお、バリ全島は、1/25,000 の地図でカバーされている。

バリ島の中央を東西方向に山岳帯があり北部と南部を分断している形になっている。火山帯でもあり、アグン山(標高 3,142m で、バリ島の最高峰)、パタス山(標高 1,414m)、バツール山(標高 1,717m)などがある。平地部は北部及び東西端付近で狭く、南部では肥沃で緩やかな丘陵地帯と海岸付近の低平地が比較的広く形成されている。この丘陵地帯は、火山生堆積物が合体して広大な扇状地を形成したものであろう。バリ島は急斜面地帯が広く、地表面積の 60% 以上が勾配 8% 以上であるとのこと。バリの美しさの特徴にもなっている、棚田の発達はこの地形によるものであろう。

バリ島の地質(表層)は次のように区分されている。

- 沖積層(Alluvium):沖積砂、砂利、シルト、粘土
- 上部第 4 紀火山岩層 Upper Quaternary Volcanics:火山性砂、凝灰岩、角礫岩、集塊岩、溶岩

- パラサリ層：砂岩、礫岩、石灰岩、シルト岩、頁岩
- 上部第4紀火山岩層 Lower Quaternary Volcanics：凝灰岩、角礫岩、溶岩
- 第3期堆積層 Tertiary Sedimentary Formation：石灰岩、石灰質砂岩、凝灰岩、大理石、海洋頁岩
- 第3紀石灰層 Tertiary Limestone：石灰岩
- 第3紀火山岩層 Tertiary Volcanics：凝灰岩、角礫岩、溶岩

この中で、火山岩層が、特に西部から東部にかけて広く分布している。沖積層は、北部海岸地帯とその他の一部地区の海岸地区に位置している。石灰層は、南部端（ヌサドゥア地区）やペニダ島に分布している。

バリ島の土地利用は、主に農業、森林、プランテーション、道路、居住地などに区分される。大部分が、山岳の森林、裸地、湖、河川などで、自然が残されている区域である。バリ島では農耕地のうち、多くが水田である。水田の耕地面積は約10万ha(約18%)であり、南部の比較的緩やかな斜面及び海岸平地に広がっている。土地が肥沃で河川の水も比較的多いからである。北部の海岸平野にもあるが、南部と比べると少ない。大部分が灌漑されている。

灌漑地区では、主に稲作であるが、特に2期、3期作では他の穀物も耕作されている。この水田は、徐々にではあるが、減ってきており、平均1,000ha/年が他に転用されてきているとも言われている。特に、Badung 県など、観光などで開発が進んでいる地区に多い。但し、最近になって、水田の重要性に対する認識が高まり、保全されていく方向性も出てきている。

一方、天水農業地も約17万ha(約30%)あるとのこと。ここでは、果樹、カカオ、コーヒー、ゴム、バニラ、クローブなどが多い。森林地帯は、約22%を占めるが、本来政策・法令上は30%以上とすることになっていて、それを確保していないとのこと。山岳地域に自然保護森林地区も広がっている。

2 - 3 河川・流域概要

バリ島は、河川が多いが、ほとんどが比較的短い中小河川である。河川の数え方によっては、多少変わってくると思うが、バリ島には全部で約160河川あるとのことである。これは、支川を含まない本川（各々別の河口）で数えたものと思われる。その中で最長はOos川で、その延長は44kmであり、また流域面積で最大なのは、Ayun川である。

山地部からの平均勾配は隣接地で比較的变化がないので、河川は海岸に向かってほぼ直進して流下している。また、河川が多いことから、河川同士が隣接している地区も多く見受けられる。河川勾配は、地形からわかるように、北部では急勾配であり、緩やかな勾配区間がほとんどないまま、上流から中流の様相のまま海へ流入している河川も多い。一方南部では、海岸に近い地域では比較的緩やかな勾配となっている。

バリ島(州)には河川が多いが、インドネシア国全体としての流域区分では、島全体を一つの水資源管理区域として扱われている。また、バリ州においても、その認識を持っており水資源開発・管理は全体区域で調査検討すべきであると考えている。但し、多くの中小河川があるので、バリ州では、いくつかの流域をまとめて1ユニットとして20区分している。その流域ユニット区分図を図2-2に示す。

バリ島には、次の4つの天然湖がある。各々火山湖といえる。

- Batur (長さ 7.5km、幅 2.8km、面積 15.9km²)
- Bratan (長さ 2.8km、幅 2.0km、面積 3.8km²)
- Buyan (長さ 3.7km、幅 1.5km、面積 3.9km²)
- Tamblingan (長さ 1.8km、幅 0.9km、面積 1.3km²)

上記のうち、Batur 湖 が Batur 火山と併せた風向明媚な観光地として有名である。Bratan、Buyan、Tamblingan は、連続して位置している。

バリ島内にダムと称するものはいくつかあるが、(人工の)湖と呼べるような規模のダム湖は、Jembrana 県の Parasari ダム(貯水量約 8 百万 m³)のみとのこと。

バリ州の(比較的)主要な河川には次のようなものがある。

表 2 - 6 バリ州の主要河川一覧

河川名	行政区分位置 (主な Kabupaten 名)	河川名	行政区分位置 (主な Kabupaten 名)
Balian	Tabanan	Pati	Karangasem
Yeh Empas	Tabanan	Janga	Karangasem
Sungi	Tabanan	Banyumala	Buleleng
Ayung	Badung/Denpasar	Mendaum	Buleleng
Badung	Badung/Denpasar	Saba	Buleleng
Mati	Badung/Denpasar	Jogading	Jembrana
Oos	Gianyar	Bilukpoh	Jembrana
Petanu	Gianyar	Yeh Embang	Jembrana
Bubuh	Kulunkung	Yeh Sumbul	Jembrana
Jinah	Kulunkung	Medewi	Jembrana
Unda	Kulunkung	Pulukan	Jembrana

これらの河川のうち、どの河川がより重要度が高いかについては、区別することは難しいが、特にデンパサール地区を流下している、アユン川(延長 54km、流域面積 300km²)、バドゥン川(延長 15km、流域面積 37km²)、及びマティ川(延長 13km、流域面積 37km²)の3河川は、重要度・注目度が高いと考えられる。

2 - 4 気象・水文概要

気温は、年間平均して 26 程度であり、変動は小さく、日平均気温は最高 30 ~ 最低 22 の間で変化している。5 月~10 月が比較的暑くないといわれている。11 月と 12 月が最も暑い。平均相対湿度は、雨期に 85%、乾期に 70% 程度であり、年平均蒸発量(パン蒸発計)は、1,600mm~1,800mm 程度である。

年平均雨量は高地が大きく、標高が低いほど小さい。地域的にいえば、東西端の地域が比較的少ない。熱帯モンスーン地帯に位置しており、山地部では 3,000mm 以上と非常に高い地域もあり、平地部(海岸地帯)でも 1,000mm 以上ある。概略的には 11 月~4 月が雨期で、5 月~10 月が乾期となっており、雨期と乾期の降雨量の差が大きい。80%以上(地域や年によって 55~90%と変化する)が雨期の降雨量となっている。12 月と 1 月には平均月間雨量は 500mm を超える。一方、7 月~9 月は、50mm 未満となる。バリ島の等雨量線図を、図 2 - 3 に示す。

バリ州水資源部では、水文データは、1993 年ころから毎年整理して製本しており、本格的にはこの 2、3 年データベースとして整理しているとのこと。インドネシアの一般の地区より進んだ取り組

みをしている。しかし、データベースとしては、不十分な面も少なくない。

雨量観測所が、総合気象観測所を含めて全州に配置されている。雨量観測所及び気象観測所のリスト（バリ州水資源部より入手）を次表に示す。また、位置図は、図 2 - 4 及び図 2 - 5 に示す。

表 2 - 7 雨量観測所及び気象観測所一覧（Meteorology/Rainfall Station）

No.	Location	Measurement item/type	Established year	Agency in charge	Remarks (present conditions, etc.)
1.	Dauh Waru	Manual rain fall	1982	Dinas PU	Good
2.	Tibutanggang	Manual rain fall	1982	Dinas PU	Good
3.	Klumpu	Manual rain fall	1982	Dinas PU	Good
4.	Gitgit	Manual rain fall	1982	Dinas PU	Good
5.	Pedawa	Manual rain fall	1982	Dinas PU	Good
6.	Munduk	Manual rain fall	1982	Dinas PU	Good
7.	Poh Santen	Automatic rain fall	1982	Dinas PU	Good
8.	Uma Desa	Automatic rain fall	1982	Dinas PU	Good
9.	Tegallalang	Automatic rain fall	1982	Dinas PU	Good
10.	Telengan	Automatic rain fall	1982	Dinas PU	Good
11.	Sawan	Automatic rain fall	1982	Dinas PU	Good
12.	Mambal	Automatic rain fall	1982	Dinas PU	Good
13.	Pulukan	Automatic rain fall	1982	Dinas PU	Good
14.	Pempatan	Automatic rain fall	1982	Dinas PU	Good
15.	Bongancina	Automatic rain fall	1982	Dinas PU	Good
16.	Belimbing	Automatic rain fall	1982	Dinas PU	Good
17.	Gadungan	Automatic rain fall	1982	Dinas PU	Good
18.	Ungasan	Automatic rain fall	1982	Dinas PU	Good
19.	Pengotan	Automatic rain fall	1982	Dinas PU	Good
20.	Pidpid	Automatic rain fall	1982	Dinas PU	Good
21.	Sading	Automatic rain fall	1999	Dinas PU	Good
22.	Gerokgak	Automatic rain fall	1999	Dinas PU	Good
23.	Seraya	Meteorologi & rain fall		BMG	Good
24.	Kubu	Meteorologi & rain fall		BMG	Good
25.	Kahang-kahang	Meteorologi & rain fall		BMG	Good
26.	Besakih	Meteorologi & rain fall		BMG	Good
27.	Amlapura	Meteorologi & rain fall		BMG	Good
28.	Sidemen	Meteorologi & rain fall		BMG	Good
29.	Celuk	Meteorologi & rain fall		BMG	Good
30.	Gianyar	Meteorologi & rain fall		BMG	Good
31.	Tampaksiring	Meteorologi & rain fall		BMG	Good

注：一部に機能していない観測所もあるようだが、上記は現在機能しているものをリストアップしたものである。

河川流量については、降雨量と同様に、一般には雨期と乾期の差は顕著である。しかし、その差は、地域によって大きく異なる。山麓で伏流水となって下流で徐々に表面に出てきているような地域では、乾期でも大きくは減らない。観測所のリスト（バリ州水資源部より入手）を次表に示す。また、その位置図を、図 2 - 6 に示す。

表 2 - 8 河川水位流量觀測所一覽 Stream Gauging Station (water level, runoff, sediments, etc.)

No.	Location	Measurement items/ type	Established year	Agency in charge	Remarks (present conditions, etc.)
1.	Tk. Sangianggede	Automatic Water level	1972	Dinas PU	Good
2.	Tk. Jogading	Automatic Water level	1981	Dinas PU	Good
3.	Tk. Daya Timur	Automatic Water level	1981	Dinas PU	Good
4.	Tk. Pergung	Automatic Water level	1980	Dinas PU	Good
5.	Tk. Biluk Poh	Automatic Water level	1981	Dinas PU	Good
6.	Tk. Yeh Buah	Automatic Water level	1981	Dinas PU	Good
7.	Tk. Yeh Embang	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
8.	Tk. Yeh Sumbul	Automatic Water level	1979	Dinas PU	Good
9.	Tk. Yeh Satang	Automatic Water level	1981	Dinas PU	Good
10.	Tk. Medewi	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
11.	Tk. Yeh Leh	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
12.	Tk. Balian	Automatic Water level	1967	Dinas PU	Good
13.	Tk. Yeh Otan	Automatic Water level	1981	Dinas PU	Good
14.	Tk. Yeh Ho	Automatic Water level	1981	Dinas PU	Good
15.	Tk. Sungai	Automatic Water level	1979	Dinas PU	Good
16.	Tk. Badung Hulu	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
17.	Tk.Oos	Automatic Water level	1976	Dinas PU	Good
18.	Tk. Petanu	Automatic Water level	1978	Dinas PU	Good
19.	Tk. Sangsang	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
20.	Tk. Melangit	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
21.	Tk. Telagawaja	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
22.	Tk. Buhu	Automatic Water level	1977	Dinas PU	Good
23.	Tk. Jangga	Automatic Water level	1977	Dinas PU	Good
24.	Tk. Nyuling	Automatic Water level	1977	Dinas PU	Good
25.	D. Batur	Water level	1967	Dinas PU	Good
26.	D. Buyan	Automatic Water level	1967	Dinas PU	Good
27.	D. Beratan	Water level	1967	Dinas PU	Good
28.	D. Tamblingan	Automatic Water level	1967	Dinas PU	Good
29.	Tk. Daya	Automatic Water level	1977	Dinas PU	Good
30.	Tk Penarukan	Automatic Water level	1978	Dinas PU	Good
31.	Tk. Buleleng	Automatic Water level	1975	Dinas PU	Good
32.	Tk. Mendaumim	Automatic Water level	1981	Dinas PU	Good
33.	Tk. Sabah	Automatic Water level	1977	Dinas PU	Good
34.	Tk. Melaya	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
35.	Tk. Sebul	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
36.	Tk. Pulukan	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
37.	Tk. Pangyangan	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
38.	Tk. Yeh Matan	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
39.	Tk. Yeh Abe	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
40.	Tk. Yeh Empas	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
41.	Tk. Penet	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
42.	Tk. Pakerisan	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
43.	Tk. Bubuh	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
44.	Tk. Jinah	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
45.	Tk. Unda	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
46.	Tk. Banyumala	Automatic Water level	1982	Dinas PU	Good
47.	Tk. Gerokgak	Automatic Water level	1999	Dinas PU	Good
48.	Tk. Ayung Hulu	Automatic Water level	1999	Dinas PU	Good
49.	Tk. Badung hilir	Automatic Water level	1999	Dinas PU	Good
50.	Tk. Ayung Hilir	Automatic Water level	2000	Dinas PU	Good
51.	Tk. Buus	Automatic Water level	2000	Dinas PU	Good
52.	Tk. Mati	Automatic Water level	2000	Dinas PU	Good
53.	Tk. Panahan	Automatic Water level	2000	Dinas PU	Good

注：一部に機能していない観測所もあるようだが、上記は現在機能しているものをリストアップしたと思われる。

上記の表が示すように、河川水位流量観測所は多くの河川で設置されている。今回その各々がどのような状況にあるのかについては把握する時間がなかったが、一部を見た範囲では、観測、記録、伝達、整理のシステムが比較的良好に出来ているように思えた。バドウン川で見た水位観測所（自記水位計）では、流量観測用のケーブルも設置され、観測記録は1時間おきに管理事務所に送信されているとのことであった。

河川流量については、今回の調査では、十分な資料が入手されなかったが、一部の資料から、次表に、代表3河川の年間最大流量・最小流量（ m^3/s ）を参考として示す。

表2-9 年最大・最小流量（代表3河川）

河川名（観測所地点名）	最大/最小区分	Year					
		1983	1994	1995	1996	1997	1977～1997
Petanu (Bedahulu)	Max	21.50	22.70	24.70	9.97	2.49	109.00
	Mini.	1.75	1.16	1.35	1.15	0.10	0.10
OOs (Silakarang)	Max	9.20	6.21	16.10	18.30	1.03	155.00
	Mini.	1.31	1.54	1.57	1.01	0.30	0.30
Badung (Denpasar)	Max	14.40	21.302	14.70	29.30	2.48	179.00
	Mini.	0.57	0.51	0.51	0.44	0.53	0.09

注：記録の詳細は不明であり、記録の整理方法には不十分な点が少なくない。また、上表のMax流量は、日平均流量をベースにしているため、必ずしも洪水時のピークを示しているものではないものとする。

また、次表には、2003年の記録から、2、3の河川・観測所の日平均流量（ m^3/s ）の各月最大、最小、平均をピックアップして示す。

Medewi 川 Medewi 地点

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最小	0.69	0.73	0.84	1.75	1.33	0.84	0.90	0.90	0.93	0.39	0.34	1.27
平均	8.03	3.02	2.95	3.61	2.95	1.47	0.93	0.93	1.00	0.59	1.45	4.08
最大	29.90	8.09	8.18	10.37	9.57	3.99	0.97	0.97	1.11	2.43	6.04	12.08

Yeh Hoo 川 Timpag 地点

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最小	2.34	2.03	2.03	1.82	1.78	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	4.00
平均	3.69	2.89	2.50	2.08	2.26	2.43	2.51	2.20	3.36	3.36	3.61	6.54
最大	7.31	4.08	3.74	2.87	3.90	3.73	4.19	2.26	7.49	7.12	7.17	7.88

Nadung 川 Denpasar 地点

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最小	1.18	0.87	1.36	1.36	1.36	1.02	0.80	1.05	1.36	0.64	0.71	0.67
平均	2.52	3.61	2.90	2.73	2.55	1.68	2.10	2.80	1.86	1.51	1.61	1.30
最大	15.70	9.88	9.13	12.29	5.30	3.89	5.30	7.19	2.73	3.64	4.17	3.30

なお、バリの河川では、上流・中流区間での、灌漑用取水地点が多くあり、下流側の河川流量は、残流水と還流水であることに留意する必要がある。

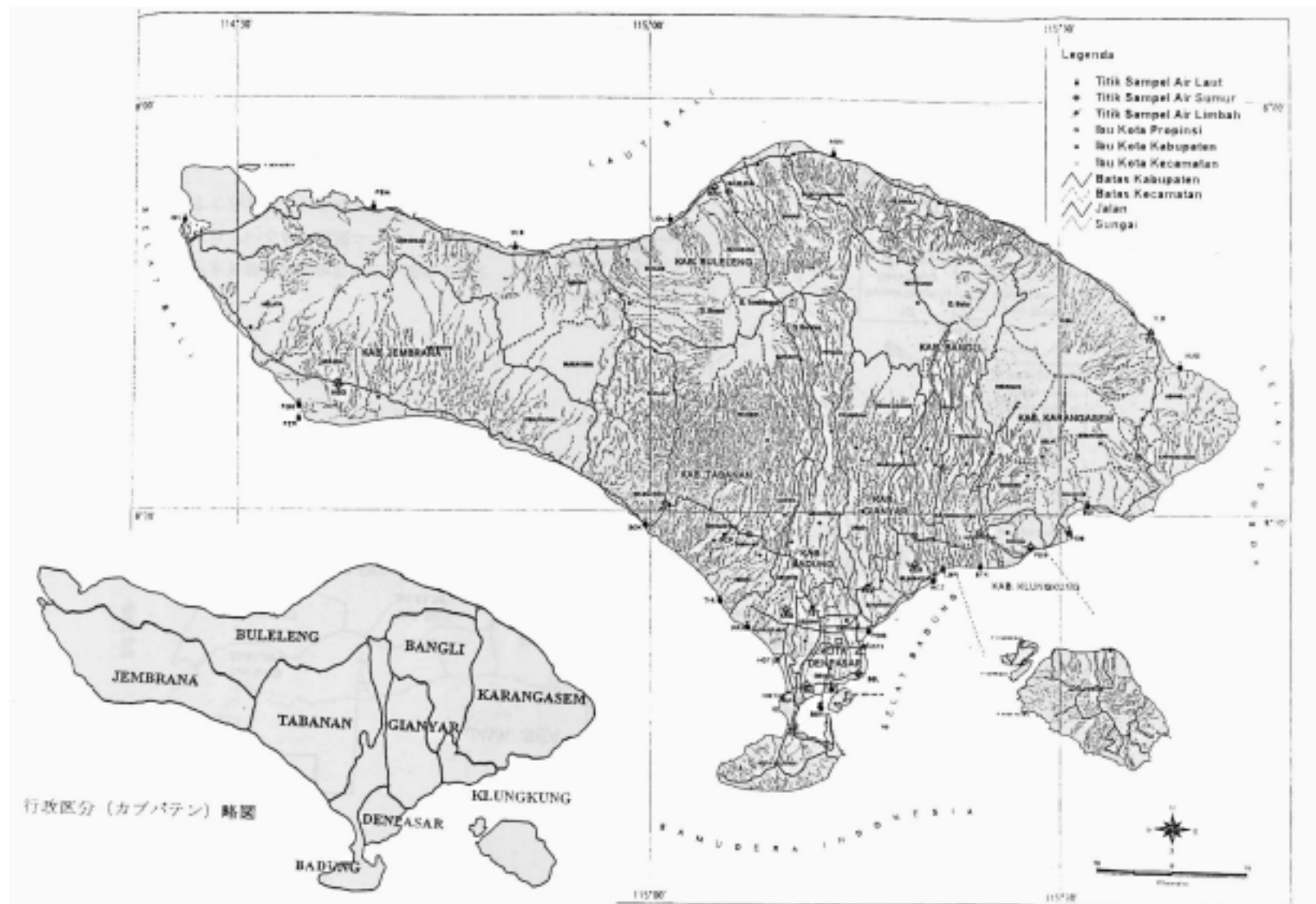


図 2 - 1 バリ州行政区分図

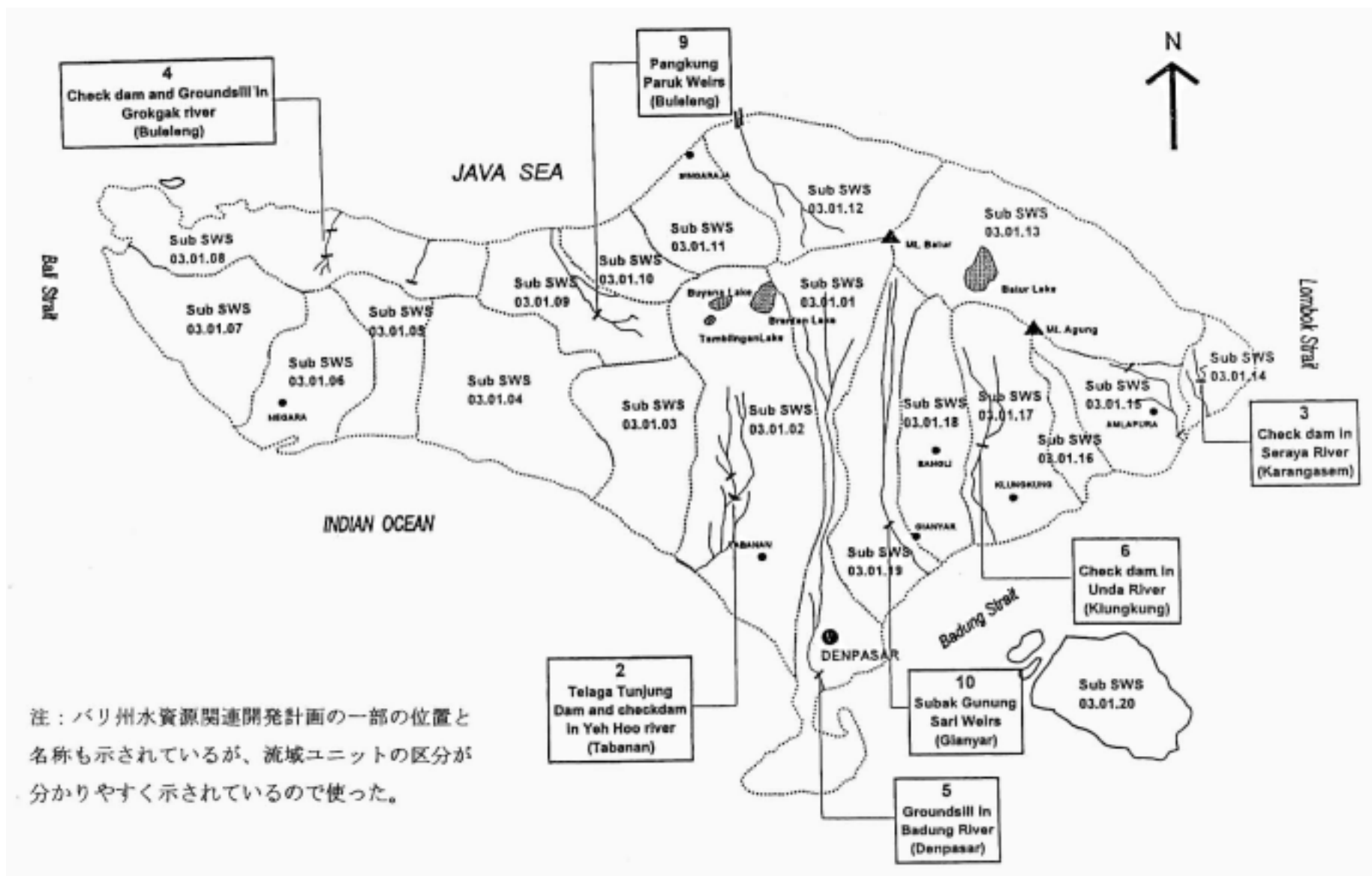


図 2 - 2 バリ州流域ユニット区分図

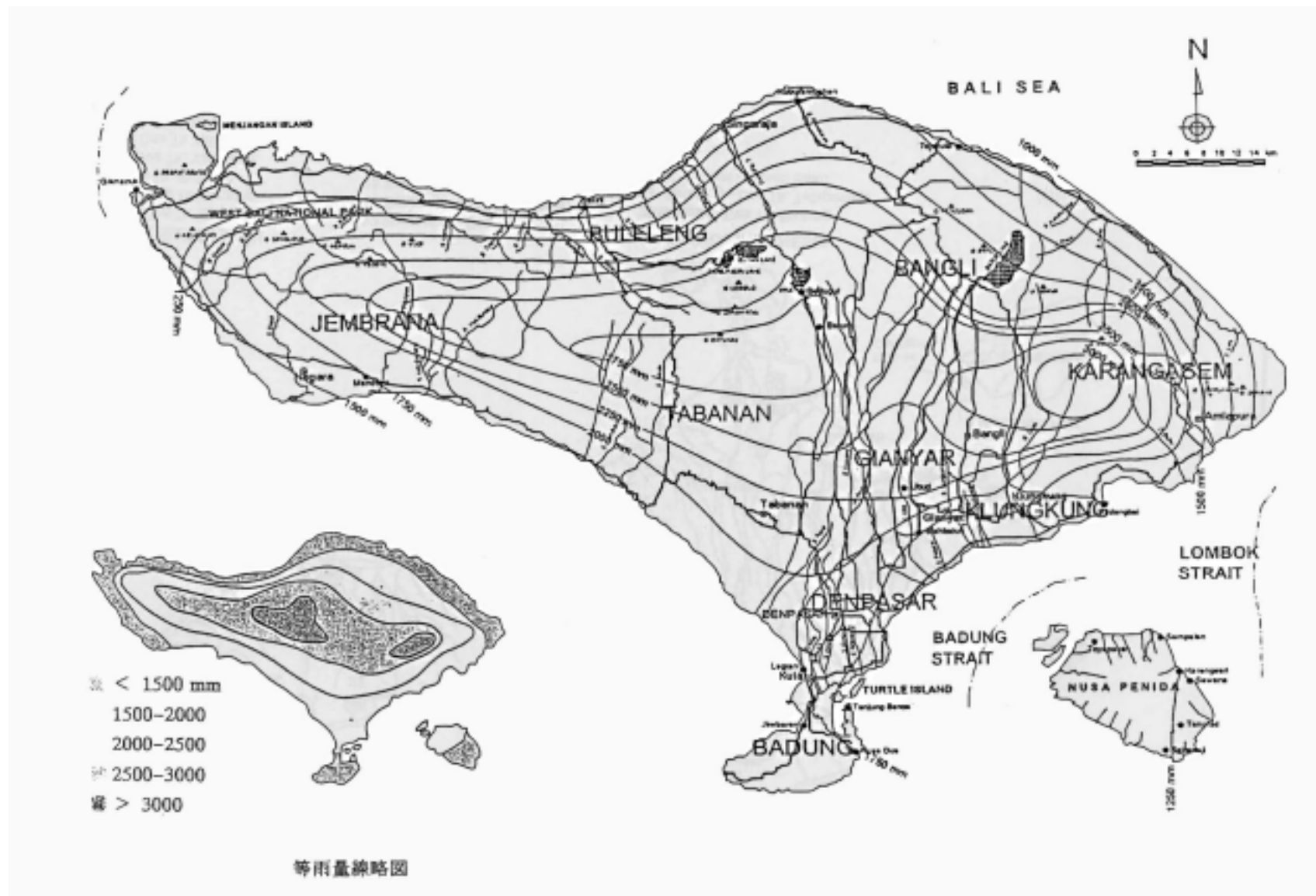
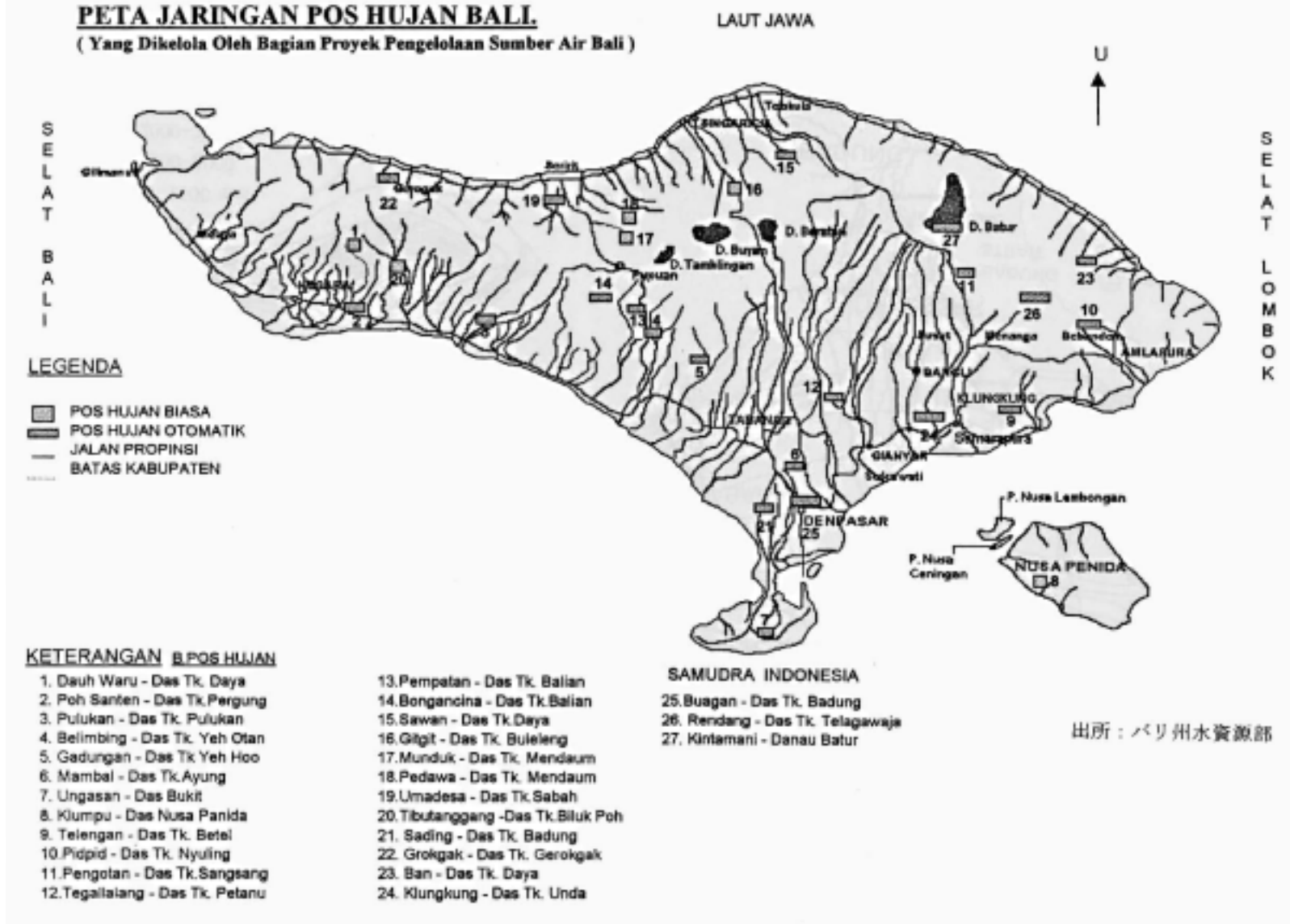


図 2 - 3 バリ州等雨量線図

PETA JARINGAN POS HUJAN BALI.

(Yang Dikelola Oleh Bagian Proyek Pengelolaan Sumber Air Bali)



LEGENDA

- POS HUJAN BIASA
- POS HUJAN OTOMATIK
- JALAN PROPINSI
- BATAS KABUPATEN

KETERANGAN B POS HUJAN

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Dauh Waru - Das Tk. Daya | 13. Pempatan - Das Tk. Balian |
| 2. Poh Santen - Das Tk. Pergung | 14. Bongacina - Das Tk. Balian |
| 3. Puluhan - Das Tk. Puluhan | 15. Sawan - Das Tk. Daya |
| 4. Belimbing - Das Tk. Yeh Otan | 16. Gilgit - Das Tk. Buleleng |
| 5. Gadungan - Das Tk. Yeh Hoo | 17. Munduk - Das Tk. Mendaum |
| 6. Mambal - Das Tk. Ayung | 18. Pedawa - Das Tk. Mendaum |
| 7. Ungasan - Das Bukit | 19. Umadesa - Das Tk. Sabah |
| 8. Klumpu - Das Nusa Panida | 20. Tibutanggung - Das Tk. Biluk Poh |
| 9. Telengan - Das Tk. Betel | 21. Sading - Das Tk. Badung |
| 10. Pidpid - Das Tk. Nyuling | 22. Grogak - Das Tk. Gerokgak |
| 11. Pengotan - Das Tk. Sangsang | 23. Ban - Das Tk. Daya |
| 12. Tegallalang - Das Tk. Petanu | 24. Klungkung - Das Tk. Unda |

SAMUDRA INDONESIA

- 25. Buagan - Das Tk. Badung
- 26. Rendang - Das Tk. Telagawaja
- 27. Kintamani - Danau Batur

出所：バリ州水資源部

図 2 - 4 バリ州雨量観測所位置図

PETA JARINGAN POS KLIMATOLOGI BALI
 (Yang Dikelola Oleh Bagian Proyek Pengelolaan Sumber Air Bali)

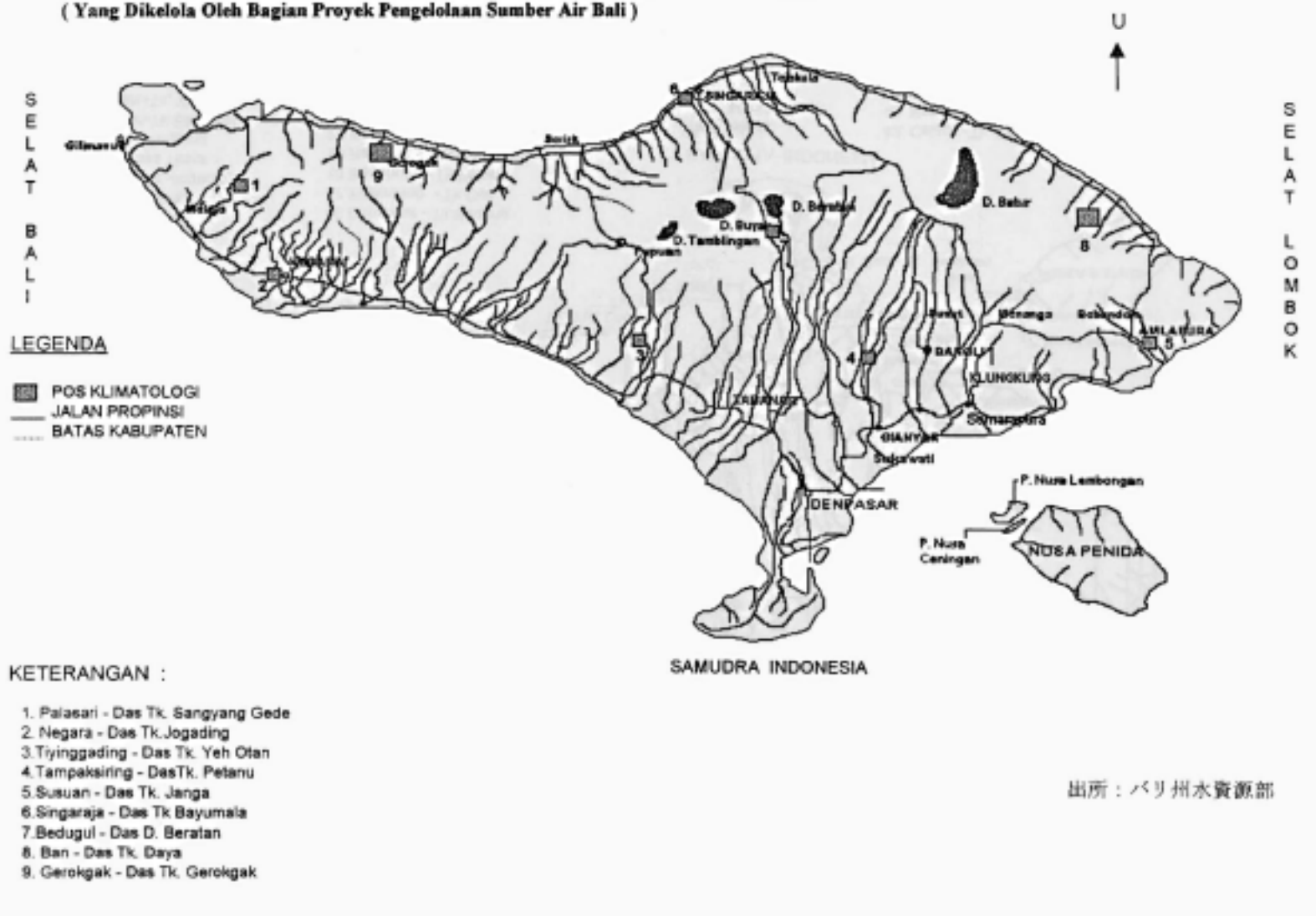


図 2 - 5 バリ州気象観測所位置図

PETA JARINGAN POS DUGA AIR PROPINSI BALI LAUT JAWA

(Yang Dikelola Oleh Bagian Proyek Pengelolaan Sumber Air Bali)

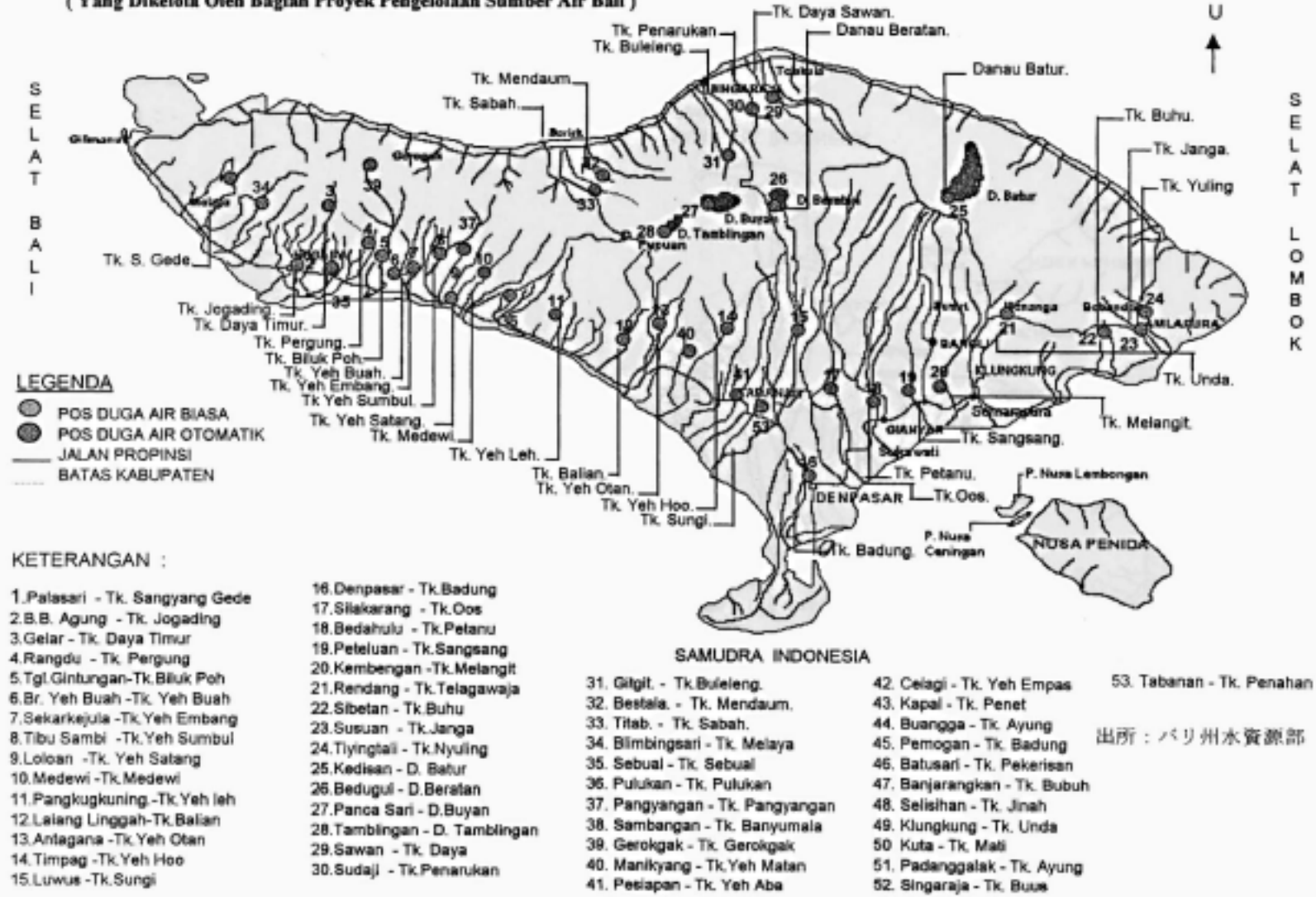


図 2 - 6 バリ州河川水位・流量観測所位置図

第3章 水資源開発・管理に係る状況

3 - 1 水資源関連政策及び基本的法令、規則、条例等

3 - 1 - 1 関連基本政策

水資源開発・管理に係る上位の関連基本政策には、次のようなものがある。

(1) 第2次25ヵ年長期計画 (1994 - 2019)

第1次25ヵ年長期計画(1969 - 1993)に引き続くもので、現在進行中である。生活用水、農業用水、工業・観光用水、発電等の需要を満たす水資源の持続的開発と総合的かつ効率的な管理により、適正な水配分を図り、米の安定生産と関連施設の維持管理強化が行われることを目的としている。

(2) 国家開発5ヵ年計画 (PROPENAS 2000 - 2004)

2000年11月に国会承認を得た国家開発基本戦略(GBHN)に基づいて策定されたものである。この5ヵ年計画には、次のような基本目標がある。(注：第6次国家開発5ヵ年計画(1994 - 1998)に引き続く、第7次国家開発5ヵ年計画は、政権交代に伴って策定されなかった。また、このPROPENAS 2000 - 2004については、JICA作成の日本語版がある。)

- 各種制度の見直しと公正で公平な水利用を実現できる水資源開発・管理規則の整備
- 水利用効率性の改善、施設運転維持の改善、及び水資源保全による水資源の生産性向上

また、水資源分野改革達成のための具体的活動計画としては、次のような点が含まれている。

- 水資源の開発・管理における中央政府・地方政府・民間企業・住民の各々の役割と責任の見直し
- 水資源開発における政策総合化のための、国及び州レベルにおける各種調整体制の構築
- 水資源開発法(1974年)の規則・制度の改正
- 水文データの収集管理のために、国及び州レベルでのネットワーク及び制度の確立
- 効率的な水資源管理のための意志決定システムの整備
- 河川区域の管理機能向上のための関連規則の改正
- 上流から下流まで一貫した総合的な管理を行う公団の設立
- 地下水及び表流水保全のための制度整備
- 工業地域・年地域における表流水汚染制御のための法律・規則の整備
- ダム貯水池・湖沼等の水源保全管理強化
- 河川の正常機能を保つための維持用水確保

(3) バリ州水資源のための政策・計画構想

公式な政策とはいえないかもしれないが、バリ州公共事業局地方水資源及びインフラ部（DINAS PEKERJAAN UMUM, SUBDINAS SUMBER DAYA AIR DAN PRASARAMANA PEDESAAN）から、2003年3月にバリ州水資源のための政策・計画構想（KONSEP RANCANGAN KEBIJAKAN DAERAH SUMBER DAYA AIR PROPINSI BALI）の報告書が作成されている。バリ州の水資源に関する情報も入っているが、水資源に係る政策関連として、次のような点が含まれている。

- 質、量、場所、時間等の総合的見地から、統合した水資源開発計画の形成が必要
- 技術、経済、社会、文化などの見地から、既存の湖を含めて水資源の保全を図る必要
- 一つの島（バリ島）では、一つの総合計画により一つの総合管理をする制度が必要
- 河川流域の特徴に配慮した水資源の開発・管理に係るマスタープランの作成が必要
- 水資源のデータベース構築と情報管理システムが必要
- 水資源の有効管理のために、人的資源育成（Human Resources Development）の改善が必要
- 水資源に係る法例・規則の強化と改善が必要

（４）その他関連事項

インドネシア国側と水資源開発・管理についての基本政策について協議した際、インドネシア国側担当者から KIMPRASWIL としては、一つの河川流域で一つの計画と一つの管理（One river, One plan and One management）が基本であるという説明があった。但し、バリ島のような場合、島全体が一つの流域として考えて良いとのコメントであった。

3 - 1 - 2 基本的法令、規則、条例

関連する法令、規則、条例には各種あり、それを整理して理解するのは、相当な労力が必要と考える。新しい法令・規則と古い法令・規則が交錯している面もある。また、法令・規則の類が、序列的にあるので、上位と下位のものが十分整合して分かりやすくなっているかどうかについても疑問があり、法令等の解釈には柔軟性のある対応が必要とも言われている。

従って、どのような法令・規則に配慮しなくてはならないかについては、インドネシア国側の担当機関から聞くことが重要であると考え。

数多くの法令・規則の中から、代表的と思われるものを以下に示す。これらは、水資源開発・管理、環境、地方分権化、灌漑等に関係するものである。

（１）旧水資源法 Law No.11/1974 on Water Resources Development (Government Gazette No.65/1974, supplement of Government Gazette No.3046)

水資源に係る(旧)基本法で、次のような内容が示されている。

- 国は水資源の制御、開発、管理に責任を有する。
- 水利用は飲料水、灌漑、発電用水が優先される。
- 維持及び管理については中央・地方政府と共に水資源の直接受益者も参加の機会を与えられる。

(2) Government Regulation No.22/1982 on Water Management (Government Gazette No.37/1982, Supplement of Government Gazette No.3325)

流域管理のために各流域では総合的水資源マスタープランを策定する事を求める(同計画は国家開発計画における国家水計画に取り入れられる)。

(3) Government Regulation No.20/1990 on Water Pollution Control

公害規制に関する規則。

(4) Government Regulation No.35/1991 on River

河川は国により統制され、河川管理は政府により実施されるという原則を明示(水需要の増大、水質汚染の進行などから包括的河川管理の指導方針確立が必要となったため)。河川管理の権限と責任の執行体制、河川の多目的機能、指導権限と責任、河川計画の策定、河川構造物の建設、河川及び河川構造物の開発と維持、市民の義務と禁止などが含まれている。

(5) Presidential Instruction No.3/1991 on Irrigation Management Policy Reform

背景の一つとして、灌漑システムの開発、管理、資金調達の決定権限が中央政府に集中し、農民の声が水サービス内容の決定、運転維持費用のためのファンド管理に届かず、その結果、料金支払いのインセンティブ低下をもたらしていたという事態。5つの原則を確立(灌漑管理機関の役割と責任の再定義、水利用組合の能力開発、灌漑管理の農民への移転、灌漑システムのファイナンス、灌漑システムの持続性)。

(6) Minister of Public Works Regulation No.57/PRT/1991 on The Implementation of The Transfer of Partial Public Works Affairs to The Provincial Government and Municipal Government

- 水資源開発・管理分野としては灌漑、飲料水、排水が関連。
- 水資源開発に関する業務(灌漑用水の供給計画、その供給、ネットワーク構築など)の州政府(地方政府レベル1)への移管。
- 水利組合の設立の決定に関する業務の市政府(地方政府レベル2)への段階的移管。
- 財政については、地方財政予算で実行、ただし中央政府は無償資金、融資などの形式で支援。

(7) Law No.23/1998 on Environment

(8) Law No.22/1999 on Regional Government

- 中央政府の権限をマクロレベルの国家計画、開発管理政策、財政均衡資金、国家機構及び国家経済組織、人的資源開発、天然資源利用、戦略的高度技術、環境保全に関する政策に限定し、それ以外の権限は地方政府、特に県・市政府に移管されることとなる。
- 灌漑についても市民へのサービスの原則の上に立ち、地方の自立的な組織を作る自由を地方に与える。

(9) Law No.25/1999 on The Fiscal Balance Between The Central Government and The Regions

- 「地方分権化」についての世界の潮流は、サービス提供の改善にその目的があるのに対して、インドネシアの場合には民族的・地理的要素が大きい。即ち、地方に存在する資源をこれまで中央政府が支配してきたことにより、地域への配分がゆがんでいたことへの反感が地域紛争を生んだことからの反省が背景にある。国内収入の25%は General Allocation Fund を通して地方へ移転する。
- 財政均衡法においては税源別の諸政府間での配分が決められた。特に水税については、表 3 - 1 に示す配分が定められた。
- 灌漑については地方の自立を促すことを念頭にそのファイナンスも地方政府及び地域住民の責任となる。

(10) Government Regulation No.77/2001 on Irrigation

灌漑分野において政府の透明性及び説明責任、農民の能力開発を導入することを内容とした改革促進、上記 No.3/1991 の指示を踏まえた規則。

(11) Government Regulation No.82/2001 on Water Quality Management and Pollution Control

権限：中央政府（国際的かつ州間の水質管理）、州政府（地区間及び都市間の水質管理）、県・市政府（行政管轄区域内の水質管理）

- 水質のグレード：3つのグレード。
- 水質のモニタリング：上記権限に応じて各政府が少なくとも6ヶ月に一度はモニタリングを行う。
- 汚染防止の権限：上記3政府が担当。
- 国民の責任と権利。

(12) Government Regulation No.77/2001

水利組合は農民による農民のための農民の組織で民主的に組成される。灌漑管理の権限を地方政府から法令に基づき設立された水利組合に移譲。

(13) Ministry of Home Affairs Decree No.50/2001

水利組合への権限移譲に関するガイドライン

(14) 新水資源法（2004）

2004年3月に改定され、議会承認を得た水資源の基本法である。旧水資源法が水（特に灌漑用水）の確保に重点が置かれていたのに対して、新法においては、流域管理、汚染防止、水質管理に関する法制度及び規制の枠組みを強化することにより、地方分権、住民参加の流れを踏まえつつ環境的及び社会的に持続性のある水資源開発及び管理を促進することを狙いとしているとされている。この水資源法については WATSAL の条件の一つとしてその改訂が行われたものであるが、当初の予定より大幅に遅れて成立した。遅れた主な理由は、公共の利益より私的な利益を優先した内容であるとして、各界から相当の反論が出

たからである。

KIMPRASSWILL 担当者の説明によると、新法によって変わった点は少なくない、例えば、国家から地方自治体レベル(州、県など)へという流れがあるなかで、National Policy of Water Resources Management に基づき、まず Framework/Pattern of Basin Water Resources Management を Formulation する必要があり、それを経てから、M/P、F/S へと進んでいく必要がある点が強調されていた。

3 - 2 水資源開発・管理関連組織

3 - 2 - 1 水資源開発・管理の主務官庁

インドネシアにおける水資源開発及び管理を担当する省は居住及び地域インフラ省 (Ministry of Settlement and Regional Infrastructure) である。同省の組織図は、図 3 - 1 の通りで、大臣の下、総務総局、監査総局、及び 3 つの専門部局 (建設・投資開発、技術開発、人材開発) のほかに、空間開発総局、地域インフラ総局、都市・地方開発総局、住宅居住総局、水資源総局、が配置されている。この中の水資源総局 (DGWR: Directorate General of Water Resources) が水資源開発及び管理を管轄する。

同省は水資源総局を通じてインドネシアにおける水資源の管理に全般的な責任を有するが、地方分権化法施行後は、その役割は大幅に制限され政策立案及びその普及、規則と基準の設定、投資プロジェクトの資金調達を行うようになった。

但し、水資源は重要な資源であり、利害関係も絡むことから、居住及び地域インフラ省のみならず他の多くの省も関与している。内務省、財務省、国有企業省などが関連省庁である。

3 - 2 - 2 水資源総局の組織

水資源総局 (KIMPRASWILL と呼ばれている) の組織は図 3 - 2 の通りで、事務局のほかに 5 つの局が配置されている。技術指導局、水資源管理局、西部水資源局、中部水資源局、東部水資源局である。このうち技術指導局及び水資源管理局は機能部的な色彩を有するセクションであり、他の 3 つが地域における水資源開発・管理を統括するセクションである。

インドネシアにおいて管理対象とされている河川流域は約 90 流域あるが、その管理担当機関は流域により異なり、水資源総局が全てを管轄しているわけではない。

現状の区分は次のようになっている。

- チタルム川流域及びブランタス川・ソロ川流域の 3 流域：2 公団
- 15 流域：水資源総局
- 73 流域：州政府 (内務省の系列になる)：バリ州流域は、これらの一つになる。

3 - 2 - 3 水資源開発・管理に関与する関係者

インドネシアにおける水資源開発・管理の実際については種々の機関が関与する制度となっている。この点、先ず政府別、内容別に見ると次表の通りである。

表 3 - 1 水資源開発に係る関係機関の位置付

	中央政府（含む公団）	州政府	県・市政府
水資源管理	灌漑 原水 保全 （大規模河川）	同左（小規模河川）	保全 修復
環境	修復 操業 （大規模）	操業 修復 （主要）	操業 修復 （小規模）
水税の徴収	税の徴収	水税の 30%を収受	水税の 70%を収受

（出所）西ジャワ州 Balai PSDA

一方機能別にみると水資源開発・管理は次表の通りで、水政策の策定、政策に基づく水資源の開発、その管理・運営、多くの関連組織の調整毎に中央政府、地方政府が関与している。

表 3 - 2 水資源開発・管理に係る関係機関機能別分類

水政策の策定	地域開発庁（BAPPEDA）：州全体の基本政策立案 水資源開発・運営庁（Dinas PSDA）：州レベル、基本政策に基づき水資源開発・管理・運営の基本計画を策定
水資源開発・管理・運営の実施	流域管理事務所（Induk PWS）：水資源総局直轄機関、本川及び支川 流域管理事務所（Balai PSDA）：州政府傘下、小規模支線 環境影響管理庁（BAPEDALDA）
関連組織の調整	流域水資源調整委員会（PPTPA）：州レベルかつ流域レベル 州水資源調整委員会（PTPA）：州レベル 灌漑調整に特化した組織として州灌漑委員会（PIP）及び地方灌漑委員会（PIK）が存在

（出所）JICA 作成資料から要約

上記表にも示す通り、一般には州ごとに水資源関連公共サービス技術ユニットである Balai PSDA 及び水資源調整委員会（PTPA、PPTPA）が設置されているが、バリにはまだないと聞いている。

3 - 2 - 4 バリ州の関連組織

（1）バリ州公共事業局水資源部

本件調査の C/P 機関として、調査団に最も関与する機関の部局である。水資源に係る調査、計画、設計、施行、及び管理を担当している。つまり、河川、ダム、洪水などに係る開発や管理については、この水資源部が係ることになる。気象・水文の観測やその記録のデータ整理も行っている。図 3 - 3 にバリ州公共事業局の組織図を示す。

(2) 水道公社 : PDAM (in 9 Regency)

バリ島は、8 県及びデンパサール市の 9 区域で、各々 PDAM という水道公社があり、上水の供給サービスを行っている。但し、各区域で、PDAM のサービスを受けていない地区や人口も多い。例えば、デンパサール地区では、約 40% の人口が PDAM からのサービスを受けておらず井戸水等に頼っているとのことである。

また、一部は隣接するバドウン県とギアニャール県の PTTB と呼ばれている私企業からも購入している(又は購入予定)とのことである。

IBRD の調査結果として、南部 4 県とデンパサール市の PDAM が統合して、民営化へ向かうことが勧告されたが、具体化はしていないものの、検討中である。

(3) スバック (SUBAK)

バリ島における水資源の利用を検討する際、農業灌漑組合 (SUBAK) の存在と、その係りは重要である。バリ島では、この組合を SUBAK と呼び、1,000 年以上前から存在し活動しているとのことである。1993 年時点で 1,611 の組織が確認されている。各 SUBAK は、平均的に 50 ~ 100ha 程度の灌漑面積を持ち、一般的には河川の取水工から導水した水を水路及び分水工によって各水田に公平に分配している。使用されている取水工・堰は、政府の支援によって、半永久構造物であるものも多いが、一方で、まだ仮設的な取水工を使っている SUBAK も少なくない。また各河川取水工を、複数の SUBAK が利用している場合が多い。

(4) その他

バリ州に対して、州の水資源開発計画の主な関連機関はどこになるのか尋ねたところ、詳細な情報は得られなかったが、次のような機関であるとの説明を受けた。

1) 水資源開発及び管理

州レベル

- PPSA Bali (Bali Province Water Resources Development and Management)
- PAB Bali (Bali Province Raw Water Supply)
- PIAB (Bali Irrigation Project)

県レベル

- Sub Dinas Pengairan Dinas PU in every regency

2) 河川管理

州レベル

- PSAPB Bali (Bali Water Resources Development and flood controlling)
- PPSA Bali (Bali Province Water Resources Development and Management)

県レベル

- Sub Dinas Pengairan Dinas PU in every regency

なお、バリには、まだ Balai PSDA はないとのことである。

3 - 3 既存の水資源開発・管理計画の概要

インドネシア国では、「援助漬け」、「援助慣れ」などと言われるように、各国・各国際機関が各種の援助を行っている。我が国では、JICA 及び JBIC が中心であり、他国ではアメリカ合衆国、ドイツ、オランダ、オーストラリアなどの援助が多い。また国際機関としては、世界銀行及びアジア開発銀行が代表的である。従って、同様な目的のプロジェクトが同地域で行われている場合もある。少なくとも関連し重複しているプロジェクトは少なくない。

バリ州においても、インドネシア国全体の状況と同じである。支援している機関や国が、水資源を目的とした場合、IBRD、CIDA、フランス政府援助機関、EU、我が国の援助機関が主体で、インドネシア国全体とは多少関係機関の特徴が異なるくらいである。また、一方でインドネシア国自身の予算（中央政府、州、県など）でも、着実にプロジェクトが進められている。

以下に、本件調査の目的、内容、地域に関連していると思われる援助プロジェクトの概要を述べる。代表的な援助機関及びインドネシア国自体による支援状況は次の通りである。

3 - 3 - 1 JICA の支援

JICA は、インドネシアへの水資源・河川分野の技術協力では、豊富な実績があり、多大な貢献をしてきたと考えられる。その中で本件調査に関連するバリ州での JICA 調査については、次のようなものが挙げられる。

(1) インドネシア国デンパサール下水道整備計画調査

(当時の) 公共事業省都市住宅総局 (Directorate General of Human Settlement, Ministry of Public Works) を実施機関として、デンパサール、クタ及びサヌールを対象とした下水道整備基本計画の策定、及びそのうちの優先整備地区を対象とした F/S 調査実施に係る技術協力を 1990 年 3 月に我が国政府に要請した。その後、1991 年 3 月に事前調査団が派遣され、1993 年には、本格調査団による調査報告書 (M/P 及び F/S) が作成された。

(2) インドネシア共和国地方水道整備計画調査

(当時の) 公共事業省都市住宅総局 (Directorate General of Human Settlement, Ministry of Public Works) を実施機関として、中部ジャワ、東部ジャワ、及びバリ州の 121Desa の IKK システムによる水道整備に係る基本計画の策定、及び優先 Desa の水道整備に係る F/S 調査が行われた。報告書は、1992 年 6 月に作成された。

(3) 水力発電計画

1988 年に行われた調査で、アユン川上流に 2 ヶ所 (Sidan 及び Buangga) のロックフィルダムが計画された。その後のこの計画に対しての具体的な進展はない。

(4) マングローブ保全計画

ベノア湾のマングローブ植林計画(1989 年)を作成。実施は完了している。

(5) バリ海岸保全計画

クタ、ヌサドゥア、サヌールなどの観光地の海岸保全を目的にした調査が行われた。

(6) インドネシア火山地域総合防災プロジェクト

インドネシア国の 3 ヶ所をモデル地区として、総合防災対策（地域と行政が連携してソフト対策とハード対策を組み合わせる）を行う、JICA の技術協力で実施中のものである。バリ島の北東部、アグン山の山麓にモデル地区のひとつがある。2001 年に開始され、現在も継続中である。

3 - 3 - 2 JBIC (OEFC) の支援

(1) 小規模灌漑管理計画 (SSIMP)

インドネシア東部（スラウエシ、ヌサテンガラ、マルク、西チモール）において、貧困農民の生活レベル向上を目指して、主として灌漑事業が行われている。また、同時に水資源開発を通して、政府機関及びその他のプロジェクトがキャパシティー開発も行っている。バリ州も対象地域に入っているため、一部地域でモデル的な事業が行われている。約 10 年間続いているプロジェクトで、現在も計画を拡張して継続中である。

(2) デンパサル下水道開発プロジェクト

JICA 調査を受けて実施されたプロジェクトである。これまでの経過は次の通りである。

- 1993 年：JICA の M/P 及び F/S が作成された。
- 1994 年：JBIC ローンが 2002 年までの期間で決定された。
- 2002 年：ローン期間が、2008 年まで延長された。
- 2003 年：工事の入札が行われた。
- 2004 年：工事開始見込み。

計画は、Phase 1（2008 年まで）と Phase2 に分かれており、次のようになっている。

表 3 - 3 デンパサル下水道開発プロジェクト概要

Phase	サービス地区面積（ヘクタール）				サービス人口(人)			
	デンパサル	サヌール	クタ	計	デンパサル	サヌール	クタ	計
一期	520	330	350	1,200	73,700	16,500	13,000	103,200
二期	2,170	370	300	2,840	236,400	11,900	4,300	252,600
計	2,690	700	650	4,040	310,100	28,400	17,400	355,800

なお、バリ島には、現在までに下水道システムはない。

(3) バリ海岸保全事業

クタ、ヌサドゥア、サヌールなどの観光地の海岸保全を目的にした JICA 調査に引き続くもので、JBIC(旧 OEFC)が 1996 年に採択して、現在も事業実施中である。

3 - 3 - 3 世界銀行の支援

複数機関による協調融資や共同協力も少なくないが、今後のインドネシアにおける水資源分野の枠組み造りを主導している。

(1) WATSAL (Water Resources Sector Adjustment Loan)

世銀ローンによる水資源セクタ - 改革プログラムである。水資源セクター構造調整ローンとよばれる金融支援措置がとられたのは 1999 年のことである。世銀の構造調整プログラムは、もともと国際収支改善のためには構造面での改革が不可欠として、国際収支難にある国に対して、構造調整実施のための金融を提供するものである。その資金使途の多くは政策、制度面、法制度面、組織改革を支援するために用いられることとなっている。

水資源管理分野における政策、法制度、組織改革の支援は、次の主として 4 つの目的から構成されている。

1) 水資源開発及び管理のための制度的枠組の改善

- 国レベルでの水資源管理調整枠組みの構築
- 水資源管理の国家的政策の策定
- 水資源開発における民間セクターの、流域管理政策及び意思決定における利害関係者の関与
- 国レベルでの水資源情報及び意思決定支援システムの改善
- 水資源に関するデータ収集及び管理システムの改善

2) 流域管理のための組織的枠組み及び財務的枠組みの改善

- 州レベルでの流域管理の改善
- 戦略的流域管理のための持続性のある企業の枠組み開発
- 安定的、公平、効率的な水配分

3) 地方レベルでの水質管理機関の改善とその実施

- 国レベルでの水質汚染管理機構の設立
- 6ヶ所の発展した流域における総合的水質管理の実施

4) 灌漑管理政策、制度、規制の改善

- 農民の能力開発、管理技術移転を通しての灌漑のガバナンス、透明性、説明責任の向上
- 地方政府による灌漑サービスの改善
- 運転・維持及び灌漑スキームの資金的持続性及び効率性の確保

また、WATSAP (Water Resources Sector Adjustment Program) は、WATSAL で策定された計画である。

(2) WISMP (Water Resources and Irrigation Sector Management Program)

WISMP は、WATSAL の一貫として実施されるものであり、約 10 年間で 12 州に対して、流域管理に関して、主として人材と組織の能力開発を実施し、セクター・ガバナンス、組織マネジメント能力、及び財政上の持続性能力を改善するプログラムである。WATSAL で作られた新しい地方分権化での水資源セクター及び流域水資源管理、県(カブパテン)レベルの地域の参加型灌漑管理システム強化などを目的としている。新水資源法の内容によっては、WISMP の実施に影響が出てくる可能性がある。

(3) バリ州水供給マスタープラン

バリ州全体の上水供給マスタープランであり、2000 年 5 月に報告書が作成されている。コンサルタントは、SMEC 他 3 社の JV で実施され、南部の 5PDAM 区域を重点的に調査検討している。将来の需要が大きく伸びることに対して、新たな水源の開発が必要としている。ウンダ川からデンパサール地区への導水計画案が提案されている。

本件 JICA 調査に最も係りがある調査である。但し、ウンダ川からデンパサール地区への導水計画案には具体的な実施計画はまだないとのこと。また、この計画の別案として、ウンダ川より近い河川(例えばプタヌ川)もあることや、ウンダ川の水は東部の水不足区域にも供給する考えもあるという説明があった。

図 3 - 4 に、ウンダ川～デンパサール地区の導水計画システム図を示す。

(4) バリ州アーバンインフラプロジェクト

上記のバリ州水供給マスタープランに関して、現在の赤字体質の改善や、新たな水源開発による経費増大への対応が必要として、経営計画を検討している。既存 PDAM の統合や民営化に関して提案している。2002 年 10 月に報告書が作成されている。

3 - 3 - 4 フランスの支援

(1) Badung 川河口貯水池建設プロジェクト

Badung 川河口付近に堰を築き、上水用貯水池 (面積 35ha 最大貯水量 $0.42 \times 10^6 \text{ m}^3$) である。フランスの援助で、1995 年に完成している。計画では、引き続いて近傍に第二貯水池を建設することになっていたが、マングローブを破壊することなどから反対があり中断したとのことである。

河口堰は、可動堰であり、ラバーダム of 洪水吐けが隣接している。貯水池の周囲には堤防が築かれている。取水工は可動堰の 100m ほど上流側右岸にあり、取水容量は現在 300 リットル/s だが、計画では 600 リットル/s になっているとのことである。堰はバリ州水資源部が管理し、取水口から先は PDAM の管理とのことである。

貯水池は上流側に、トラッシュラックがあり、浮遊して流下してくるゴミ類の流入を防いでいる。このトラッシュラックの上流側は、これが上水の水源かと疑うほどの汚濁した水に見えるが、その下流側では、貯水池での沈澱池効果もあるのか、きれいとはいえない

が、それほど汚くは見えない。しかし、市街地の排水が流入した最下流に位置するところに飲水の水源があるのは、疑問である。

飛行機の窓からこの貯水池が見えたが、狭い半島地区の中でかなりの面積があり、またマングローブ林区域を削ってしまったことや、土地利用度が高い地区が隣接していることから、将来は水源を別に求めて、この土地を他に転用することは出来ないかと感じた。

(2) 洪水予警報システム支援

洪水の予警報システムの構築を目的にして、自記雨量計を一部(4ヶ所)に設置した。しかし、その後の進展はない。

3 - 3 - 5 EUの支援

(1) プレレン県とカランアセム県の農業支援プロジェクト

バリ島北東部海岸地帯は、雨期でも河川に水が流れておらず、水源は上水、農業共に、主に地下水に頼っている。この状況に対して、EU 援助による「Sustainable Irrigated Agriculture in Development of Buleleng and Karangasem」が、2003年から2006年の実施期間で進められている。

このプロジェクトの目的は、水供給、農業開発(研究開発、組織強化、農業技術指導訓練、女性の立場の支援など)、プロジェクトのモニタリングと評価となっている。深井戸(Tube Well)1本当たり40~70戸(1戸当たり5人家族平均)、深さは平均的には70m程度で、毎秒10リットル以上なら使用可能としている。一戸当たり、1ヶ月5万ルピアの料金を設定している。維持管理は、2年間はサービスするが、その後は利用者組合が行うこととなっている。プロジェクト予算は、総額6.125百万ユーロである。

3 - 3 - 6 カナダ(CIDA)の支援

(1) [Need Assessment and Assistance in the Preparation of Water Resources Management Plan for Bali]

バリ州における水資源管理計画策定の必要性評価にかかわる調査を行い、1993年6月に報告書としてまとめている。バリ全体を対象として、水資源管理に係る状況を調査して、将来の開発管理に係る提案をしている。少々古くはなっているが、バリ全体の各種情報・データが含まれていて、参考になる。

3 - 3 - 7 その他の海外からの支援

(1) デンパサル地区河川環境保全計画調査

国土交通省(旧建設省)と国際建設技術協会が、環境対策支援推進事業調査の一貫として実施し、1998年に報告書が作成された。調査対象地域がデンパサル地区に限定して、「洪水被害の軽減」及び「水道供給のための水源開発と水質改善」を目的としている。

本件調査(今回の事前調査が対象としている調査)のきっかけとなったものである。

3 - 3 - 8 インドネシア国の予算による調査計画

バリ島の既存の水資源開発・管理計画については、バリ州公共事業局水資源部としても、多くのプロジェクトを実施又は関与してきている。特に整理されたリストは入手できなかったが、「3 5 水資源利用・管理の現状と課題」において、各セクター別に施設状況などを後述しているため、ここでは既存計画については省略して、バリ州として計画されている今後実施される見込みの計画について、概要を示すものとする。

(1) バリ州の水資源開発管理関係の計画されているプロジェクト

バリ州公共事業省が、2002年4月に、水資源開発管理関係の今後実施計画中のプロジェクトについてまとめた。但し、各々が具体的な実施計画を持っているわけではなく、全体としてどのように実施していくのかの計画もないようである。ほとんどのプロジェクトは、ある程度の調査、F/S、設計等を実施しているようである。

次表に、各プロジェクトのリストを示す。

表 3 - 4 今後期待されるプロジェクト概要一覧

プロジェクト名	主目的	内容・施設	進捗・予算等
Klungkung - Denpasar Water Conveyance Pipeline Project	Water sources development, water supply	ウンダ川からデンパサル地区他へ導水(上水用)	海外ドナー援助必要。ウンダ取水・貯水施設の設計は実施済。
Telga Tunjung Multi Purpose Dam and Sediment Control Project in Yeh Ho River	Water sources development, water supply, irrigation	33m高さのダム。120l/s 処理の浄水場他	D/D 済。第一期工事完了。
Seraya Sediment Disaster Mitigation Project (Karanasem)	River stabilization, Sediment control, Irrigation	チェックダム1基、床固工2基、堰6基	海外ドナー援助必要。基本設計済。
Grogak River Improvement Project	River stabilization, Sediment control	チェックダム 高さ15m、床固工2基	海外ドナー援助必要。基本設計済。
Badung River Dredging Project	River stabilization, Sediment control	河川浚渫、砂溜工、床固工	海外ドナー援助必要。基本設計済。
Unda River Improvement Project (Klungkung)	River stabilization, Sediment control	河床掘削、護岸、チェックダム、堤防	海外ドナー援助必要。基本設計済。
Gumbrih River Flood Control Project (Jembrana)	River improvement, Flood control	河川カットオフ 5 km、堤防 60km、橋梁	海外ドナー援助必要。基本設計済。
Riang Irrigation Project(Tabanan)	Irrigation, Sediment control	堰 高さ 3m、主水路 15km	海外ドナー援助必要。基本設計済。
Buleleng Irrigation Project	Irrigation, Sediment control	堰 高さ 4m 及び 3 m、主水路 50 km	海外ドナー援助必要。基本設計済。
SUBAK Gunung Sari Irrigation Project (Gianyar)	Irrigation, Sediment control	堰 高さ 4m 長さ 100m、主水路 15km	海外ドナー援助必要。基本設計済。
Developing a Multipurpose Sabo Dam and Related Facilities on the Telagawaja River (Karanasem)	Irrigation, Water supply, Sediment control, Mini hydro power	取水工(2.5m ³ /s) 水路 47.5km、小水力 200kw	海外ドナー援助必要。基本設計済。

注： 「海外ドナー援助必要」とは、インドネシア国側も予算を付ける予定。「基本設計済」とは、Telga Tunjung Multi Purpose Damを除いて現地コンサルタントによるもので、どの程度のレベルであるか未確認。

上記プロジェクトの位置は、2章に添付した図2-2に、一部を除き示されている。デンパサール地区では、水需要が上昇してきており、新たな水資源の供給・開発が必要になってきている。新たな開発については、Unda 川からの導水案が提案されているが、Unda 川からは、カラアサム(東部)へ送るという案もあるとのことである。

(2) Buleleng 県の実施予定計画

県(カブパテン)レベルのプロジェクトに関して、各県からの情報を入手したかったが、限られた調査期間内では困難であり、代表として Buleleng 県のみ訪問した。これも時間の制約があり、協議と現地確認は、ポイントを絞って行い下記のような情報を得た。

- 県としての水資源 M/P はない。但し、部分的に計画はある。
- 灌漑堰は、現在約 140 ヶ所が永久構造物であるが、残り約 95 ヶ所は、テンポラリー構造物であり、これらを順に永久構造物に変えていく計画である。中小規模(長さ 20m 程度未満)の工事は、県の予算で実施するが、規模が大きいののは州の予算となる。
- 灌漑水路については、二次水路までは、政府(県)の予算で実施し、三次水路から末端までは各 SUBAK が自費で行う。
- 県としては、水不足は少なくとも深刻な状況はない。
- 県としては、洪水被害が深刻だと認識している。毎年のように、シンガラジャ市内は広く冠水する他、郊外の河川でも氾濫している。代表 8 河川があるが、特に優先順位の高いのが、市内を流れる Buleleng 川と Bangumala 川である。また、郊外の Bengkalah 川(Sing Sing 地区)の対策も優先的に必要である。
- 現在ダム計画は 3 ヶ所ある。Tanmblang ダムは、設計を終了している。Titab ダムは F/S が終了している。Surga ダムは、まだアイデア段階である。
- 上水は、PDAM の管理であり、水源はほとんど湧水である。7 システムに分かれているが、6 ヶ所が湧水、1 ヶ所が深井戸を水源としている。

上記情報に関する参考として、Buleleng 県の河川水系・灌漑地区・取水堰位置図と Tangis 川の灌漑用取水施設位置図を、図 3-5 及び 3-6 に示す。

(3) バリ州の水資源部が担当するプロジェクト・調査

バリ州の水資源部として、毎年予算がつく範囲で、水資源関連の調査、計画、設計、施行などが実施されている。一例として、2003 年には予算約 2.9×10^9 ルピアで行われた事業は、次のようになっていた。

- Titab ダム調査 (F/S 又は D/D)
- Benel ダム(堰)のアクセス道路建設
- Nusa Penida 島の上水計画調査
- Tamblang ダムの D/D
- アユンダムの環境調査
- アユンダムのモデルテスト
- Chek ダムの水質改善調査

これまでの、各年に実施されたプロジェクトについて、今後の調査において把握する必要があると考える。

3 - 4 水需給の現状と課題

3 - 4 - 1 インドネシア国における水需給の現状と課題概要

バリ島を対象とした調査であるが、基本的な状況や課題では、インドネシア全体と共有する部分が多い。特に、インドネシアの中心的位置付けにあるジャワ島に隣接した島であり、狭い海峡はあるものの、地理的にはジャワ島に属する島ともいえる。従って、まず、インドネシア国における水需給の現状と課題について概要を述べるものとする。

インドネシア国では、年間降雨量は地域差が大きい、ほぼ 1,500mm ~ 4,000mm の範囲にある。全世界平均の約 900mm や比較的多雨地帯にある我が国の約 1,700mm と比べても、降雨量が豊富である。人口は多いが国土も広く、一人あたりの年間降雨量は、平均 24,000m³ (日本は約 5,500 m³) と大きい。しかし、人口分布が偏っているために、地域による差が大きく、全人口の約 65% (約 1.3 億人) が住むジャワ島は、一人あたり年間 2,000m³ 程度となる。それでも、世界的に見れば量としては水資源に恵まれているといえる。

しかし、水資源は不足しているのが現実である。主たる原因は、雨期と乾期の降雨量の差が激しいことと、灌漑面積が大きいからである。特に、人口が多く灌漑が進んでいる地域で顕著である。乾期には干ばつ被害の新聞記事が連日のように出る場合もめずらしくはない。一方で、雨期にはジャカルタを含む各地で、洪水冠水被害が発生している。

また、インドネシアでは、灌漑が発達していることもあり、利用可能な水資源は灌漑用水として使われる割合が大きく、流域利用水量の約 80 ~ 90% が灌漑用に消費されている区域も少なくない。

一方で、水需要は今後も増大することが予測されている。まず、現在の人口増加率約 1.7% が多少下がったとしても、人口が着実に増加することが確実視されている。特に都市部での人口増加は、5% 程度あると見込まれており、商業、工業、観光の更なる進展により、各拠点地区での急増が予想されている。

各家庭での一人あたり使用水量も、経済の発展に伴う生活様式の変化に伴って増大していくことも考えられる。その増加率としては一般家庭用が顕著であるが、相対量としての増加は灌漑用が大きいと予想されている。

水資源開発に関しては、これまで先進国及び国際機関の援助・協力を得て基盤整備を実施してきた。そのため、我が国が主として援助してきた、ブランタス川流域、ソロ川流域、チタルム川流域、アサハン川流域、ジェネベラン川流域などでは開発が進み、水資源の利用率が大幅に向上した。しかし、これらの河川は、インドネシア全国ではまだ一部の区域であり、全体としては開発が遅れており、未開発の河川は多く残されている。

一方で、近年になってこのようなダム開発に代表される水資源開発にはブレーキが掛かる傾向にある。それは一つには、大規模開発の代表的施設であるダム建設による環境や社会の破壊に対する国際世論の批判の高まりを受け、インドネシア国政府側というよりむしろドナー側の

政策の見直しが原因としてあげられる。また、経済・財政状況が低迷傾向にあることも、予算上の逼迫となっている。

さらに、効率的な運転と維持管理により、水の有効利用を図ることが優先されている。例えば、上水供給では、取水から給水に至る途中での損失が大きい。そのため灌漑では、施設の故障・損壊がリハビリされないこと、農民が水配分のルールを守らないことなどにより、各種の無駄が生じている。今後は、新規開発と効率的な運転維持管理の両面から水需要の不足及び増加に対する取り組みが必要となっている。

3 - 4 - 2 バリ州の調査対象地域の水資源分野概況

上述したように、バリ州(島)においても、水資源の一般状況としては、インドネシア国の他の地域と同様な点があるが、以下に具体的な概況を述べる。

(1) 渇水・水不足一般状況

バリ島は、年間降雨量が海岸地帯で 1,000～2,000mm、山岳地帯で 3,000mm 以上あり、水資源が豊富に見えるが、地域によって水不足が大きな課題となっている。一般に、北東部は渇水状況にあるといわれている。島を反時計回りに一周した際も、まだ雨期にもかかわらず、東部端を含む北東部では、河川に流水が流れていない状況が観察された。

主な原因は、山岳斜面が海岸線に近い低平地の幅が狭く、降雨後の河川の流水は短時間で海へ流出してしまい、浸透してから表流水として流出する量が少ないためと思われる。洪水は、雨期に発生するが、通常数時間しか続かないとのことである。

また、比較的表流水が豊富なデンパサル地区を含む南部においては、水利用量・水需要量が多いことにより、特に上水の不足が生じている。現状では、まだ深刻な状況ではないが、水需要の増大が見込まれているので、対策を講じない限り、近い将来は深刻な状況となる可能性がある。

(2) 上水需給一般状況

バリ島は、8 県及びデンパサル市の 9 区域で、各々 PDAM という水道公社があり、上水の供給サービスを行っている。特に人口密度が高いデンパサル地区では、現状では需給関係はほぼバランスしているようであるが、約 40% の人口が PDAM からのサービスを受けておらず井戸水等に頼っていることへの考慮も必要であろう。

上水の今後の需要増については、PDAM では、単純に人口増(約 3% 予測)に比例するものと考えているようであるが、一人当たりの生活用水使用量(現在バリ島で 120 リットル/日、デンパサル地区で 180 リットル/日とのこと)も増大することや、サービスを受ける人口割合の増大にも配慮して、総合的な予測をすることが必要であろう。なお、デンパサル PDAM の漏水等による無収水量は約 25% であり、水源は約 2/3 が表流水(アユン川)、1/3 が地下水(深井戸)であるとのことである。

また、一部は隣接するバドウン県とギアニャール県の PTTB と呼ばれている私企業からも購入している(又は購入予定)とのことでもある。高級リゾート地となっているヌサドゥア

を含むバリ州でも、PTTB から水が供給されている。この実態を考慮して上水の調査・計画では、隣接地区を含めた広範囲で検討する必要があるものと思われる。

(3) バリ州の上水水需要(予測)

バリ州の上水水需要(予測)に関しては、これまでの調査から参考になる資料を、以下に示す。

表 3 - 5 バリ州における上水水需要予測 (IBRD 予測)

(単位: リットル/s)

区域区分	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年
Jembrana	166	237	313	453
Tabanan	394	493	618	827
Badung	609	923	1424	2197
Denpasar city	1184	1602	2077	2760
Gianyar	527	679	840	1044
Klungkung	179	249	335	408
Bangli	238	299	370	517
Karang Asem	297	486	826	1002
Buleleng	750	981	1199	1439
計	4344	5949	8002	10647

出所: Mater Plans Bali Water Supply (IBRD, 2000)

上表は、2000 年の調査であるが、1993 年に CIDA が作成した「水資源管理ニード評価」の報告書では、上水水需要に関しては、次のように予測されていた。

表 3 - 6 バリ州における上水水需要予測 (CIDA 予測)

	1990 年	1995 年	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年
既設サービス地区	2,121	3,526	4,687	6,084	7,316	8,561
サービス未整備地区	2,307	2,822	3,482	4,308	5,309	6,277
総需要(リットル/s)	4,428	6,348	8,169	10,392	12,625	14,838

上の二つの表を比較した場合、調査した機関は異なるが、7 年後に行った予測で、バリ州全体の需要が大幅に減っているということが注目に値する。例えば、2015 年の総需要は、CIDA の予測が $14.8\text{m}^3/\text{s}$ だったのが、IBRD 調査では、 $10.6\text{m}^3/\text{s}$ と、約 71% に減っている。これは需要予測というのは、一般に過剰となる傾向があるため、現時点で再度需要を現実的かつ総合的な視点から予測すれば、さらに少なくなる可能性もある。

上表の 1990 年の数字は、実績に基づいているものと思われる。1990 年時点の各県別の上水供給可能量とシステムの供給可能量を参考として次表に示す。ポテンシャルとかキャパシテイの意味合いについて、実際にどのような条件のものかの確認などを今後の調査において行う必要がある。

表 3 - 7 各県別の上水供給可能量とシステム供給可能量

Kabupaten/City	Present supply potential (l/s)	Capacity of water supply system (l/s)
Jembrana	65	60
Tabanan	277	125
Badung	471	755
Denpasar city	(included in Badung)	
Gianyar	14	77
Klungkung	258	69
Bangli	261	46
Karang Asem	274	127
Buleleng	363	127
Total	2,123	1,333

出所：1993 年作成 CIDA 報告書より。

(4) バリ州の地下水開発量

バリ州の地下水開発量に関しては、これまでの調査から参考になる資料を、以下に示す。

表 3 - 8 調査対象地域における地下水開発可能量

区域区分	面積 (km ²)	平均年降雨量(mm)	開発可能量 (m ³ /s)
Jembrana	842	1868	1.04
Tabanan	839	2308	2.21
Badung	419	1825	1.00
Denpasar city	124	1625	0.26
Gianyar	368	2085	1.12
Klungkung	315	1872	0.56
Bangli	521	2024	1.46
Karang Asem	840	1945	2.25
Buleleng	1366	1580	1.82
計	5634	--	11.73

出所：Master Plans Bali Water Supply (IBRD, 2000)

(5) バリ州の湧水及び井戸データ

バリ州の水源としては、河川表流水と共に、湧水や井戸（地下水）も重要な水源である。湧水や井戸の情報に関しては、これまでの調査から参考になる資料を、以下に示す。

表 3 - 9 調査対象地域における湧水及び井戸からの可能供給量

区域区分	湧水地点数	湧水量(m ³ /s)	深井戸数	取水量 (リットル/s)
Jembrana	37	0.11	11	23.3
Tabanan	82	3.26	22	14.3
Badung/DPI	21	0.51	133	86.6
Gianyar	33	0.98	1	-
Klungkung	26	0.82	4	3.3
Bangli	86	1.62	8	0.4
Karang Asem	71	3.91	32	14.4
Buleleng	144	2.51	97	61.6
計	500	13.72	308	203.8

出所：Master Plans Bali Water Supply (IBRD, 2000)

(6) 河川取水流量データ

上水水源として開発可能な河川は、21 河川と見込まれている。但し、各々において、基本的には取水地点は、海岸に近い下流にせざるを得ないと考えられている。これはすでに灌漑用の取水地点が上流側にあるからである。これら 21 河川は、流域面積が 5 ~ 100km² の範囲にある。

代表河川の上水利用可能河川流量データは、次のようになっている。

表 3 - 10 代表河川における上水利用可能河川流量

県	河川名	最小流量 (リットル/s)	平均 濁水流量	取水可能量 (リットル/s)
Tabanan	Balian	544	645	516
	Yeh Empas	289	562	449
	Sungi	610	867	694
Badung/DPI	Ayung	300	416	333
Gianyar	Oos	175	313	250
	Petanu	1761	1762	1409
Klungkung	Bubuh	612	1158	926
	Jinah	271	538	430
	Unda	444	1478	1182
Karang Asem	Pati	82	120	96
	Janga	530	710	568
Buleleng	Banyumala	90	152	121
	Mendaum	154	184	147
	Saba	227	286	229
Jembrana	Jogading	83	748	598
	Bilukpoh	88	324	259
	Yeh Embang	210	540	432
	YehSumbul	143	314	251
	Medewi	141	310	248
	Pulukan	188	430	344

出所：Master Plans Bali Water Supply (IBRD, 2000)

(7) バリ州のダム計画における取水可能量

1995 年の調査 (Geode) で、バリ州で 29 箇所のダムサイトが候補地として示された。このうち、Master Plans Bali Water Supply の調査では、(その妥当性は別にして) 6 ヶ所が初期検討から外され、残りの 23 ヶ所について、貯水容量及び取水可能量が概算された。貯水容量は 2.8 ~ 35 百万 m³ にあり、取水可能量は、30 ~ 480 リットル/s の範囲にある。

このうち、比較的取水可能量が大きいのは、次のようなダムである。

- Buangga dam (Badung): 480 リットル/s
- Telagawaja dam (Karangasem): 410 リットル/s
- Yeh Sumbul dam (Jembrana): 390 リットル/s
- Banyupoh dam (Buleleng): 210 リットル/s
- Sidan dam (Gianyar): 260 リットル/s

但し、上記の調査は、少々古く、その後別のダム計画も検討されている。また、概算さ

れた貯水容量及び取水可能量がどの程度の精度を持つのかの検証も必要と思われる。

(8) 電力事情

水資源部からの情報では、バリ州の2003年時点の電力需要は、1,630,361 MWHだが、供給能力は1,802,209 MWHとのことである。但し、デンパサールの住民と話をした際、電気が供給されない時間が日中かなりあって不便であるという不満も聞いた。また、水力発電の現状と将来の必要性については、明確な情報がなかった。さらに、現在、ジャワ島との間で送電線が繋がっているため、バリ州のみでの需給関係情報のみでは、的確な判断が難しいと考えられる。バリ州の発電所については、次表の情報を得た。

表3-11 バリ州における発電所一覧

Name of Plant	Location	Generating capacity (MW)	Annual generation (GWH)	Agency of O& M
PLTD Pesanggaran	Denpasar	50	4.18	PLTN
PLTG Pesanggaran	Denpasar	100		PLTN
PLTG Gilimanuk	Jembrana	100		PLTN
Java-Bali Cable		200	1.805	PLTN

3-5 水資源利用・管理の現状と課題

バリ島の水資源は、灌漑、上水、工業用水、水力、養魚用水、土砂採取等多目的に有効活用されている。水利用施設・工事及び水利用には次のようなものがある。

(1) 河川改修

河川では、山地には各種砂防施設があり、低平地にも流路工・護岸・床止め工などが各所で見られる。その各々については、具体的な情報リストは入手されていないが、少なくとも島内を1周する道路から見た範囲の河川区間では比較的整備が進んでいる状況が見られた。但し、シンガラジャの市内では、氾濫が頻繁に発生していることなどから、十分な計画検討に基づいて整備されているのかどうかについては、検証する必要があるものと考ええる。

(2) 貯水施設

今回の現地調査では、特に貯水施設に注目して踏査した。当初バリには既存のダムはないという話もあったくらいだが、次のような事実がわかった。

- 既存のダム（小規模でも貯水機能のあるものをダムと称しているようである）は、数ヶ所あるとのこと。その中で、ジェンブラナ県のサンヒアン川に1984年に建設されたパラサリダムは、高さ35m、貯水量8百万m³とのことである。
- 建設中のダムとして、タバナン県のホ川とマオ川の合流点直下流に位置するテラガトウンジュンダムがある。3期のうち現在第1期が終了している。ダムの諸元として

は、高さ 33m、貯水量 1.8 百万 m^3 のアースフィルタイプダムである。インドネシア政府の予算で実施中である。

- 計画中のダムとして、ジェンブラナ県のベネルダム(高さ 34m、貯水量 1.6 百万 m^3)とブレレン県のチタブダム(高さ 62m、貯水量 8.7 百万 m^3)などがあるが、注目すべきは、デンパサールの主水源となっているアユン川の上流に位置する、アユンダムである。そのダムの諸元は高さ 104m、貯水量 16 百万 m^3 の RCC タイプであり、すでに設計も終了している。

現地踏査の際、ボーリング調査実施中であったが、後で、ボーリング調査は設計前に実施済で、現在追加調査中とのことがわかった。但し、各計画中のダムについては、ファイナンスの問題もあり実施が決まっているわけではない。

ダム建設については、近年、世界的に見直しが進められているがバリでは、そのような状況ではないようであった。なお、各ダムにおいて私有地の補償や、小規模寺院の移築などは多少必要であるが、住民移転は発生しないとの説明を受けた。

水資源部から提供された、既存ダムのリストは次表のとおりである。

表 3 - 12 バリ州における既設ダム一覧

Name	Location	Objectives	Year Constructed
Palasari	Palasari	Irrigation	1987
Seraya	Seraya	Water supply	1998
Gerokgak	Gerokgak	Irrigation	1994
Estuary Dam	Nusa Dua	Water supply	1997
Telaga Tunjung	Telaga Tunjung	Irrigation、 Water supply	2003 現在建設中

地下ダム関連の情報として、北東部(カランアセム県)は、湯水に悩まされており、流下する Aya 川(地元名 Ketes 川)に地下ダムを築く計画案がある。

バリ州のダムサイト候補地については、1990 年代の半ばに作成された位置図を参考として図 3 - 7 示す。また、デンパサール地区の上水供給計画の新たな水源として代表的な代替案となるアユンダムについて、その位置図及び平面計画図を、図 3 - 8 及び図 3 - 9 に示す。

(3) 灌漑用施設

バリの総灌漑面積は、資料によって多少異なるが、約 9 万 ~ 11 万 ha 程度である。バリ島で目立つ水利構造物として灌漑施設があげられる。取水堰、水路、分水工などであるが、数十年まえに築造されたものも少なくない。バリ島においても水利用の 8 割から 9 割が灌漑に向けられている。なお、灌漑地区での作付パターンとしては、稲作 2 回と他の穀物など 1 回、稲作 1 回と他の穀物など 1 回、又は 2 回の稲作のみというのが一般的である。

バリには、灌漑用の取水堰・取水工が多く、20 年以上たった比較的古いものも少なくない。途中で補修されたものもあり、訪問したいくつかの構造物は、どれも良好な状態で機能を果たしていた。一部に洗掘や破損も見られたが、重大な欠陥といえるレベルではなかった。下流区間では、可動堰が一般的であったが、中流区間では固定堰が一般的であった。堰の両岸またはどちらかの岸に取水口があり、ゲートが設置されていた。取水堰は今回の

現地踏査で数ヶ所訪問したが、その内の一つについて、参考情報を記述しておく。

- Sungai川のTang Kub堰(1979年完工)での取水は、1,092ヘクタールを対象にしている。取水記録がつけられており、それによると次のような状況にある。
- 雨期には、1.3m³/s程度取水し、残り(例えば2月中旬で5m³/s程度)が下流側へ流されている。しかし、乾期には取れるだけとるという感じで、0.7~1.5m³/sが取水され、下流へはほとんど流されていなかった。

水資源部から提供された、主要灌漑システムのリストは次表のとおりである。

表3-13 バリ州における主要灌漑システム一覧

Location (Kabupaten)	Irrigation System	Net Irrigation Area (ha)	Location (Kabupaten)	Irrigation System	Net Irrigation Area (ha)
Jembrana	• Permanent	3,151	Klungkung	• Permanent	816
	• Semi-permanent	5,190		• Semi-permanent	3,514
	• Temporary	2,208		• Temporary	343
Tabanan	• Permanent	1,721	Bangli	• Permanent	892
	• Semi-permanent	19,086		• Semi-permanent	1,944
	• Temporary	6,187		• Temporary	507
Badung	• Permanent	8,373	Karangasem	• Permanent	158
	• Semi-permanent	4,933		• Semi-permanent	5,601
	• Temporary	199		• Temporary	3,894
Denpasar	• Permanent	2,510	Buleleng	• Permanent	9,430
	• Semi-permanent	3,699		• Semi-permanent	1,963
	• Temporary	0		• Temporary	5,240
Gianyar	• Permanent	6,757			
	• Semi-permanent	7,980			
	• Temporary	2,847			

また、Dinas PUが建設した(又は建設中の)取水堰は、各県別に次表のようになっていると
のことである。

表3-14 各県別の既設取水堰設置数

県・地名	設置数量(基)	県・地名	設置数量(基)
Jembrana	35	Klungkung	20
Tabanan	97	Bangli	40
Badung	31	Karangasem	57
Denpasar	12	Buleleng	42
Gianyar	44		

(4) 上水供給施設

上水施設も取水工、ポンプ場、送水管、浄水場などが各PDAMまたはPTTB毎にある。水資源部から入手した各県別の既存上水供給システムは、次表の通りである。

表 3 - 15 各県別の既存上水供給システム一覧

Location (Kabupaten/ City/Town)	Source of water (River/Spring/Well, etc.)	Supply volume (Effective volume)	Purification plant capacity (m ³ /day)
Jembrana	River	23 lt/sec	
	Deep well	211 lt/sec	
	Spring	58 lt/sec	
Tabanan	River	60 lt/sec	
	Deep well	16 lt/sec	
	Spring	595 lt/sec	
Badung	River	600 lt/ sec	900 lt/ sec
	Deep well	376 lt/sec	
	Spring	41.5 lt/ sec	
Denpasar	River	300 lt/sec	Include in Badung
	Deep well	208.5 lt/sec	
Gianyar	Spring	245.1 lt/sec	
	Deep well	348.0 lt/sec	
Bangli	Spring	164.0 lt/sec	
Klungkung	Spring	663.0 lt/sec	
	Deep well	15 lt/sec	
Karangasem	Spring	752.0 lt/sec	
	Deep well	135 lt/sec	
Buleleng	Spring	303.5 lt/sec	
	Deep well	27.5 lt/sec	

毎年のように上水に関する濁水被害の起こる地区については、次のような情報を得た。

表 3 - 16 濁水被害が著しい地域

	現 在	将 来(予測)
濁水被害発生地域	Nusa Penida, Klungkung Kubu & Seraya, Karangasem	Denpasar Badung Nusa Penida, Klungkung Kubu, Karangasem Melaya, Jembrana
水利用分野	生活用水/商業用水/工業 用水/農業用水	生活用水/商業用水/工業用水/ 農業用水

最も重要なデンパサル地区を担当している PDAM を訪問すると共に、主要施設の現地踏査も行った。デンパサル地区の表流水（河川）水源とポンプ場、浄水場、その給水系統などは、一部の情報で混乱している。デンパサル地区の、河川水源からのシステムは（隣接する Badung 県のものを含めて）、次のようになっている。

- Belusung 浄水場（アユン川から取水）: PTTB（私企業）が管理して、ヌサドゥア地区へ給水
- Belusung 浄水場（アユン川から取水）: PDAM が管理して、デンパサルへ給水(500 リットル/s)
- Waribang 浄水場（Belusung より下流のアユン川から取水）: PDAM が管理して、デンパサルへ給水(150 リットル/s だが 300 リットル/s に増量可能)
- Wadak Pantai（Estuary）浄水場（バドゥン川河口貯水池から取水）: PDAM（Badung）が管理して、ヌサドゥア地区へ給水

また、関連情報としては、次のような点があった。

- 水源では湧水を多く使っていることも特徴である。
- 現在の使用者料金は、400～900 ルピア/リットル
- ほとんどまたは全部の PDAM が赤字体質
- 現在の給水能力は、バリ全島で、約 $2.8\text{m}^3/\text{s}$ であるが、2015 年には、バリ全島で、 $6.3\text{m}^3/\text{s}$ (南部 4 県と 1 市で、 $4.5\text{m}^3/\text{s}$) の新規開発が必要と予測されている。
- 2000 年 5 月に作成されたバリ全体の上水 M/P (バリ州発注で、SMEC と他 4 社の JV) では、第一期計画の実施による水利用料金は、1,300～1,700 ルピア/リットル必要と算定されている。同 M/P では、まず、ギアニャール県とクルンクン県の川からデンパサール市、ギアニャール県とクルンクン県に導水・補給し、その後タバナン県のスング川からバドウン県とタバナン県に導水・補給する計画が提案されている。
- 無収水量 (ほとんど漏水) は、約 25%。
- ウンダ川からの導水計画の一部となる取水地点付近の計画に関しては、「Preliminary Study Pembagunan Estuary Dam」という報告書が、2000 年 12 月に作成されている。また、2001 年 12 月にはその Revised 版も作成されている。

デンパサール PDAM から入手した、バリ州 PDAM の各種基本データ (全国値もあり) デンパサール PDAM の管理区域取水工など位置図、及びデンパサール PDAM の上水生産・配水システム(2001 年)を、表 3 - 17、図 3 - 10、及び図 3 - 11 に示す。

(5) 砂防ダム・砂溜め工

アグン山 (高さ 3,142m) は、成層火山であり、過去に何回かの噴火記録がある活火山である。特に、1963 年の噴火では、火山噴出物やその後の土石・土砂・泥流で大きな被害が発生した。死者は、1,180 名、家屋破壊約 7,700 戸などである。その後の二次、三次災害を防ぐために、1969 年に公共事業省直轄のアグン火山砂防工事事務所が設置されたが、一連の計画実施が完了して、1998 年に閉所された。その間、砂防ダム 30 基、床固め工 60 基、導流堤・堤防 80 k m などの工事が行われた。

土石流・土砂流・斜面崩壊・地すべりなどの災害は、他の地域でも発生しているが、具体的な情報は得られなかった。

(6) 下水・排水施設

市内には下水・排水処理施設はなく、市内の排水路に垂れ流し状態である。そして、これらの排水は特に処理されることもなく、海に放流されている。但し、浄化槽による処理はある程度行われているようである。JBIC ローンによるプロジェクトが、デンパサール地区の一部を対象にまもなく実施される見込みである。このプロジェクトについての概要は「3 3 既存の水資源開発・管理計画の概要」を参照すること。

(7) その他の河川利用・水資源利用

その他の河川利用・水資源利用状況は次のようになっている。

- 河川での舟運は、ほとんど利用されていない様子であった。舟を浮かべるほど常時

の喫水深を確保出来るような河川（区間）がほとんどないからと思われる。但し、山地部にある天然の湖では、主として行楽用のボートが利用されていた。

- 砂利採取は、一部の河川で盛んなようである。ウンダ川の河口付近では、かなり大規模な砂利採取場があった。
- フィッシュポンドは、視察した範囲では見られなかった。しかし、河川及び貯水池等では、多くの地元民が釣りをしている様子がよく見られた。但し、趣味なのか、生活の糧なのかはわからない。
- 河川及び湖の水辺空間がレクリエーション・散策用に利用されている様子が、一部で見られた。デンパサール市内の河川でも、河床・水辺へのアクセス階段や兩岸の遊歩道が設置されている区間も見られた。
- インドネシア人は、バリの人も含めて、河川・水路での水浴、洗濯、トイレなどの習慣があるので、水辺に近い居住者は、日常生活で利用しているようである。特に中～上流部では、水深が浅く清流のために、利用度が高く、子供達の水遊び場としての価値も高い。さらに、上流部には滝もあって、行楽地となっている。
- アユン川他では、観光用として、ラフティングも数ヶ所区間で行われている。

（ 8 ）水資源関連のデータ管理

水資源関連のデータベース構築（GIS 使用）は、本件調査の項目に含まれることになったので、関連情報を下記に提供しておく。

- GIS の既存の状況については、十分に確認する時間がなかったが、バペダルダの関係プロジェクトで作成中の GIS があるとのことである。「Bali Integrated Coastal Management Demonstration Site Project」が GEF/UNDP/IMO の「Regional Program for Partnership in Environmental Management for Seas of East Asia」の一貫として行われている。その中で、GIS を使って海岸地区の土地利用区分などを図化している。
- 3、4 年前に、カナダのコンサルタントが契約して作成したデンパサール地区の 3 河川の GIS があり、その作業にバリのローカルコンサルタントも参加したとのこと。
- インドネシアでは、GIS のソフトウェアとしては MAPINFO が一般的であるとのこと。

（ 9 ）水利権と SUBAK

バリでは SUBAK という伝統的な農業管理組織が河川水の大部分を利用しており、その関わりが重要である。バリ島では、水利権に関して明確な法は制定されていないようであるが、慣習として、この SUBAK が優先的な水利権を持ち、上水はその残りを使うというような考えがあるようである。SUBAK に関して、関連情報を以下に示す。

- SUBAK とは、バリ島での呼び方であり単に農業灌漑組合であると考えてよいと思う。但し、SUBAK は、伝統的に他の島より優れた灌漑技術を持ち、また管理体制・組織も強化されている他、各種の慣習や宗教的思想がある点は知っておく必要がある。
- SUBAK は、1,000 年以上前から存在していたと言われている。水源と神が共通であったグループが、協力して築き上げた農民組合組織である。SUBAK は、3 つのフィ

ロソフィー（神と人々との調和、人々の間での調和、人と自然との調和）を持っている。

- 数年前の調査であるが、バリ州で 1,611 カ所の SUBAK があった。1 つの SUBAK の灌漑面積は平均的にいえば 50～100ha 程度であるが、規模についてはいろいろである。一つの取水堰からの取水を複数の SUBAK が利用している場合が多い。
- SUBAK の水田は美しく、観光地としても価値が認められている。また、生態系保全など自然環境保全にも貢献している。一部では、貯水機能による洪水ピーク流量をカットし、洪水被害を軽減している。SUBAK システムには、農業生産としての役割・手段の他、近年になって教育・訓練(農業技術を含む)、環境、及び観光分野でのかわりが出てきている。

例えば、SUBAK が持つ自然としての機能や美観を評価する考えも浸透してきている。また、Natural Tourism、Green Tourism、Agro-Tourism、Academic Tourism などと称して、環境客や学生が SUBAK の活動に参加する活動も出てきている。特に、デンパサール近郊など、SUBAK のシステムが減ってきた地区では、これ以上減らさず残していくことが重要であると考えられる傾向になってきている。

- 水利権については、基本的には政府が関与せずに、SUBAK の間で調整して決められている。今回調査団が滞在中、新水法が制定されたが、水利権については、法的な側面からも取り扱っていく必要がある。水に関する争いは、特に干ばつ時に、河川及び水路の上流と下流の間で発生している。しかし、一般的には、各 SUBAK 内部あるいは SUBAK 間で調整されており、外部が調停することは少ないとのこと。
- SUBAK の活動に対しては、政府としても支援している。特に彼らは予算が不十分なため、また簡易で永久的でない施設も多いので、取水堰や主水路などの建設を政府側が支援（ほぼ 100% の費用負担）している。水路は、ライニングされていないものが大部分。現在、バリの灌漑システムの 80% 程度が、政府側と SUBAK の共同管理となっている。この場合、政府側が、主水路及び二次水路を管理し、三次水路以降を SUBAK が管理している。一方、約 20% のシステムは、SUBAK のみで管理している。
- SUBAK の資金は、60% 以上が儀式に使われるとのこと。種まき、苗移植、収穫等の角段階で神に感謝する儀式が行われるためと思われる。SUBAK の水の割り当ては、基本的には公平であるが、それは各戸が農地面積比例して配分があるということではない。配分は、技術的な面、活動参加状況などから、総合的に決められるようである。
- Tabanan 町に SUBAK Musium があるので（多少）参考になると思う。

(10) その他関連情報

1) 河川水質改善・河川環境改善

上水水源の水質が特にデンパサール地区で悪化しており、その対策が必要である。デンパサール地区の表流水水源としては、アユン川とバドウン川があるが、特に取水工が河口にあるバドウン川の水質は、上水水源として不適に見えた。多くの水質調査はかな

り行われており、その記録の一部を見た範囲では、どこの地点かは不明確であったがアユン川、バドウン川とも、水質汚濁が進んでいる数値が見られた。また、インドネシアでは、住民が河川で入浴、洗濯等を日常的に行っており、汚染の進んでいるデンパサール市内でもその光景が各所で見られた。

もう一つの河川マティ川（マティというのは、死ぬという意味であるが、河川が汚いのでその名がついたのかどうかはわからない）と共に、デンパサール市内の河川の浄化をすることの意義は非常に大きいものと感じた。但し、浄化には、水質のみでなく、河床のごみも排除することが必要であろう。河川浄化の効果は、単に上水水源としての適格性のみでなく、人々の生活の場としての親水機能の向上及び観光地としての景観向上への効果も大きいものと思われる。さらには、最近特に問題となっている貴重な観光資源である海浜の（ゴミ類の浮遊も含めて）汚濁に対する改善効果とも係ってくるものと思われる。

2) 水資源関連の調査計画ガイドライン

KIMPRASWILL 作成の水資源に係るガイドラインが 10 分冊ほど（水文、農業、水質、上水水需給、侵食と堆積、経済評価、データベース構築、地域参加など）にまとめられている。現地コンサルタントなどは、水資源関連のプロジェクトにおいては、これらのガイドラインを参照しているとのこと。

3 - 6 洪水・土砂災害の現状と対策

バリ島の洪水及び被害は次のような状況にある。

(1) 洪水氾濫被害一般状況

バリ島の洪水被害には、河川氾濫によるものと、内水氾濫によるものと、両者が複合しているものがある。また、洪水被害については、デンパサール地区に被害地が点在している他、北部や西部の低地でも被害地区がある。今回の調査では、詳細を把握していないが、概略は次のような状況にあるようである。

- 洪水被害地区としては、主にデンパサール地区、ブレレン県のシンガラジャ市とその近郊、及びジェンブラナ県のネガラ町付近が代表的とのこと。
- デンパサール地区は、常襲氾濫地区が点在している。通常は、排水不良による内水氾濫であるが、河川の氾濫による被害もある。資産価値が高く、観光客も多い地区ということで優先的に考える必要があるが、すでに排水改良工事が一部で行われている。例えば、バリ島で最もにぎやかな地区の中心となるレギアン通りには、レストラン、バー、ホテル、商店が連なっているが、これまでは床上浸水で店の中に水が入ってくることも多かったとのこと。しかし、現在排水路の拡幅改良工事が行われている。
- ブレレン県のシンガラジャ市とその近郊では、河川氾濫及び内水氾濫が毎年のように発生し、市街地では広範囲に冠水するとのことであった。また、現地踏査でもそれが事実であることの一部を確認している。一般の住民レベルで考えると、洪水被

害の深刻度は、デンパサル地区より高い可能性がある。

- 一般に洪水を予測して警報を発するようなシステムは出来ていない。河川が比較的短いので予測困難という背景もある。なお、Kul-Kul という木材を叩いて音で伝達する設備が、各地区にあり、主に集会の合図などに使われているが、危険時緊急時の伝達にも使われるとのこと。

バリ州の洪水氾濫河川・地区の全体位置図を、図 3 - 12 に示す。

(2) 洪水被害記録データ

近年の洪水被害には、代表例として次表のようなものがある。

表 3 - 18 近年の洪水被害状況

発生年月	発生地区	発生河川名	被 害		
			居住地区	施 設	人的被害
1996 年 1 月	Bandung Regency (デンパサル市)	S. Badung 及び S.Mati	310ha	公共道路	特になし
1998 年 10 月	Jembrana Regency	S.Daya 及び S.Bilukpoh	水田 1,569ha、 居住地 133ha (494 戸)	国道の橋梁、灌漑 取水堰 4 ケ所、河 川堤防 9 ケ所	特になし
1999 年 10 月	Bandung Regency (デンパサル市)	S.Mati 及び S.Ayung	10ha	灌漑取水堰 4 ケ所 及び河川護岸	特になし
2002 年 1 月	Buleleng Regency (Antapura 村)	S.Buleleng 及 S. Penarukan	埋没 8 軒 (地すべり/土砂崩れ)	特になし	死亡 5 人、行方不明 3 人、障害 7 人

また、上表とは別に、バリ州水資源部から得た、上記の時期以降最近までの洪水冠水被害状況は次のようになっている。

表 3 - 19 最近の洪水冠水被害状況

氾濫地区	Kabupaten Jembrana: villages namely Melaya, Tukad Daya, Baluk, Batu Agung, Sebuah, Delod Berawah, Mendoto Dangin Tukad, Penyaringan, Yeh Embang, Gumbrih
氾濫規模	極地的 (比較的小規模)
発生年	2002
主な被害	畑地作物、居住地浸水、水管理施設被害、国道被害など
氾濫地区	Kabupaten Badung: villages namely: Kuta, Jimbaran
氾濫規模	Local (low)
発生年	2003
主な被害	Primary roads
氾濫地区	Denpasar City: vilages namely: Padang sambian
氾濫規模	Local (low)
発生年	2003
主な被害	Water resources infrastructure, Primary road
氾濫地区	Kabupaten Karangasem vilages namely: Bunutan, Purwakerti, Abang, Bebandem
氾濫規模	Local (low)
発生年	2003
主な被害	Crop of dryland agriculture, houses, road

氾濫地区	Kabupaten Buleleng vilages namely: Kampung Tinggi, Banyuasri, Pamaron, Banjar asem, Temukus
氾濫規模	National (medium)
発生年	2004
主な被害	Crop of dryland agriculture, houses, water resources infrastructure, road

上表の記録以外にも、Ginayar 地区、Denpasar 地区などでは、集中豪雨による洪水冠水が、頻繁に発生している。例えば 2002 年 2 月には、サイクロン Chris の発生・通過により、バリ島を含めてインドネシア国の多くの地域で、水害が発生した。また、山間部では、地すべり被害も発生している。

また、事前調査団が滞在したのは、2 月の中旬から下旬で、雨期の終わりころであったが、豪雨により、市内冠水被害や河川護岸崩壊被害などが出ている。最新の状況なので、参考として新聞記事写真を記事 3 - 1 として添付する。

(3) 土砂災害

土砂災害の常襲被災地というのは特定が困難であるが、バリ州でも少なからず発生しているようである。最高峰のアグン山及びその河川流域では、土石流・土砂流の発生に対して以前から砂防工事事務所が設置されていることから、また、平成 13 年から実施中の JICA「火山地域総合防災プロジェクト」のモデル地区の一つがバリ島に選定されていることから、土砂災害対策が必要であることが分かる。

土砂災害には、土石流・土砂流・火砕流・泥流の他、地すべり・斜面崩壊、河川堆積土砂による既設構造物への機能障害発生、海岸浸食(例えば観光で最も貴重なクタ海岸)など多岐に渡っているようである。今回は、断片的な情報しか得られていないが、少なくとも実態調査は必要と思われる。KIMPRASWILL の水資源局局長の Secretary からも、土砂災害調査を含めてほしいという発言があった。但し、現在の住民の関心は、個々の地区で見ると数年に一度の被害で発生時期や場所の特定が難しい土砂災害よりもむしろ水資源不足に強いという傾向が見られることや、上述 JICA プロジェクトの成果を活用できること、水資源開発・管理との係りと調査期間や費用との関係で、土砂災害についてどの程度まで調査を行うべきかの検討が必要であろう。参考として、バリにも実際に土砂被害があるという例として、新聞記事(1999 年)を、記事 3 - 2 として添付する。

表 3 - 17 各 PDAM の各種基本データ (バリ州の 9PDAM、PTTB 及び全国)

INDIKATOR UTAMA KINERJA 10 PDAM
Per 31 Desember 2003

NO	URAIAN	NASIONAL	DPS	BADUNG	PT. TB	TRN	BLL	JBRN	GMYR	BANGLI	KLK	KRASEM	JML	RATA*
1	Kapasitas Produksi	95.000 M3	1.956.82	590.00	609.00	495.00	393.00	178.00	541.90	114.58	152.00	202.00	4.298.32	4.298
2	Jumlah sambungan	4,5 juta	89.994.00	18.816.00	15.196.00	33.184.00	25.785.00	14.229.00	39.095.00	9.129.00	16.267.00	15.709.00	247.125.00	247.125
3	Cakupan Perkotaan	39%	64.82	49.00	85.00	93.27	72.00	51.24	88.52	90.00	76.00	80.00	748.95	75
4	Kehilangan Air	46%	20.38	32.00	26.00	31.00	32.00	16.67	23.74	25.00	19.04	29.00	333.84	23
5	Konsumsi Air Rata ¹	14 M3	32.69	32.00	33.00	18.00	24.00	17.00	18.24	15.00	14.00	18.00	311.93	21
6	Tarif rata ²	Rp. 1.480,-/m3	1.862.00	966.00	1.541.00	825.00	1.435.00	1.479.00	1.276.00	799.00	1.191.00	790.00	17.324.90	1.132
7	Biaya Produksi Rata ³	Rp. 1.485,-/m3	1.314.00	1.239.00	1.629.00	1.325.00	1.258.00	1.651.00	1.310.00	473.00	1.096.00	779.00	12.678.90	1.208
8	Rasio Operasi (Biaya/Pendpt)	137%	197.00	154.00	84.00	136.00	84.00	111.00	104.00	139.00	149.36	125.00	1.184.35	110
9	Rasio Karyawan per 1000 plg	9	3.96	8.00	7.89	7.00	8.00	6.68	4.88	13.00	5.00	19.00	74.87	7
10	Efisiensi Penagihan	75%	90.25	92.00	94.00	90.00	81.00	86.00	86.66	49.90	85.00	82.00	855.91	86
11	Total Hutang	Rp. 4.832 trilyun	78.889.000.000.00	48.209.000.000.00	16.591.000.000.00	16.690.168.908.00	8.905.369.683.67	6.135.531.632.00	14.851.591.748.00	3.345.000.000.00	3.766.547.747.81	3.358.900.000.00	192.451.206.717.29	192.451.206.717.29
12	Total Hutang terhadap Aset.	58%	195.00	93.00	37.00	90.74	28.00	79.66	68.81	58.23	44.99	18.00	575.43	58

Data Source: Denpasar PDAM

- | | | | |
|-----|-----------------------|-------|--|
| 1 . | Production Capacity | 7 . | Average Cost Production |
| 2 . | Number of Customer | 8 . | Operating Ratio (Cost/Revenue) |
| 3 . | Coverage of Service | 9 . | Employee Ratio (Number of Employee/Number of Customer) |
| 4 . | Unaccounted for Water | 1 0 . | Efficiency to Debt |
| 5 . | Average Consumption | 1 1 . | Total Debt |
| 6 . | Average Tariff | 1 2 . | Debt Coverage Ratio |



注：組織の責任者名など一部変更されているので、
最新版は確認必要。

図 3 - 1 居住及び地域インフラ省組織図

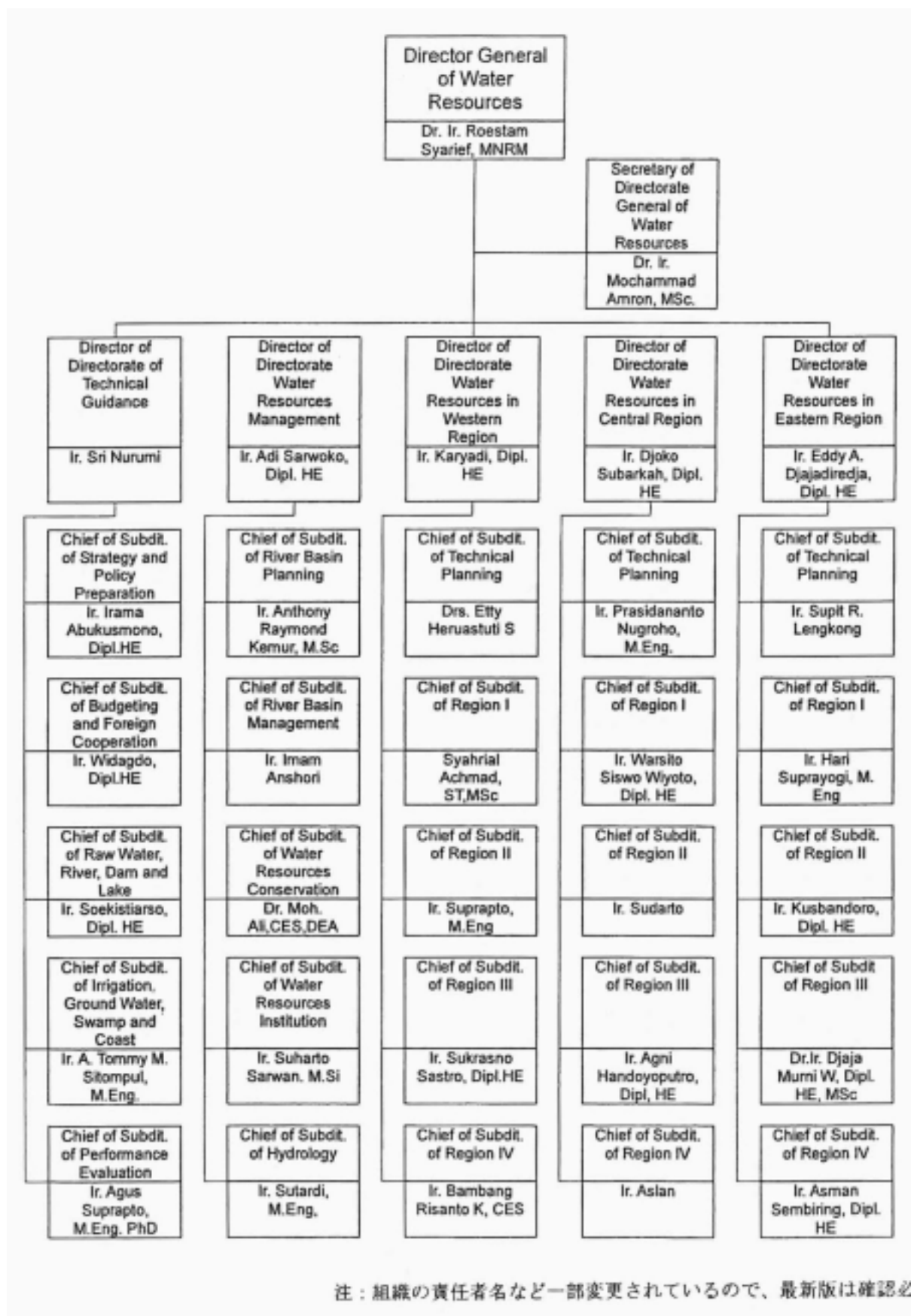


図 3 - 2 水資源総局 (KIMPRASSWILL) 組織図

BALI PROVINCIAL GOVERNMENT
PUBLIC WORKS SERVICE OFFICE (DINAS*)
(As of 2004)

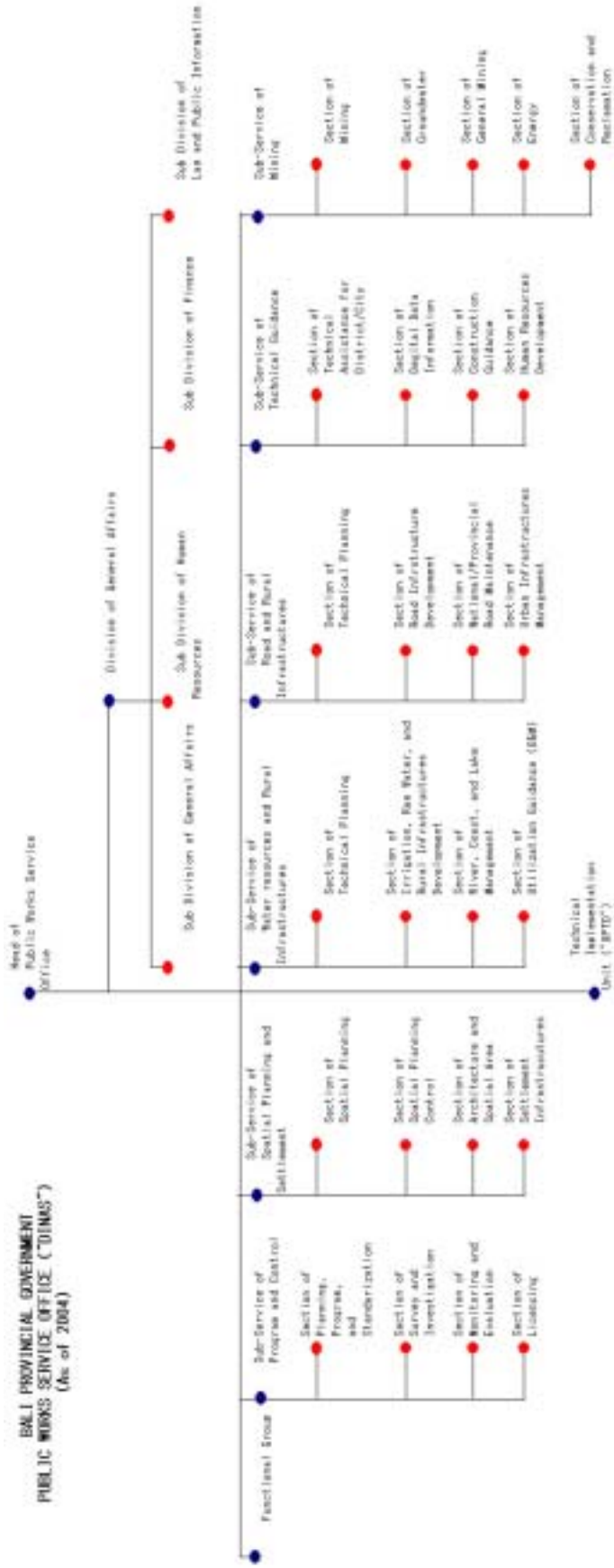


図 3 - 3 バリ州公共事業局組織図

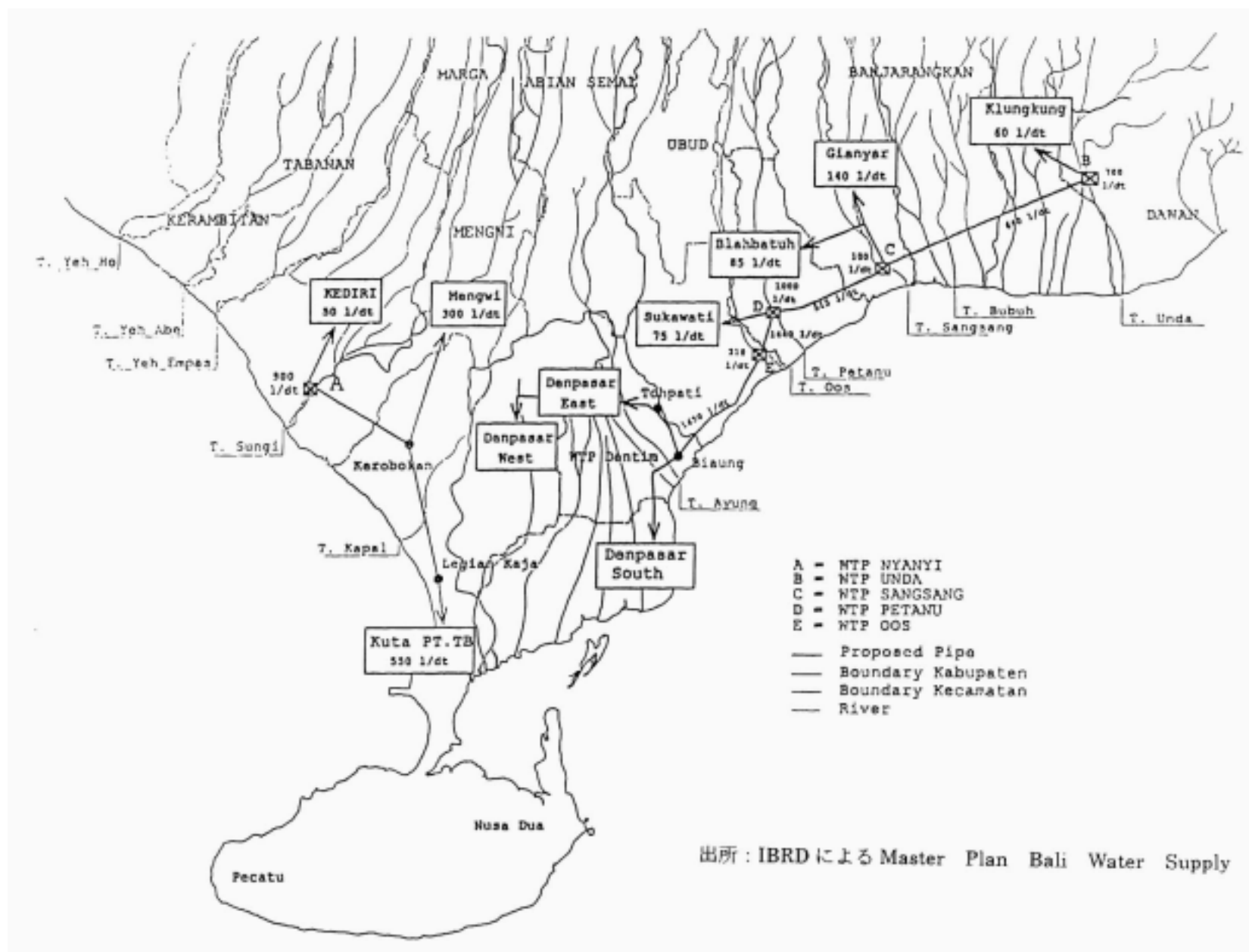


図 3 - 4 ウンダ川～デンパサー地区導水計画システム図

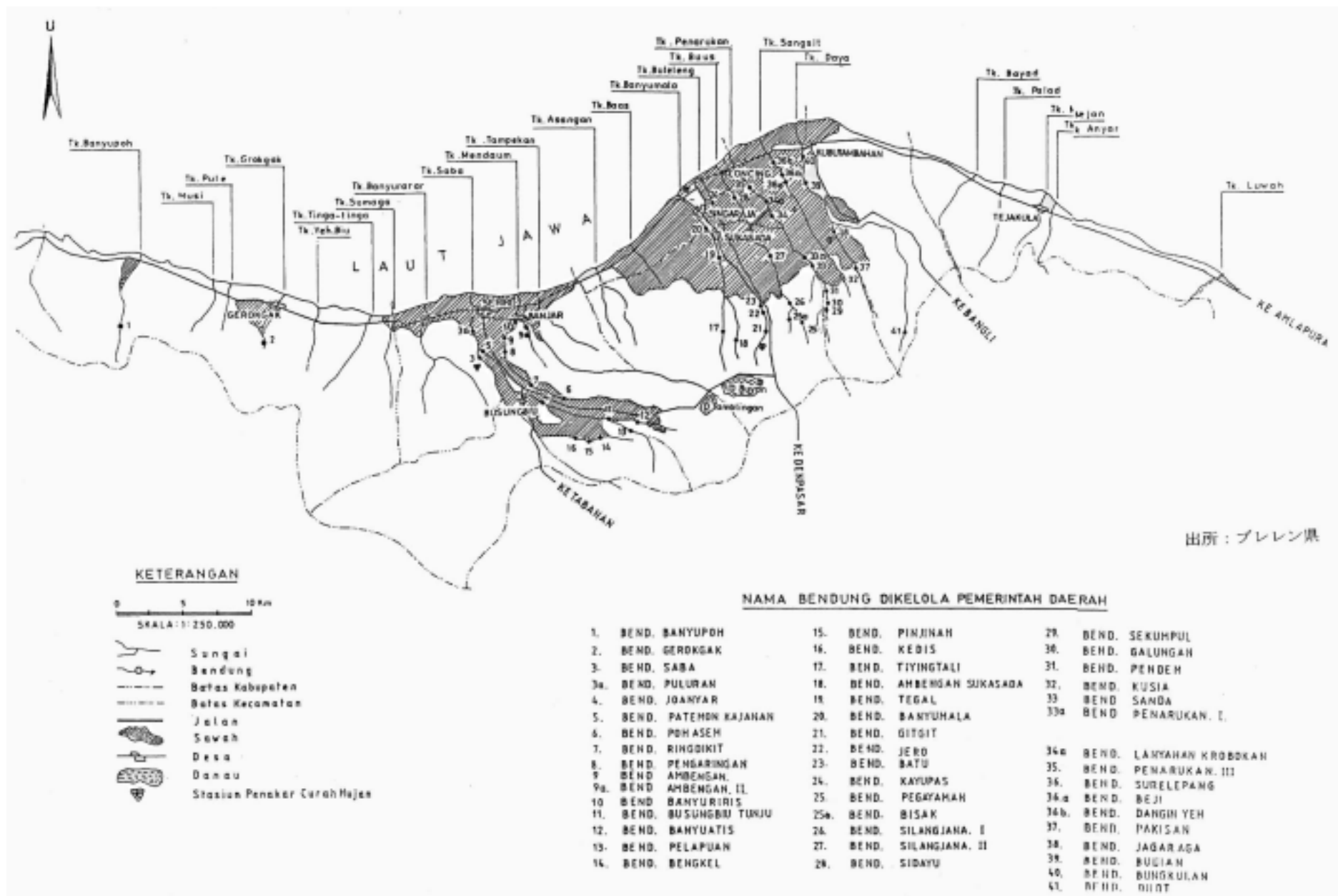


図3-5 ブレレン県の河川、灌漑地区、取水堰位置図

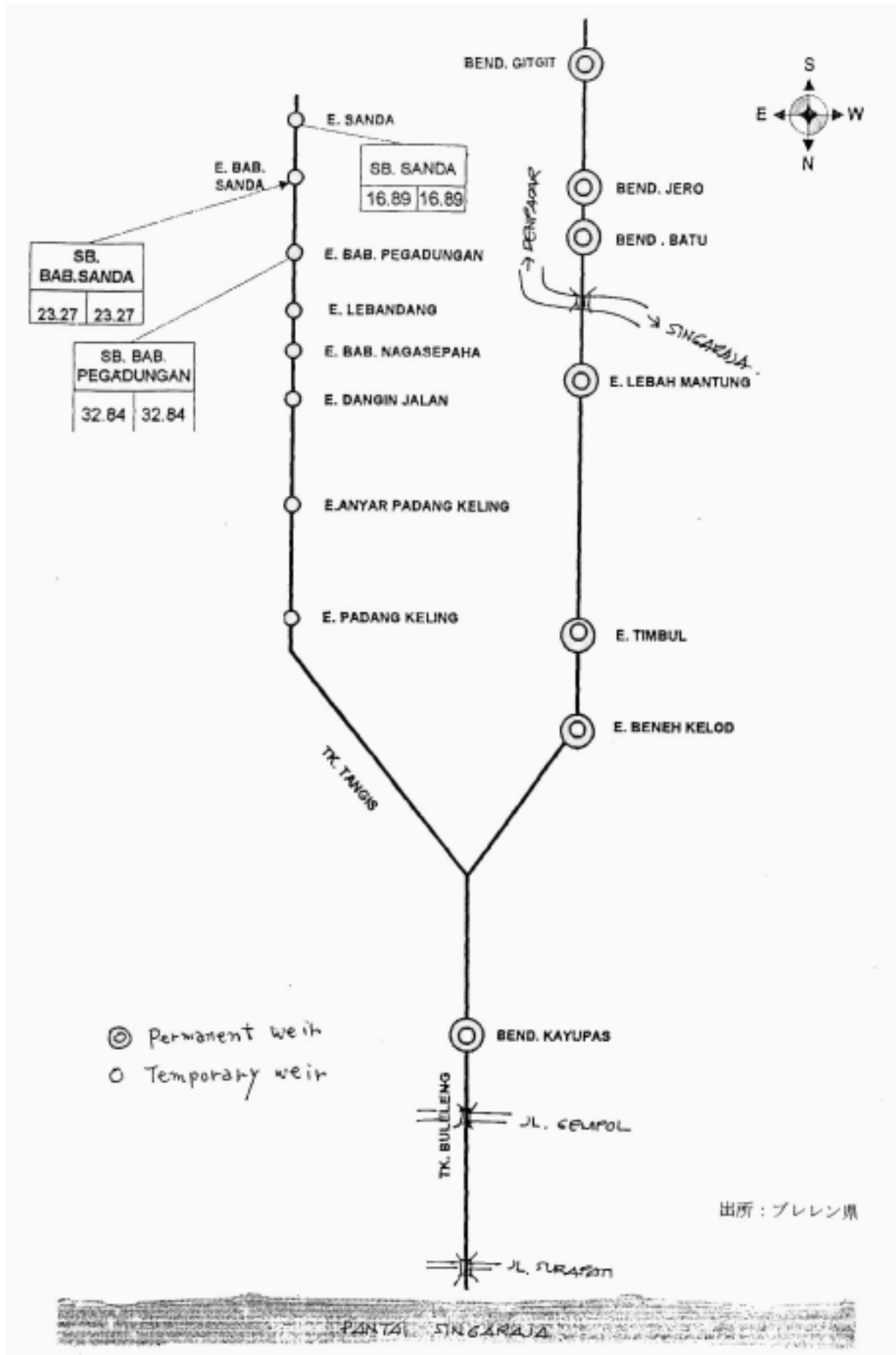


図3-6 プレレン県のある河川の灌漑取水堰位置図(例)

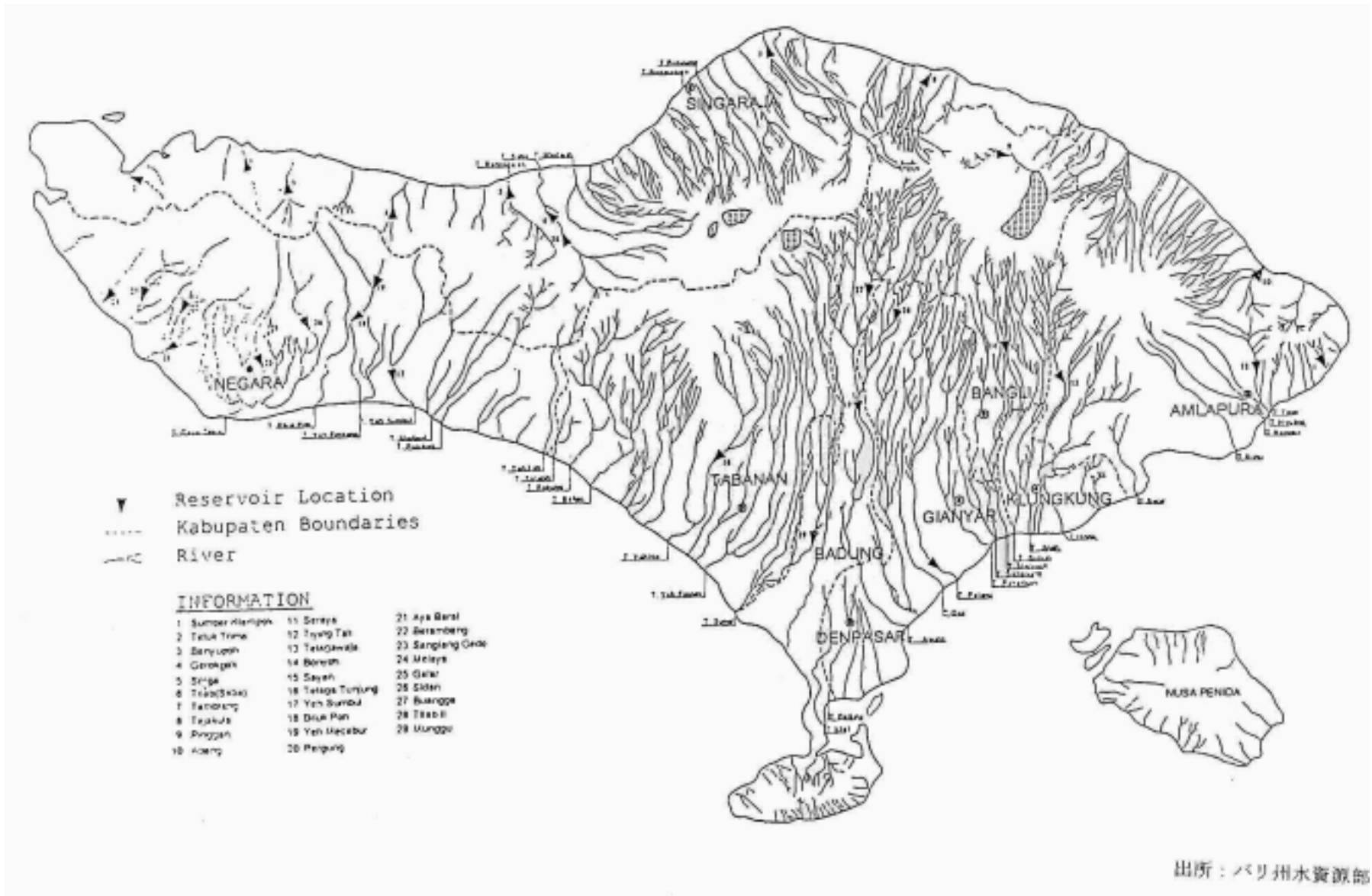


図 3 - 7 バリ州ダムサイト候補地位置図

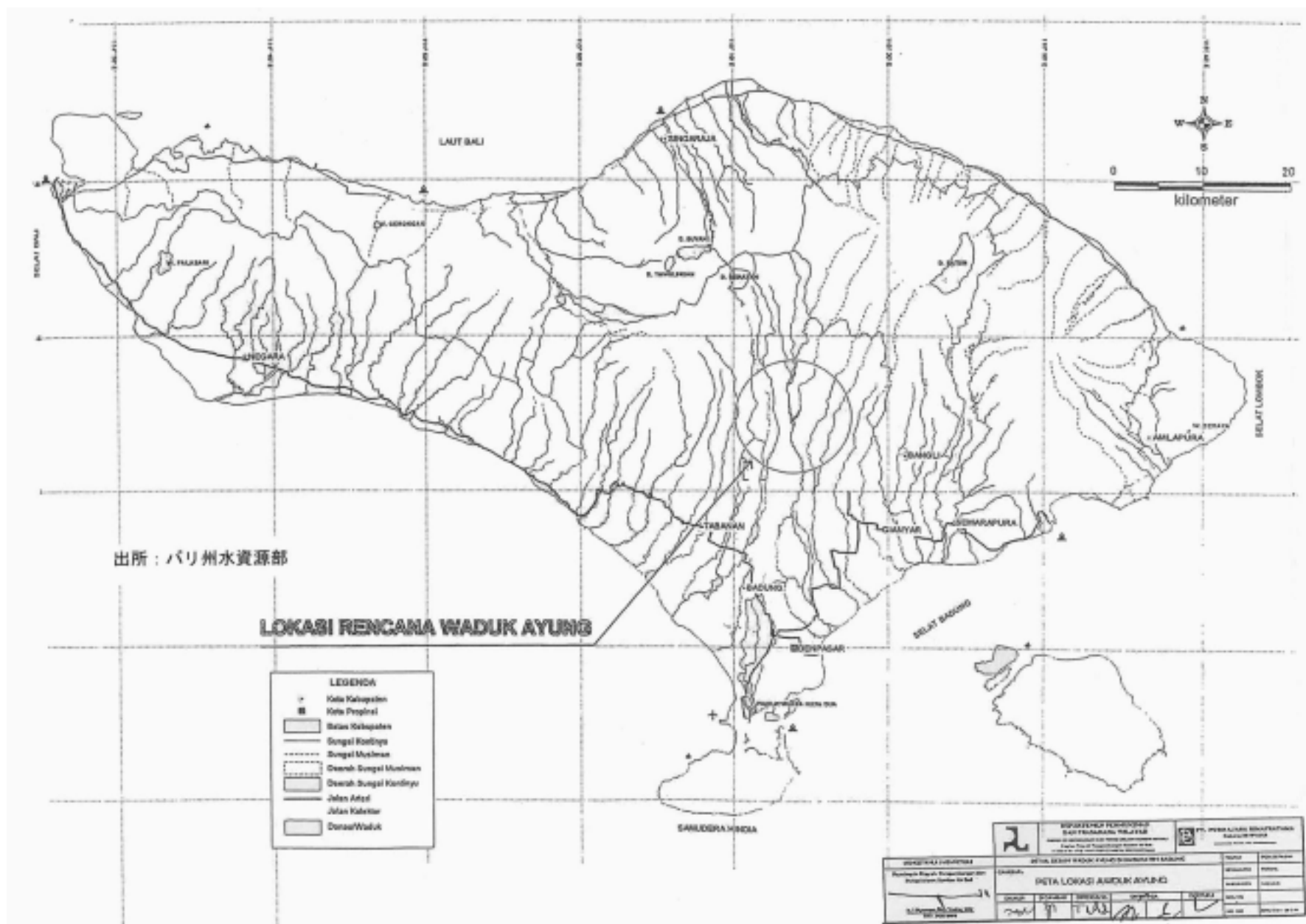


図3-8 アユンダムサイト位置図

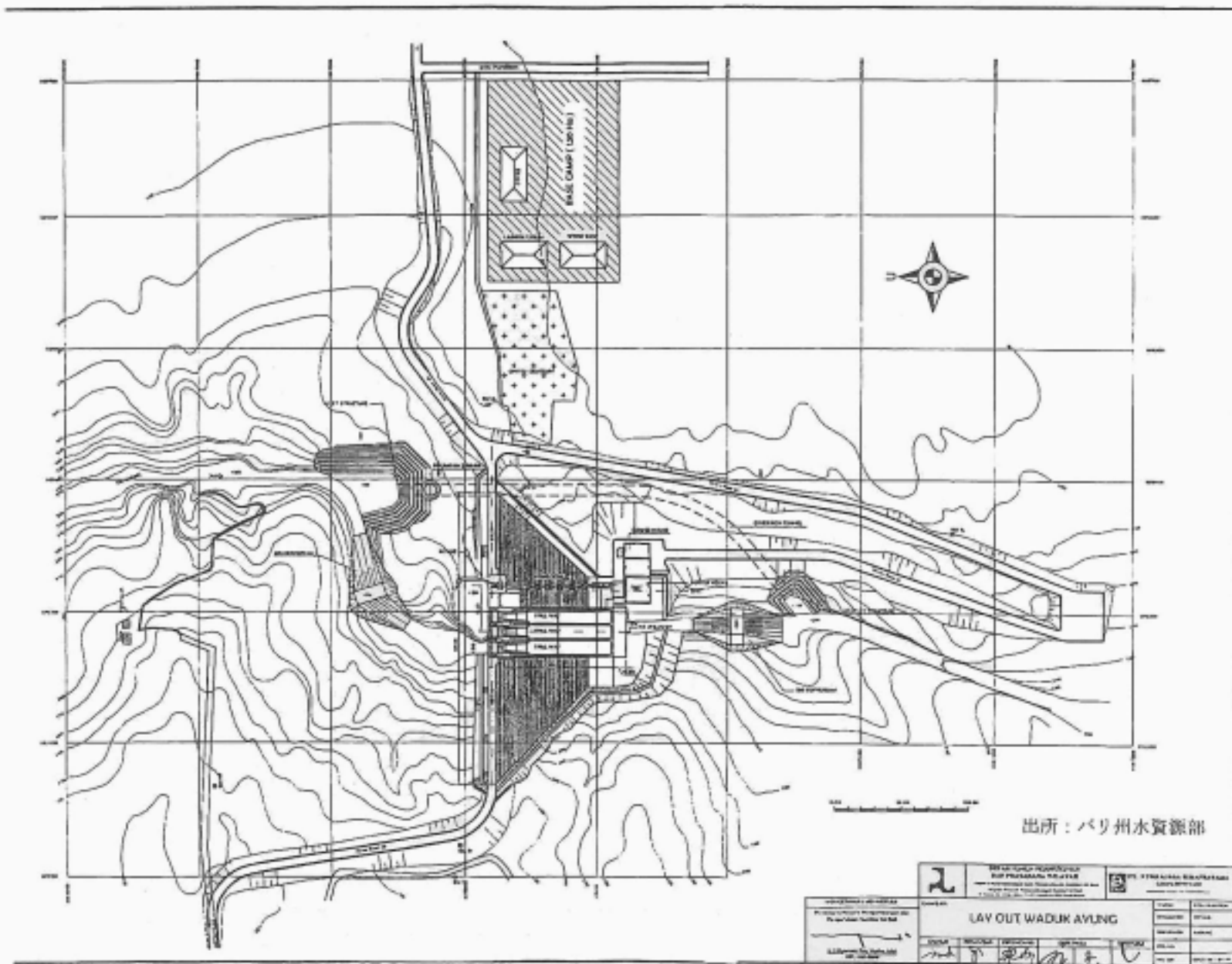
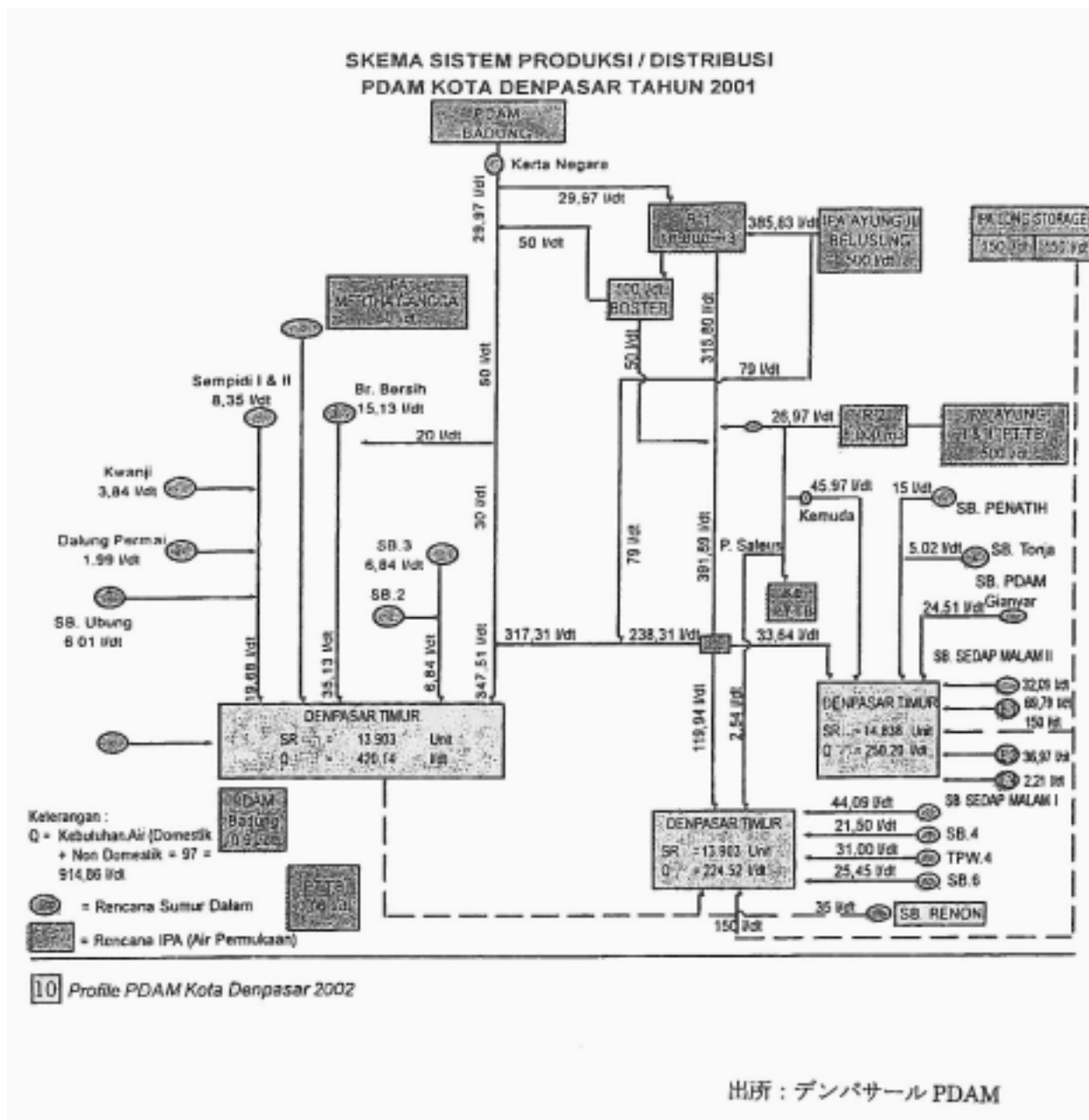


図 3 - 9 アユンダム計画平面図

RENCANA PENGEMBANGAN PELAYANAN
PDAM KOTA DENPASAR



図 3 - 10 デンパサール PDAM の管理区域取水工等位置図



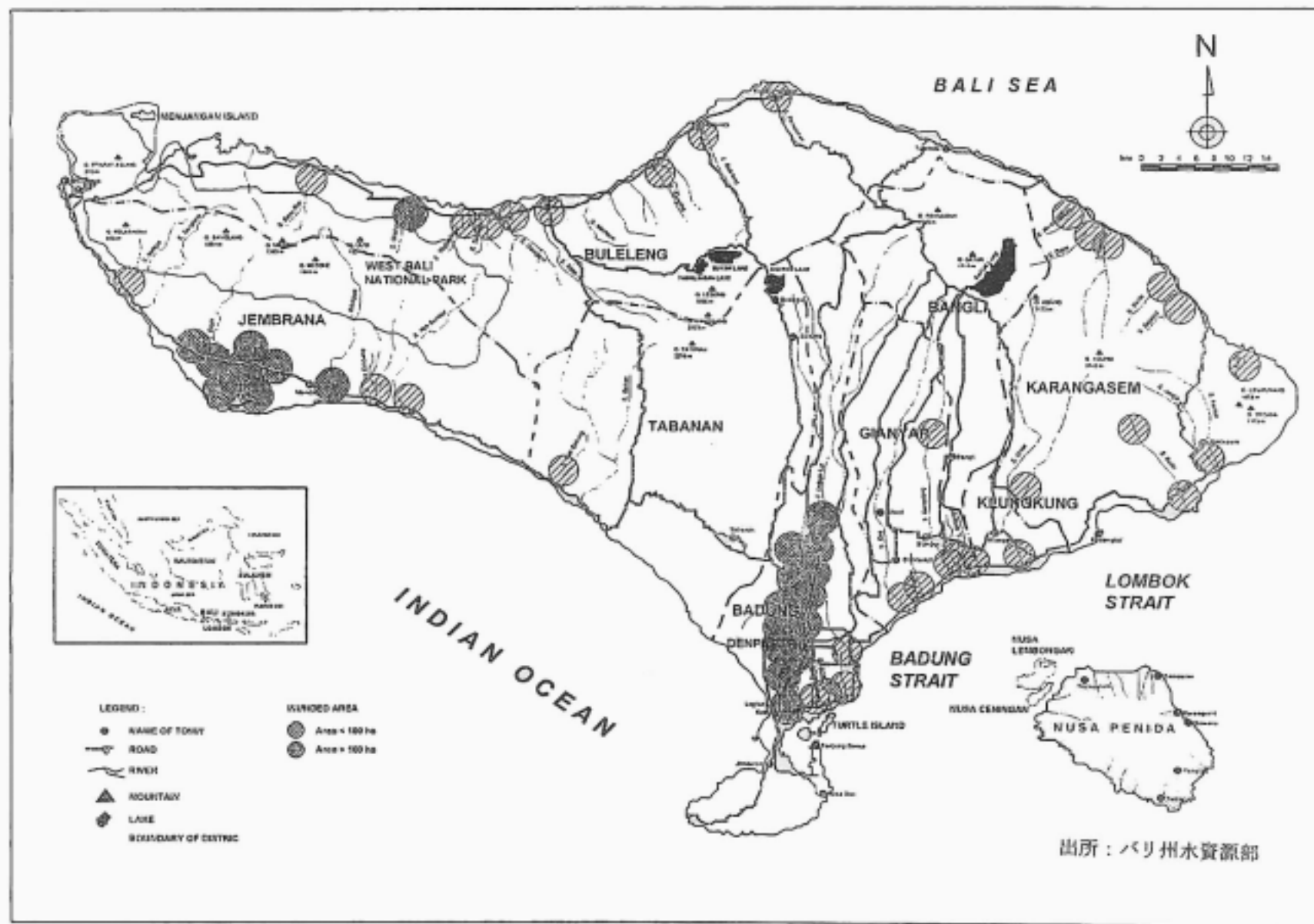


图 3 - 12 バリ州洪水河川及び氾濫地区位置図



Banjir Datar Rezeki Lanc

Despaner (Bali Post) -

Hujan lebat sejak sore hari mem-
buatkan kawasan di Denpasar mem-
banjir. Terutama Jalan Tugu, Kota
dan Banjar Pengubangan Karang
saktas, Kota, tergenang air setinggi
Beberapa pengendara sepeda motor
menunda melewati genangan air di
Jalan tersebut menunggu arus yang
turun. Sejumlah motor yang terbelas
menjadi di selingkar longgang mati,
banyak motor sudah mati sebelum
di lewat. Para pengendara yang m-
nanti harus berhati-hati saat mem-
jakab di tengah-tengah air setinggi
gang, sedangkan orang yang ber-
tanapanya akhirnya takut dan
mendatar. Sikit cukup tinggi. Hal
juga dialami pengendara mobil. Di
mobil sedan sudah menungkur terburu
ke genangan air.

Terasi

DOBONG - Keselamatan yang terjelek
banjir akibat LP Karubuhan karub
dikawat karena menapak mati.
Pengendara pada arus rata dan
suarhan banyak puluhan ribu ngalut



BALI POST
2004年
2月17日

市内氾濫記事写真

GENPA - Empat korban tewas akibat gempa tektonik gunung berapi Tondulak (2.438 dpl) berkekuatan 1
pada Skala Richter di Kabupaten Tanah Datar, Sumbar, Senin (16/2) malam. Selain korban jiwa, ratusan orang
sengapansi luka-luka. Jumlah rumah yang roboh, rusak berat maupun rusak ringan sejak ini masih ditipa
ken sekitar 70 buah dan belum diketahui berapa nilai kerugiannya.

斜面崩壊写真

PDI-P Bali Tuding Kiner

BALI POST 2004年2月19日



LONGSOR - Tugu Padi Budang yang juga terbelak rumah penduduk sengapansi longsor dipusat di
terluka bagian atas mengayur Denpasar, Rabu (17/2) malam.

バドン川護岸崩壊写真

Tanah Longsor, 55 Tewas Terkubur

Denpasar, JP.

Bencana tanah longsor menimpa penduduk Banjar/Dusun Timbul dan Calo, Desa Pupuan, Kecamatan Tegallalang, Kabupaten Gianyar, kemarin. Diperkirakan, 55 orang tewas akibat tertimbun tanah dan lumpur dalam peristiwa yang terjadi sekitar pukul 09.00 Wita itu. Lokasi kejadian berada sekitar 80 kilometer utara kota Denpasar.

Peristiwa yang membuat masyarakat Bali ini menangis berduka saat Krama Subak (anggota perhimpunan petani penakai air) Timbul melaksanakan kerja bakti membersihkan saluran air yang mereka bersihkan di pinggir tebing Calo, di lembah curam 200 meter.

Perkumpulan Krama Subak yang beranggotakan 150 orang berangkat dan bekerja secara bersih-bersih di bagian atas tebing Calo, di lembah curam 200 meter.



55 were killed by Landslide

Denpasar, Jawa Pos

(英訳: 初めの一部分のみ)

Landslide Disaster hit the inhabitants of Banjar/Timbul and Calo Sub-Villages, Pupuan Village, Kecamatan (Sub-District) of Tegallalang, Kabupaten (Regency) of Gianyar, yesterday. 55 persons were estimated dead because of being buried by soil and sludge which occurred around 09:00 WITA (Central Indonesia Time). Location of the disaster is about 80 kilometers in the north of Denpasar city.

The incident which made the Bali people crying, occurred when the Krama Subak (member of water users of farmer association) of Timbul Sub-village were conducting "Kerja Bakti" (voluntary labor service) for cleaning the stagnant water channel. They cleaned the channel along the edge of steeply sloping hillside of Calo, at the steep valley at a depth of 200 meters.

The Krama Subak Association which has members of 150 persons left their houses together at 08:30. In carrying out the cleaning work, they were divided in two groups. Each group consisted of 75 persons. One group worked at the south of the hill and another group worked at the north part.

Unlucky fate hit the group which were carrying out the cleaning at the north part. When they started working, the soil of the steeply sloping above them was gradually sliding down. But, as the volume of the landslide was falling in small amount, thus the farmers did not care it. They even considered such matter was reasonable because heavy rain fell last night.

They continued cleaning the channel at the steep slope. At the moment, a soil clump in big volume was suddenly falling down from the upper steep slope together with sludge sliding in thousands of cubic meters.