第2章 調査対象地域の現況

2.1 社会·経済

バリ州は、5,632.86km²の面積を有し、図-2.1に示すように、8 つの県(カブパテン)と 1 つの市(コタ)であるデンパサール市で構成されている。県/市の下部行政組織としては郡がありバリ全州では55郡を数える。



図-2.1 行政区分(8 県とデンパサール市)

2000 年度統計調査に基づく人口は約 315 万人である。1990-2000 年の人口増加率は 1.3%、デンパサール市では 3.2%と都市域への人口の流入がうかがえる。また、人口密度についても、バリ州での 559 人/ km^2 に対して、デンパサール市では 4,295 人/ km^2 、隣接するバドゥン県では 826 人/ km^2 とデンパサール都市圏への人口集中が進んでいる。(表-2.1参照)

衣-2.1 人口推移と増加率、人口省度										
		統計調査人	、口(千人)		増力	中率	人口密度			
地域	1971年	1980年	1990年	2000年	80年~90 年	90年~00 年	人口名及 (人/km²)			
インドネシア	119, 208	147, 490	179, 379	206, 265	2.0%	1.4%	109			
バリ州	2, 119	2, 470	2,777	3, 147	1. 2%	1.3%	559			
ジュンブラナ県	171	205	218	232	0.6%	0.6%	275			
タバナン県	329	343	350	376	0. 2%	0. 7%	448			
バドゥ゙ン県	230	243	275	346	1. 2%	2.3%	826			
ギアニャール県	272	306	337	393	1.0%	1.6%	1, 068			
クルンクン県	138	149	150	155	0.1%	0.3%	493			
バングリ県	138	162	176	194	0.9%	0. 9%	372			
カランアセム県	267	314	343	361	0.9%	0.5%	429			
ブレレン県	403	487	540	558	1.0%	0.3%	409			
デンパサール市	171	261	388	532	4. 1%	3.2%	4, 295			

表-2.1 人口推移と増加率、人口密度

資料: Bali in Figures 2003 他

バリ州の 2004 年度 GRDP は 29 兆ルピア (約 3,300 億円) である。2000 年-2004 年 GRDP 成長率は 3.0-4.6%/年と経済危機以降、安定して推移している。また、産業別には観光関連産業に牽引される形で第 3 次産業が 64%を占めており、次いで第 1 次産業 21%、第 2 次産業 14%となっている。一人当たり GRDP は 920 ドルであり、イ国平均の 80%となっている。

	X-2.2 2004 +及 0D1 次 0 0KD1										
地域	総生産額	産業別構成比 一人当た									
地域	10 億ルピア	1 次産業	2 次産業	3 次産業	米ドル						
インドネシア	2,303,031	24%	35%	41%	1,150						
バリ州	28,984	21%	15%	64%	920						
バリ州の割合	1.3%	-	-	-	80 %						

表-2.2 2004 年度 GDP 及び GRDP

資料: Bali in Figures 2003, Statistical Year Book 2003 他

農業は、GRDPに占める割合は低いものの、人口の40%が従事する重要な産業である。品目別に見ると稲作が今もなお、主要な農産物であるが、果樹、蔬菜等への移行も進んでいる。第2次産業では、食品加工、繊維・皮革、木材製品等の軽工業が主であり、デンパサール市とその周辺及び東部のカランアセム県に集中している。

観光産業はバリ州の重要な産業であり、観光客数は季節的な変動は少ないものの、乾季である7~9月が最も多い。2004年には外国人観光客数が約150万人と2002年10月の爆弾テロ事件以前の水準に戻ったが、2005年10月のテロ事件以降再び落ち込んでいる。

バリ州の労働人口は約1.9百万人(2003年)で、1次産業に40%、3次産業に同じく40%が従事している。

最低賃金は、 $447,500\sim506,500$ ルピアと県により異なるが、概ねジャカルタ市の $60\%\sim70\%$ レベルである。(表-2.2参照。)

バリ州の貧困ライン(2004 年)は、都市部で 158,639 ルピア/人/月、農村部で 136,166 ルピア/人/月と定められており、この貧困ライン以下の人口は、都市部で 8.7 万人、農村部で 14.5 万人にのぼる。バリ州の場合、全州人口に占める割合は 6.9%であるが、イ国(16.7%)よりは貧困層の割合(16.7%)が低い。

2.2 バリ社会とスバック

スバックはバリ州固有の伝統的な水利組合であり、古来より水利権や作付体系の調整、灌漑施設の建設、維持管理等を行ってきた。その由来は9世紀に遡ると言われ、バリの地勢・気候条件とヒンズー教の価値観によって技術と組織形態が育まれてきた。ヒンズー教の世界観は"Tri Hita Karana"(繁栄のための3要素)というスバックを支える思想に反映されている。3要素とは、「人間と神」、「人間と社会」、「人間と自然」である。また、水は万物の原型、存在の母と意識され、生命を象徴するものとして捉えられる。

スバックは共同の水源を利用する農民で構成され、堰・水路を協同で造り、管理する。1スバック辺りの平均水田面積は約100haであるが、大規模になるとテンペック(tempek)と呼ばれる小単位で構成される。1993年時点でバリ州全域に1,600のスバックの存在が確認されている。

1970年代後半に始まった灌漑設備の近代化によりスバックへの水配分に変化が生じ、上流と下流のスバックがスバック・グデと呼ばれる連合を組織するようになった。現在、タバナン、クルンクン、ブレレン、ギアニャールを中心に合計 41 のスバック・グデが存在する。うち、タバナンとブレレンにおいては、より広域で水配分調整を行うニーズに対応して、スバック・グデの連合であるスバック・アグンが組織されている。

2.3 地形・地質・土地利用

バリ島の地形は、中央部を東西に連なる 1,500~3,000m 級の山地帯によって南北に分断されている。北部は急峻な地形が多く、南部では、緩やかな丘陵地帯と海岸付近の平地が広がる。



図-2.2 バリの地形

地質は、新三紀の中新世(Miocene)から鮮新世(Pliocene)の火山噴出物及び海成層を基盤とし、その上に第四紀の更新世(Pleistocene)から完新世(Holocene)にかけての激しい火山活動に由来する火砕流、火山噴出物、火山泥流が厚く覆っている。基盤岩が露出している箇所は、南東部の海岸部から標高 500m 付近に分布するウラカン地層(火山角礫岩、溶岩及び凝灰岩)、南部とペニダ島に分布するスラタン地層(石灰岩)、及び北西部から北部海岸地域の狭い範囲である。沖積層は海岸線部、湖周辺及び河床部にわずかに分布するのみである。

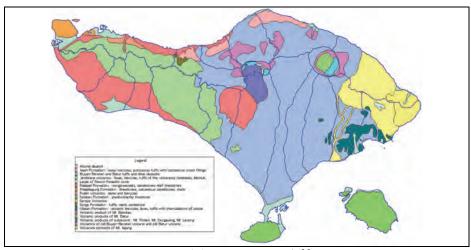


図-2.3 バリの地質

土地利用については、農地(水田、畑、プランテーション)が 60%を占めており、森林面積は約 $20\sim25\%$ であるが、都市周辺では農地からの土地利用転換が進み、1.01%年の割合で水田が減少している。

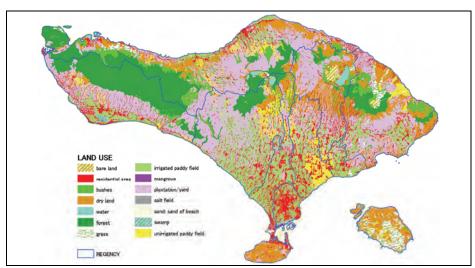


図-2.4 バリの土地利用区分

2.4 気候

気候は、バリ州は熱帯モンスーン気候に属し、平均気温は平地部で約27^{\mathbb{C}}、山地部で約21^{\mathbb{C}}であり、月変動、日変動共に小さいが、乾季である $5\sim1$ 0月が比較的気温は低い。平均相対湿度は平地部で $70\sim80$ %、山地部では $93\sim95$ %である。

年平均雨量は 2,003mm であるが地域的な差異が大きく、海岸部のでは 1,500mm 以下であるのに対し、山地部では 3,000mm 以上である。また、季節的な変動も顕著であり、年降雨量の 8 0 %程度が雨季($11\sim4$ 月)に集中している。

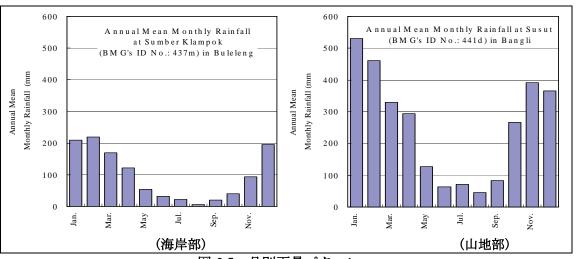


図-2.5 月別雨量パターン

2.5 水理地質

水理地質特性をみると、沖積層海岸部にわずかに分布し、透水性は高いが、塩水の影響を受け やすい。上第四紀層は、中部から東部に広く分布し、透水性は中~高程度である。下第四紀層は、 西部に広く分布し、ジュンブラナ県では灌漑利用のための地下水開発が進んでいる。西部山岳地 域から東部に広がる火山岩層は東部の一部を除き透水性は低い。第三期層である火山岩層は透水 性が低く、石灰岩からなる海成層では断層や洞穴など、開発できる帯水層は一部に限られている。

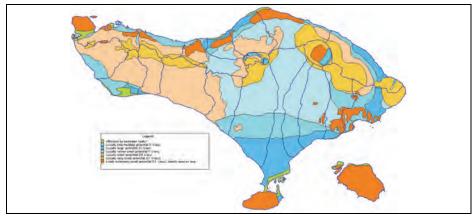


図-2.6 水理地質

井戸は 120m 以下の深井戸は全体の 80%以上を占める。地域的な分布では、西部、北東部の海岸地域では帯水層は比較的低いのに対し、南部では様々な深さの井戸が混在している。湧水は湧湧出量 10lit./s 以上の湧水については、ブレレン県とカランアセム県に多く分布する。湧出量 100lit./s を越える大規模な湧水はポヘンアデン山及びアグン山の山麓に分布している。

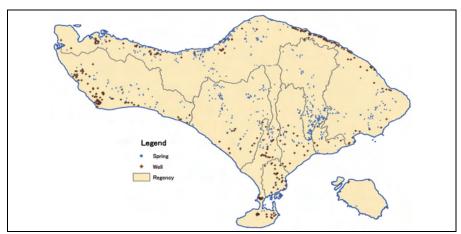


図-2.7 井戸および湧水位置

2.6 自然環境·水質

バリの伝統文化においては、山や湖は神聖なものとされ、また観光資源保護の観点から保全区域に指定されている。また、北西部のギリマヌック湾及びムンジャンガン島周辺、南部のブノア湾のマングローブ林も国立公園、自然公園地域に指定されている。これらの保全区域は1,200k ㎡にも及びバリ等の約1/4に相当する面積である。

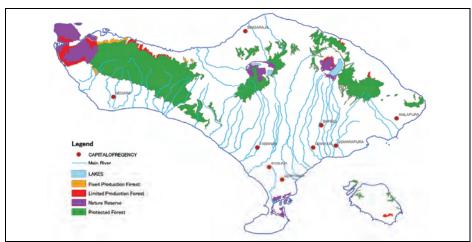


図-2.8 バリ島の自然環境保全区域位置

水質基準については、クラス I ~IVの 4 段階に示される基準(環境基準 1997)がある。表流水の水質については、デンパサール市及びクタ地区を流下するバドゥン川、マティ川下流では水質汚濁が顕著である。湖については、水質は良好に保たれている。一方、地下水及び湧水の水質については、南部のクタ地区、ヌサドゥア地区及びペニダ島で塩水化および水質汚濁の進んでいる箇所が検出されたが、他の地区は概ね良好である。

2.7 農業と灌漑

統計資料によると、過去7年間で5,000ha 以上の水田が住宅地などに転換されており、バリ州全域で平均すると、年間で約870ha の水田が減少していることになる。特にデンパサール市、ジュンブラナ県、バドゥン県では、平均を上回る減少傾向にある。

No.	県・市	1997年 (ha)	1999年 (ha)	2001年 (ha)	2003年 (ha)	年平均増加率 (%/年)
01	ジュンブラナ県	8,135	7,889	7,685	7,013	-2.44
02	タバナン県	23,836	23,414	23,154	22,639	-0.86
03	バドゥン県	11,578	10,816	10,619	10,334	-1.88
04	ギアニャール県	15,323	15,203	14,966	14,937	-0.42
05	クルンクン県	4,049	4,016	3,985	3,932	-0.49
06	バングリ県	2,887	2,888	2,888	2,888	0.01
07	カランアセム県	7,308	7,099	7,059	7,034	-0.63
08	ブレレン県	11,420	11,581	11,472	11,011	-0.61
71	デンパサール市	3,314	3,165	3,031	2,856	-2.45
	合計	87,850	86,071	84,859	82,644	-1.01

表-2.3 水田面積の推移

出典: バリ州農政局

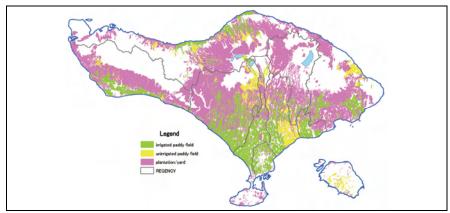


図-2.9 農業区域の分布

農業は、水稲、PALAWIJA(インドネシアの固有の表現で、とうもろこし、キャッサバ、芋、豆類等の米以外の主食作物として定義される)、果樹、蔬菜、プランテーションと多様であるが、作付面積から見ると水稲につづいて PALAWIJA が主要作物である。2003 年の米の収量(籾)は792,000 ton と州の自給率を達成しており、水田面積の減少(年平均1.01%)は生産性(5.5 ton/ha)を高めることで補っている。タバナン、ギアニャール、バドゥン、ブレレンの4 県では、米の2期作あるいは3期作が行われ、州合計の75%を生産している。

州政府によれば施設面からの灌漑可能な水田面積は 94,898 ha とのことであるが、2003 年に実際に作付けされた水田面積は 82,644 ha であった。過去のデータと比べても、80,000 ha のオーダーが作付面積と考えられる。

水田灌漑の水源はそのほとんどが表流水(河川)を利用しており、地下水の利用は限られている。

2.8 電気需要と供給

バリ州の電力生産はインドネシア電力社が担っており、生産能力は 452MWである。州内 3 カ 所の発電施設はいずれも火力発電であり、ディーゼル発電(28%)及びガス発電(72%)からなっている。

項目	生産能力	供給能力
I. バリ州の供給力		516 MW
1. バリ州内生産	452 MW	316MW
1) ギルマナック・ディーゼル発電	50 MW	(生産力の70%)
2) ギルマナック・ガス発電	100 MW	
3). プサングラハン・ディーゼル発電	78 MW	
4) プサングラハン・ガス発電	128 MW	
5) ペマロン・ガス発電	96 MW	
2. ジャワ島からの供給	_	200 MW
		供給が不安定
II. 最大需要	_	450 MW

表-2.4 バリ州の電力生産及び供給能力

バリ州の電力ピークロードは450MWと、州内供給能力まで近づいている。そのためバリ州は、ジャワ島から200MWの供給を受け、全体では516MWの電力供給能力を有している。しかし、ジャワ島からの電力供給は、同島内での需要増により不安定となっており、本来ピークロード主体の火力発電施設稼働率が年々高まっているのが実状である。電力消費は、商工業が50%と最も多く、ついで家庭45.5%となっている。

バリ州内の電力消費量は年間 10%を越えており、2007 年には危機的状況が予想されており、インドネシア電力社は現在 50MWガス発電を新設中であるが、抜本的な対策として新たな電源開発を模索している。

第3章 水需要と水ポテンシャル

3.1 社会・経済フレーム

将来の水需要予測の基礎データとなる社会経済フレームワークは、2003 年 8 月に、バリ修正空間計画(2003-2010)として発効された、「修正空間計画」に基づいて策定した。

(1) 人口

バリ州の空間計画(2003-2010)では、1990 年代の実績に基づいて、以下の予測シナリオによって2010 年までの人口を表-3.1に示すように予測している。本マスタープランの人口予測は、この空間計画(Spatial Plan)の増加率に基づき、下記に示すケースで2025 年までの人口予測を行った。(表-3.2、参照。)

	州平均の年	人口増加率	バリ州	人口		首都圏人口	
予測シナリオ	2010 年 まで	2025 年 まで	(千人)	(%)	増加率 (%)	(千人)	(%)
上位予測	1.26%	1.26%	4,304	104.0	2.19 2.71 1.97 1.47	<u>首都圏:2,183</u> デンパサール:1,038 バドゥン:580 ギアニャール:565	106.3 107.5 106.2 104.4
中位予測-A	1.18%	1.18%	4,220	101.9	2.06 2.56 1.97 1.37	<u>首都圏:2,118</u> デンパサール:1,002 バドゥン:563 ギアニャール:553	103.2 103.7 103.1 102.2
中位予測-B	1.18%	1.05%	4,139	100.0	1.74 2.41 1.85 1.28	<u>首都圏:2.053</u> デンパサール:966 バドゥン:546 ギアニャール:541	100.0 100.0 100.0 100.0
下位予測	1.05%	1.05%	4,086	98.7	1.75 2.14 1.69 1.21	<u>首都圏:1,960</u> デンパサール:903 バドゥン:526 ギアニャール:531	95.5 93.5 96.3 98.2

表-3.1 人口予測(予測シナリオ)

<トレンド予測>

州政府との協議に基づいて次のように2025年までの人口を予測した。

- ◆ 州政府との協議により、2010 年までは「中位予測」の年人口増加率 1.18%が現実的である。
- ◆ 2011 年以降 2025 年までは、自然増はさらに減少するものと予想され、空間計画の「下位 予測」の年人口増加率 1.05 (自然増:0.90%+社会増:0.15%) とする。

上記の傾向を踏まえ、2010年までは「中位予測」の年人口増加率 1.18%を採用し、それ以降 2025年までは、空間計画の「下位予測」の年人口増加率 1.05(自然増:0.90%+社会増:0.15%)とした「中位予測-B」を採用した。

<開発予測>

修正空間計画に示されたブレレン県の CELUKAN BAWANG 工業団地計画が進められていることを考慮して、デンパサール市とバドゥン県から同工業団地への工場移転があるとして人口移動を組み込んだ。

(2) 製造業

修正空間計画(2003-2010)では、製造部門の年経済成長率について、2003 年から 2005 年までは 5.49%、2006 年-2010 年までは 8.44% としている。本計画では、2,004 年-2005 年:5.5%、その後 2025 年までを 7.0% とした。

表-3.2 人口予測(県市別人口予測)

	-7:1\$			人口 (千人	.)				
県/市	面積	センサス		トレンド予測		修正トレンド予測			
	(km2)	2000年	2005年	2010年	2025年	2025 年			
ジュンブラナ	858.26	232	238	244	263	263			
タバナン	855.40	376	388	400	436	436			
バドゥン	398.29	346	379	425	547	540			
ギアニャール	367.96	393	419	451	541	541			
クルンクン	316.38	155	157	159	164	164			
バングリ	531.30	194	202	210	235	235			
カランアセム	846.32	361	367	375	396	396			
ブレレン	1,333.59	558	565	571	591	613			
デンパサール	125.36	532	600	704	966	951			
合計	5,632.86	3,147	3,315	3,539	4,139	4,139			
デンパサール近郊域	891.61	1,271	1,398	1,580	2,054	3,032			
(SARBAGI)	(16%)	40%	42%	45%	50%	49%			

(3) 工業生産高

工業生産高はマスタープランの水需要の予測に用いる。2003年の工業生産高に基づき、前述の経済成長率を用いて算定した将来の工業生産高を表-3.3に示す。

実績(10 億 RP) トレント 予測(10 億 RP) 修正トレンド予測(10 億 RP) 県/市 2003/2004 2005年 2010年 2025年 2025年 ジュンブラナ 1,270 1,270 297 313 463 タバナン 137 144 213 バドゥン 309 1,256 293 458 715 ギアニャール 155 164 242 664 664 クルンクン 22 23 93 93 34 バングリ 5 5 7 20 20 カランアセム 62 66 97 267 267 ブレレン 10 10 15 42 1,559 デンパサール 538 568 838 2,302 1,326 合計 1,519 1,602 2,367 6,499 6,499 デンパサール近郊域 986 1,041 1,538 4,222 2,705 (SARBAGI) (64%) (65%) (65%)(65%) (42%)

表-3.3 県別の工業生産額予測

(4) 観光

<観光客数>

バリへの外国人観光客は、最近 5 年間 (1999 年—2004 年、ただし 2003 年を除く) 平均年 4.5% で増加している。観光客の増加は、今後、この増加率で増加するもの考え、年増加率を 4.5% と想定した。

<必要なホテルの客室数>

想定に基づいて求めた必要なホテルの客室数を表-3.4に示す。2025年の必要な客室数は、2004年の客室数の約2.5倍となる。

表-3.4必要なホテルの客室数2004 年2010 年

ホテルの分類	2004年	2010年	2025年
ランクされたホテル (スターホテル)	9,300	12,200	24,100
その他ホテルや宿泊施設	5,400	7,100	14,000
合計	14,700	19,300	38,100

3.2 水需要予測

3.2.1 予測条件

水需要は、家庭用水と家庭用水以外に分けて予測し、それぞれ表-3.5、表-3.6に示してある。

(1) 家庭用水

<公共水道>

消費原単位予測は、都市用水供給公社 PDAM 給水区域における現状の原単位ベースとし、これに過去の伸び率、将来の生活様式の変化による伸び率を考慮して決定した。ただし、デンパサール市とバドゥン県については、節水の啓蒙活動などを通じて 20 年間の伸び幅を抑え 10lit/人/日とし、それぞれ、220lit/人/日および 210lit/人/日とした。

<非公共水道>

アンケート調査結果から、慣習となっているマンディ(沐浴)の回数は一日2回、洗濯の回数は1.9回という回答を得た。これらをベースとしてPDAM給水区域外の一般家庭の原単位は60lit/人/日とした。この値は将来とも同じ値とする。

200 7/1112 1 MH21 (3/02/1174)										
	公共給水							非公共給水		
都市用水 供給公社		肖費原単位 ッター/人/目		給水率 (%)			未収水 (%)			水消費原単位 (リッター/人/日)
	2004	2010	2025	2004	2010	2025	2004	2010	2025	(1777-770/11)
デンパサール	210	220	220	45	55	70				
バドゥン	170	180	210	35	45	70				
PT. TB社	200	210	210	65	70	80				
ギアニャール	130	140	160	45	55	70				
ジュンブラナ				30	35	50	23	20	20	60
タバナン				40	50	70	23	20	20	00
クルンクン	110	120	150	50	55	70				
バングリ	110	120	130							
カランアセム				20	30	50				
ブレレン										

表-3.5 水需要予測諸元 (家庭用水)

(2) 家庭用水以外の消費原単位の設定

<商業・公共用水>

2000年に実施された「バリ水供給計画」によれば、生活用水の20%を商業、公共用水需要としている。本計画では、それぞれの水道会社の現状を考慮して表-3.6に示すように設定した。これらの需要は、全て公共水道から供給されるとした。

<産業用水>

産業用水については、調査団の実施した各工場(食料・飲料、繊維、木工)へのアンケート調査に基づいて、単位出荷額当たりの水消費量を 10m³/10 億 RP/年と決めた。本計画では、産業用水の公共水道への給水率、現状の給水率 20%に基づいて表-3.6に示すように設定した。

<観光用水>

観光用水については、調査団の実施した各ホテルへのアンケート調査に基づいて、大規模ホテル: 3.3m³/部屋/日、大規模ホテル以外: 1.5m³/部屋/日とした。大規模ホテルの現状の公共水道の依存率(給水率)は20%程度である。2025年の大規模ホテルの公共水道への給水率を70%と設定した。

(3) 水道給水率

水道給水率予測に当たっては過去の伸び率とともに国家目標値(2015年の給水率を60%としている)を考慮して決定した。ただし、デンパサール市とバドゥン県については、現在、約半分の家庭で使われている浅井戸は将来も使われ続けると想定した。

(4) 将来の無収水率

バリ州の平均無収水率は2004年で23%と低い値を示している。この値を低く保つことによって経営を向上させることができるためぜひとも低く抑えるべきである。従って、将来の無収水率は、新規の給水施設の整備による漏水率の低下を考慮して、2010年以降20%と計画した。

	文 0.0 小面文 1 Kind 1 Kind 1 大人 2 大人								
八籽	Ŷ	言	計画給水率 (%)						
分 類	用水供給区分		2004年	2010年	2025年				
商業/	PT.TB 社	家庭用水の 30%							
公共施設	デンパサール市およ	家庭用水の 20%	100	100	100				
	びタバナン県公社		100 100		100				
	他 7 県公社	家庭用水の 10%		-					
工業	製造業	10 m³/日/生産高(10 億 RP)	20	25	40				
観光	大規模ホテル	3.3 m³/部屋/日	20	40	70				
	小規模ホテル	1.5 m³/部屋/日	100	100	100				
未収水	家庭用水と同率 (%)		23	20	20				

表-3.6 水需要予測結果(非家庭用水:産業及び公共施設用水)

3.2.2 水需要予測值

以上の条件で求めた将来の水需要を表-3.7に示す。20年後の2025年の生活用水と非生活用水(商業・工業用水・工業用水・観光用水)の使用量は、11,035 lit/s で、その84%(9,259 lit/s)が公共水道から提供されている。その公共水道分の73%(6,731 lit/s)が生活用水である。首都圏(デンパサール市・バドゥン県・ギアニャール県)の現状公共水道需要は、2,359 lit/s であるが、20年後には6,052 lit/s となる。

表-3.7 デンパサール市並びにその近傍の水需要予測

単位: lit/s

		公共水道			非公共水道	Ì		合 計	
県·市/年	生活用水	非 生活用水	合計	生活用水	非 生活用水	合計	生活用水	非 生活用水	合計
バドゥン(合計)									
◆ 2005年	470	248	718	145	251	396	615	499	1,114
◆ 2010年	625	378	1,003	138	257	396	763	635	1,398
◆ 2025年	1,189	1,000	2,189	264	99	363	1,288	1,264	2,552
デンパサール									
◆ 2005年	929	251	1,180	227	99	326	1,157	350	1,507
◆ 2010年	1,232	345	1,577	218	115	333	1,450	460	1,910
◆ 2025年	2,119	686	2,805	197	134	330	2,316	820	3,136
バリ州合計									
◆ 2005年	2,754	747	3,501	1,460	441	1,901	4,215	1,188	5,402
◆ 2010年	3,608	1,048	4,657	1,350	485	1,834	4,958	1,533	6,491
◆ 2025年	6,731	2,527	9,259	1,050	726	1,776	7,782	3,253	11,035
首都圈合計									
◆ 2005年	1,796 65%	563 75%	2,359 67%	527 36%	373 85%	900 47%	2,324 55%	936 79%	3,260 60%
◆ 2010年	2,360 65%	806 77%	3,166 68%	496 37%	400 82%	897 49%	2,856 58%	1,206 79%	4,062 63%
◆ 2025年	4,184 62%	1,868 74%	6,052 65%	573 55%	286 39%	857 48%	4,592 59%	2,319 71%	6,911 63%

水ポテンシャル 3.3

表流水ポテンシャル **(1)**

バリ州では信頼できる流量データを有する河川は11河川に限られており、各河川の流出特性を 検討し代表流況を選定、データ未整備の流域に適用して表流水ポテンシャルを算定した。バリ島 全土での年間流出量は 6,055 百万 m³ (192 m³/s) と推定され、以下に示すように流出率は 1,078/2,003mm = 0.54(54%)となる。

表-3.8	バリ島における表流水ポ	テンシャル	(流域別)

サブ流域	流域面積	年平:	均雨量	年間流出			
20 流域	(km ²)	(mm) (m^3/s)		(mm)	(百万 m³)	(m^3/s)	
合計/平均	5,632.86	2,003	356.493	1,07 5	6,055.3	192.012	

次に、河川流量(ケース A: 自然流況換算値)を各行政単位ごとに求めると表-3.9の通りとなる。 年間流量は3ケースの算定条件を設定した。

表-3.9 バリ島における表流水ポテンシャル(県別)

	• •			, ,,,,	.,,,	
項目	雨量	面積	雨量の流量換	4	年間流量 (m ³ /s)	1
県・市	(mm)	(km ²)	算(m³/s)	ケース A	ケース B	ケース C
ジュンブラナ	1,980	841.80	52.700	25.994	23.015	5.753
タバナン	2,479	839.33	65.788	40.018	35.696	8.924
バドゥン	2,195	418.52	29.046	17.178	14.085	3.521
デンパサール	2,080	123.98	8.154	5.144	4.021	1.005
ギアニャール	2,276	368.00	26.482	16.373	15.550	3.888
クルンクン	1,935	105.38	6.447	4.258	4.125	1.031
バングリ	2,024	520.81	33.329	16.562	14.342	3.586
カランアセム	1,804	839.54	47.887	25.696	18.807	4.701
ブレレン	1,841	1,365.88	79.507	37.364	27.296	6.824
ペニダ島	1,079	209.62	7.151	3.425	0.507	0.127
合 計	2,003	5,632.86	356.493	192.012	157.445	39.360

ケース B:

正、2016年30日派売店 流域面積が 10km²以上を対象にした自然流量 流域面積が 10km²以上を対象にした渇水流量(95%流量:年のうち 18 日間はこの流量を下回らない流量)

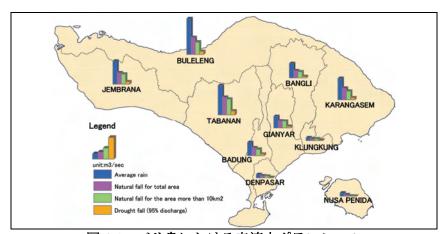


図-3.1 バリ島における表流水ポテンシャル

貯水池による表流水開発 **(2)**

バリ州には、5ヶ所の人工貯水池がある。このうち1ヶ所(タバナン県のテラガツンジュン・ ダム)は現在建設中である。また、29ヶ所の貯水池が提案されている。この計画貯水池のうち5 ヶ所については詳細設計が、1ヶ所については妥当性確認調査が州政府によって実施されている。

湖水ポテンシャル **(3)**

バリ島には4つのカルデラ湖が存在するが、いずれも外部へ流れのない閉塞流域である。しか しながら、隣接する流域上流部での流量及び湧出量が豊富で、その涵養量は豊富であると考えら

れる。したがって、湖からの年間涵養量を湖水ポテンシャルとして以下のように算定した。

	23-3.10	0 76/6/ 7 19/14/27	小加区面		
湖名	平均雨量	年間雨量	雨量損失	涵養量	ŧ
(4) /1	(mm/y)	$(10^6 \text{m}^3/\text{y})$	$(10^6 \text{ m}^3/\text{y})$	$(10^6 \text{m}^3/\text{y})$	(m^3/s)
バトゥール湖	1,809	184.9	78.1	106.8	3.4
ブラタン湖	2,741	36.2	10.7	25.4	0.8
ブヤン湖	2,994	72.8	18.9	53.8	1.7
タンブリンガン湖	2,958	33.4	8.5	25.0	0.8
	_	327.2	116.2	211.0	6.7

表-3.10 カルデラ湖からの涵養量

(4) 湧水ポテンシャル

今回の調査団による湧水現況調査の結果をもとに、バリ島での湧水ポテンシャルおよび現状の湧水利用の実態を調査した。

項目	ポテンシャ		既存の湧水利用 (lit/s)					
県・市	ル(lit/s)	灌漑	給水	その他	合計	(lit/s)		
ジュンブラナ	119	3	0	0	3	116		
タバナン	4,149	833	1,022	7	1,862	2,287		
バドゥン	1,335	407	15	56	478	857		
デンパサール	0	0	0	0	0	0		
ギアニャール	3,052	80	393	1,339	1,812	1,240		
クルンクン	263	0	79	56	135	128		
バングリ	3,393	517	131	44	692	2,701		
カランアセム	9,956	2,358	183	1,992	4,533	5,423		
ブレレン	6,173	147	408	2,379	2,934	3,239		
ペニダ島	525	0	20	0	20	505		
合 計	28,965	4,345	2,251	5,873	12,469	16,496		

表-3.11 湧水の利用とポテンシャル

(5) 地下水ポテンシャル

過去にバリで行われた地下水調査結果、今回の調査団による井戸現況調査の結果をもとに、バリ島での地下水流動量を算定した。(流動計算法)また、IUIDP(1989 年)により求められた、Recharge Coefficient を使った地域ごとの地下水涵養量(浸透量)の算定は最新の雨量データを用いて行った。IUIDPでは涵養量の 10%を地下水利用可能量とみなしている。(涵養計算法)これらを比較検討した結果、IUIDPの計算結果は推定された流動量の 60%程度を利用可能量としていることから、安全側を考慮し、地下水開発可能量として IUIDP にならって求めた涵養計算法を採用した。求められた地下水開発可能量から、現在の利用量を差し引いた量が、将来の地下水開発可能量(残余能力)となる。

次-5-12 22 / 7(42)/10/10 C (1/2)									
項目	ポテンシ	ヤル(lit/s)		既存の地下を	水利用 (lit/s)		残余能力		
県・市	流動計算法	涵養計算法	灌漑	給水	その他	合計	(lit/s)		
ジュンブラナ	3,612	1,126	357	139	85	581	545		
タバナン	850	2,489	10	5	84	99	2,390		
バドゥン	3,035	1,075	31	236	279	546	529		
デンパサール	3,033	292	0	350	297	647	-355		
ギアニャール		1,246	0	360	82	442	804		
クルンクン	4,972	181	0	5	29	34	147		
バングリ		1,551	0	0	9	9	1,542		
カランアセム	2,096	2,090	113	69	24	206	1,884		
ブレレン	5,676	2,093	305	82	24	411	1,682		
ペニダ島	0	289	0	5	0	5	284		
合 計	20,241	12,432	816	1,251	913	2,980	9,452		
決\ ペーガ白にわり	ナッルナス間を	ペルギュ こんよ					·		

表-3.12 地下水の利用とポテンシャル

注)ペニダ島における地下水開発は薦められない。

(6) バリの水文的水収支

<降雨と蒸発量の月変動>

月雨量と月蒸発能を表-3.13に示す。乾期は5月から9月までの期間で、雨期は10月から4月までの期間である。最も乾燥する月は8月で、1月が最も湿潤である。

	次-5:15 万州重し万然元重												
項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10 月	11 月	12 月	年間
月雨量(mm)	360	347	257	172	68	55	42	23	40	140	220	278	2,003
月蒸発量(mm)	101	98	115	117	120	108	115	126	127	127	109	104	1,367
余剰(mm)	259	249	142	55	-52	-53	-73	-103	-87	13	111	174	636

表-3.13 月雨量と月蒸発量

<年間水収支>

調査対象地域の年間の水文的水収支は、次のような式で表される。

 $\angle S = P - [Et + R + G]$

ここで、P:雨量、Et:蒸発散、R:表面流出、G:地下水流出、ΔS:貯留量の変化

長期的にみれば、 ΔS (貯流量の変化) はゼロとなり、年間降雨量が蒸発、表面流出、地下水流出に配分される。河川水と地下水のポテンシャルおよび現況の水利用から、次のような考え方で、自然流況と現況流況の 2 ケースの水収支を求めた。(表-3.14参照。)

- ◆ ポテンシャル計算で求めた雨量、表面流出および地下水流出を既知の値とし、蒸発量を求める。すなわち、Et=P-R-Gとする。
- ◆ 地下水流出については、現況流況では流動計算法で求めた地下水ポテンシャルの値を用い、 自然流況ではこの値に地下水利用水量を加えた値を用いる。
- ◆ 表面流出の現況流況は、灌漑水量の 40%相当を、自然流量の表面流出から差し引き、これ を蒸発散に加える。
- ◆ 人間の経済活動(特に灌漑)により、自然流況に比べて流量換算 16.6m³/s (雨量換算:93mm 相当)の蒸発散の増加がある。

水文量 容量換算 設定ケース 水文要素 雨量に対する割合 $(10^6 \text{ m}^3/\text{y})$ (m^3/s) (mm) 年雨量 11,283 357.8 2,003 100.0 % 想定した 蒸発散 795 4,480 142.1 39.7 % 自然流況 表面流出 1.075 6,055 192.0 53.7 % 地下水流出 133 748 23.7 6.6 % 年雨量 2,003 11,283 357.8 100.0 % 蒸発散 5,005 158.7 44.4 % 888 現況流況 表面流出 999 5,624 178.4 49.8 % 地下水流出 20.7 116 654 5.8 %

表-3.14 水収支検討結果

面積: 5,632.86 km²

3.4 水需要と水ポテンシャルのバランス

表-3.15は自治体別の給水需要(2025年)と残余ポテンシャルの算定結果を示す。表流水ポテンシャル算定ケースについては、以下の3ケースとした。

A: 全ての河川流域の自然流量(取水がないと想定した状態の流量)を総流出量とする (総流出量=表流水 A)

B: 流域面積が 10km²以上の流域だけを対象に算定した自然流量を総流出量とする (10km²以上の流域の総流出量=表流水 B)

C: Bのケースで流況表 95%流量までを総流出量として算定した流量を総流出量とする (95%流量の総流出量+100%流量までの累計流出量=表流水 C)

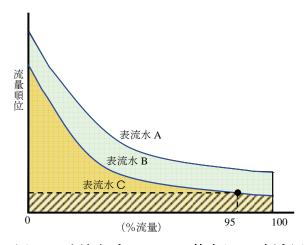


図-3.2 表流水ポテンシャル算定ケース概念図

各ケースの算定結果を基に、残余ポテンシャルを見ると以下のとおりとなる。

- ◆ デンパサール市には、その行政区域内、将来の需要を満たす残余の水ポテンシャルは無く 不足が生じる。
- ◆ バドゥン県とギアニャール県は、将来の水需要を満たす水ポテンシャルはまだあるが、注 意深く水開発を行う必要がある。
- ◆ デンパサール近郊区域(デンパサール市、バドゥン県、ギアニャール県)にとって、開発 水量が大きいこと、一つの経済圏であること、域内の水資源が限定されていること等の理 由で、それぞれの自治体で計画するのではなく、統合水供給システムを計画すべきである。
- ◆ その他の県は、将来の需要を満たすに十分な水ポテンシャルがある。有利な水資源を段階的に開発して、それぞれの自治体の水需要を補給すべきである。

	3.13 H	1D (4-7)	ソルmを	< (2023	+) -	ルタン	7771	(IIUS)		
項目	DEN	BAD	GIA	TAB	KLU	JEM	BUL	BAN	KAR	合計
水ポテンシャル A ^{注)}	5,436	19,588	20,671	46,656	8,896	27,239	45,630	21,506	37,742	233,409
水ポテンシャル B	4,313	16,495	19,848	42,334	5,890	24,260	35,562	19,286	30,853	198,842
水ポテンシャル C	1,297	5,931	8,186	15,562	2,416	6,998	15,090	8,530	16,747	80,757
- 表流水 A	5,144	17,178	16,373	40,018	7,638	25,994	37,364	16,562	25,696	192,012
- 表流水 B	4,021	14,085	15,550	35,696	4,632	23,015	27,296	14,342	18,807	157,445
- 表流水 C	1,005	3,521	3,888	8,924	1,158	5,753	6,824	3,586	4,701	39,360
- 湧水	0	1,335	3,052	4,149	788	119	6,173	3,393	9,956	28,965
- 地下水	292	1,075	1,246	2,489	470	1,126	2,093	1,551	2,090	12,432
現況水利用	2,766	8764	7,407	12,553	1,607	2,358	7,344	1,591	2,407	46,787
- 灌漑用水	1,260	7,650	6,768	12,034	1,400	2,062	6,780	1,398	2,033	41,385
- 公共水道	1,180	718	461	345	151	152	245	83	166	3,501
- 非公共水道	326	396	178	174	56	144	309	110	208	1,901
将来需要(公共水道)	2,805	2,189	1,058	858	282	395	859	287	526	9,259
現況能力(公共水道)	1,115	946	562	544	234	139	394	120	224	4,278
- 河川	800	650	0	81	130	0	0	0	73	1,734
- 湧水	0	50	214	458	94	0	312	120	82	1,360
- 深井戸	315	246	348	5	10	139	82	0	69	1,204
不足能力(公共水道)	1,690	1,243	550	314	48	256	465	167	302	5,015
残余ポテンシャル A	2,670	10,824	13,264	34,103	7,289	24,881	38,296	19,915	35,335	186,622
残余ポテンシャル B	1,547	7,731	12,441	29,781	4,283	21,902	28,228	17,695	28,446	152,055
残余ポテンシャルC	-1,469	-2,833	779	3,009	809	4,640	7,756	6,939	14,340	33,970
残余率 A	0.6	7.7	23.1	107.6	150.9	96.2	81.4	118.3	116.0	36.2
残余率 B	-0.1	5.2	21.6	93.8	88.2	84.6	59.7	105.0	93.2	29.3
残余率C	-1.9	-3.3	0.4	8.6	15.9	17.1	15.7	40.6	46.5	5.8

表-3.15 自治体別の水需要(2025年)と水ポテンシャル(lit/s)

残余率: 開発すべき増強施設の規模に対する残余水ポテンシャルの率。(残余ポテンシャル - 不足能力) /不足能力。0 以下は残余水ポテンシャルが不足することを示す。 大きい値は残余水ポテンシャルが大きいことを示す。

注)水ポテンシャル=表流水(A,B,C))+湧水+地下水 残余ポテンシャル=水ポテンシャル-現況水利用

第4章 水資源開発・管理マスタープラン

4.1 水資源開発・管理のフレームワーク

インドネシア政府は、世界銀行による水セクター調整プロジェクト(WATSAL)の開始に先駆け、1999年に表流水と地下水の水利権の統一化、公共水道と灌漑に関するコスト削減等を目的とした水資源法に関する文書を出した。その後の3年間の水資源法のドラフトに関する議論では、経済原理の導入に関しては変更等があったものの、伝統的な共同体、経済的弱者グループの保護、日常的河川利用や小規模灌漑では免許を持たずに取水できる権利、地方自治体における水資源管理のための新しい組織の設立等が決定された。これらの議論を基に、2004年3月に新水資源法(Law No.7/2004)が制定され、流域における水資源管理、水資源の有効利用、水利権、水探査の許可、水資源管理計画等の公開、情報システムの整備、水料金の徴収等が決定された。バリの水資源開発、管理マスタープランは、この法律の下に策定するものである。

(1) 水マスタープラン策定の目的

水資源は、バリの人々の哲学である「ツリヒタカルナ Tri hita karna: 三つの幸福の要因」に基づいたバリ文化の主体性の保持とバリの発展のための重要な一つの要素である。このビジョンを達成するために、水マスタープランを作成するものである。

(2) 計画の基本方針

水マスタープランの目的を達成できるよう、以下の基本方針に従って、計画を立案検討した。

- ◆ 計画の基礎: 2004 年 3 月に制定された新水資源法を遵守し、また、バリ独自の精神文化 を配慮する。
- ◆ 基本コンセプト: 水資源開発・管理は、「1流域(バリ島)・1計画・1管理」の基本コンセプトに基づく。
- ◆ スバックの尊重: バリの伝統・文化・宗教を受け継いでいる灌漑農業組合であるスバック を尊重して、計画を策定する。
- ◆ 住民参加: 水マスタープランの策定段階で、ステークホルダー協議を通して、住民参加 を図る。
- ◆ 適正な水資源の開発と水配分: 水利用者は、自流域あるいは自らの行政域で水源を求める。不足する場合に初めて、他流域あるいは他の行政域に水源を求める。

4.2 水資源開発計画

4.2.1 水資源開発の代替案

(1) 水資源のオプション

バリ州の開発対象となる水資源のオプションの考え方は次の通りである。

- ◆ 水資源のオプションとしては、①河川水、②湧水、③地下水が考えられる。天然湖水の水 利用は、湖水周辺住民の利用のみに制限されているので開発の対象とならない。
- ◆ 灌漑用水の水源として河川水が最も多く利用されているが、余剰の水量が確認できれば、 有望な開発対象水源である。
- ◆ 河川水の開発方法としては、①直接取水による方法と②洪水期等の水を貯水池に貯留して 利用する方法がある。前者は中規模開発まで、後者は大規模開発が可能である。
- ◆ バリ島の水文・水理地質特性から、湧水が多く分布し、多く利用されている。未利用の湧水は、開発対象となるが、比較的規模が小さい。水質が良いので、小・中規模程度の水源としては有望である。
- ◆ 地下水は、深井戸や浅井戸により利用されている。

深井戸による地下水開発は、水質が良いので公共水道水源となるが、開発規模が制限される。

4.2.2 給水計画

(1) 給水の現状と課題

<水源>

水道公社 (PDAM) の水源は井戸、湧水、表流水に分けられ、依存している水源の水量利用割合は各水源ともおおむね三分の一程度となっている。開発されている水源の量は、2003年時点ではバリ州全体で約4.5m³/s(日量389.000m³)となっている。

<水道料金>

水道料金は各水道公社とも「従量制」を採用している。単位水量あたりの水道料金は各県により異なっているが最低料金はおおむね500~800 Rp/m³の範囲となっている。

<運転・維持管理>

運転維持管理は、各県の水道公社(PDAM)及び民間会社(PTTB)により行われている。従事している職員数は約1、600人である。維持管理上の問題として、水道料金が低く抑えられていることによる赤字の発生、技術者の不足があげられる。

(2) 給水計画の基本方針

将来の需要を満たす水供給施設の増強に当たっては、次の方針に従うものとする。

- ◆ 水 源: 公共水道の水源として選定するとき次項を考慮する。
 - ▶ 水道公社は、新規需要に対する水源を探すとき、先ず、自身の行政区域および流域の中で新しい水源を探す。
 - ▶ 他の行政区域および他の流域は、水源の位置、水源の水質、水源の箇所数を考慮する。
- ◆ <u>最小の水コスト</u>: 新規の給水施設を設置するとき、水源の開発費と施設の O&M コストの 両方を考慮して、水コストを最小にする。
- ◆ <u>段階施工</u>: 新規の給水施設を設置するとき、経済的な観点から、需要に見合うように施設を段階的に整備する。
- ◆ <u>施設の維持管理</u>: 水道管・モーターなどの給水施設は、漏水防止のため適正に維持管理 されなければならない。現状の平均漏水率は 23%であり、このレベルを改善することは、 水の節約や新規水源の開発と同等であり、また、運転コストの低減にもつながる。

<将来水供給のための水源>

表-4.1に示す各自治体の水道水源の比率を考慮して、「統合給水システムおよび各自治体別の水源」を次のように提案する。

県/市	河川水	湧水	深井戸	説明
ジュンブラナ	-	-	100%	全ての水源が深井戸
タバナン	15%	84%	1%	湧水と河川が水源、主な水源は湧水
バドゥン	67%	8%	25%	3つの水源が利用されている、河川の利用が最も多い
ギアニャール	-	38%	62%	湧水と深井戸が水源、深井戸の利用が最も多い
クルンクン	55%	40%	5%	主な水源は河川と湧水
バングリ	-	100%	-	全ての水源が湧水
カランアセム	33%	37%	30%	3つの水源がほぼ均等に利用されている
ブレレン	-	79%	21%	湧水と深井戸が水源、湧水の利用が多い
デンパサール	72%	-	28%	河川と深井戸が水源、河川の利用が多い
合計	40%	32%	28%	3つの水源が利用されている、大規模水源は河川

表-4.1 自治体別の水源

- ◆ <u>首都圏の統合水供給システム</u>: 大規模な需要を補給するためには、河川水の開発は避けられない。同域内のアユン川、プヌット川、プタヌ川が有望である。同域外では、ウンダ川が有望である。その他の水源(湧水と深井戸)開発も必要である。デンパサールの地下水開発は、水位低下の浅井戸への影響や塩水の浸入等を引き起こすので提案できない。
- ◆ タバナン県: ホー川で給水開発を含んだテラガツンジュン・ダムの建設が進んでいる。

湧水の開発が期待できる。

- ◆ <u>クルンクン県</u>: ペニダ島を含めて、将来の開発水源として湧水が有望である。ペニダ島では、利用者が湧水地点から遠いので管路配水システムの整備が必要である。
- ◆ <u>ジュンブラナ県</u>: ブネルダム (総合開発事業として M/P で提案されている) からの給水 に加えて、深井戸の開発が必要である。
- ◆ ブレレン県: 将来の水源は、湧水と深井戸。遠隔・過疎地への給水も必要。
- ◆ <u>バングリ県</u>: 将来の水源は湧水しかない。水源から遠く離れた地域への配水には注意が 必要である。
- ◆ カランアセム県: 将来の水源は、湧水と深井戸。遠隔・過疎地への給水も必要である。

(3) バリ南部地域の給水計画

バリ南部地域(1 市4県: デンパサール市、バドゥン県、ギアニャール県、タバナン県、クルンクン県→SARBAGITAKU 地域)は、2005 年 12 月に給水システム開発協定(Kerjasama Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum di Wilayah SARBAGITAKU)を締結したので、この地域をまとめた給水計画を策定する。

(a) 現状の給水能力と水需要

バリ南部地域は、水需要量と残余水資源ポテンシャルの特長によって、2 区域(デンパサール 近郊区域およびその他区域)に区分される。バリ南部地域の給水施設の給水能力と水需要を整理 して表-4.2に示す。

	衣-4.2 ハリ曽部地域の結水能力と水需要										
区域区分	水供給組織	項目	2005年	2010年	2015年	2020年	2025年				
	(1)デンパサール	需要 (lit/s)	1,180	1,577	1,986	2,396	2,805 (2,650)				
	PDAM	供給能力 (lit/s)	1,115								
		バランス (lit/s)	-65	-462	-871	-1,281	-1,690				
	(2)バドゥン	需要 (lit/s)	273	399	549	700	851 (813)				
	PDAM	供給能力 (lit/s)	296								
		バランス (lit/s)	23	-108	-253	-404	-555				
	(3)バドゥン	需要 (lit/s)	444	604	849	1,094	1,338 (1,099)				
A デンパサール近郊	PTTB	供給能力 (lit/s)	650								
区域		バランス (lit/s)	206	46	-199	-444	-688				
	(4)ギアニャール PDAM	需要 (lit/s)	461	586	744	901	1,058 (1,008)				
		供給能力 (lit/s)	562								
		バランス (lit/s)	101	-24	-182	-339	-496				
	合計 [1+2+3;+4]	需要 (lit/s)	2,358	3,166	4,128	5,091	6,052 (5,571)				
		需要増 (lit/s)		808	962	963	961				
		供給能力 (lit/s)	2,623								
		バランス (lit/s)	265	-548	-1,505	-2,468	-3,429 (-2,948)				
	(5)タバナン	需要 (lit/s)	345	436	577	718	858				
	PTTB	供給能力 (lit/s)	544								
	1 1 1 1	バランス (lit/s)	201	108	-33	-174	-314				
	(6)クルンクン	需要 (lit/s)	151	169	206	245	282				
B その他区域	PDAM	供給能力 (lit/s)	235								
	1 DINI	バランス (lit/s)	84	66	29	-10	-47				
		需要 (lit/s)	496	605	783	963	1,140				
	合計	需要増 (lit/s)		109	178	180	141				
	[5+6]	供給能力 (lit/s)	775								
		バランス (lit/s)	279	170	-8	-188	-365				
		需要 (lit/s)	2,854	3,771	4,911	6,054	7,192				
バリ南部地域	合計	需要増 (lit/s)		917	1,140	1,143	1,138				
(A+B)	[1+2+3;+4+5+6]	供給能力 (lit/s)	3,398								
		バランス (lit/s)	544	-373	-1,513	-2,656	3,794				

表-4.2 バリ南部地域の給水能力と水需要

注) 2025 年のデンパサール近郊区域の下段は、水需要の以下の条件による算定ケースである。人口:空間計画の最小値1.05%、商工業:計画成長率の半分の3.5%、観光;1999-2004年の最小値の2.1%(2003年を除外)

(b) 水源代替案の検討

<表流水>

表流水開発は河川から直接取水する「自流開発」と雨期の水を貯めて利用する「貯留開発」がある。いずれの開発方式でも、下流ユーザーとの水利権調整が必須となる。

	衣-4.3 目都圏水供給の水源の代替条										
河川名	流域面積	開発方法	開発規模	説明							
アユン川	301.92 km ²	貯留	1,800 lit/s	大規模開発が可能。既得権者との調整が必要。							
7 - 2 / 11	301.72 KIII	自流	200 lit/s								
プヌット川	190.36 km ²	自流	300 lit/s								
エンパス川	107.08 km^2	自流	200 lit/s								
ホー川	170.61 km ²	自流	300 lit/s	 取水地点が中・上流の場合、既得権者との調整							
バリアン川	154.74 km^2	自流	900 lit/s	秋小地点が中・上流の場合、気持惟有との調金 が必要。							
オース川	119.95 km ²	自流	100 lit/s	M· 公安 。 							
プタヌ川	96.89 km ²	自流	300 lit/s								
サンサン川	84.12 km ²	自流	100 lit/s								
ウンダ川	232.19 km^2	自流	500 lit/s								

表-4.3 首都圏水供給の水源の代替案

<湧水・地下水>

湧水や地下水は水質がよく需要地の近くで開発できるので、表流水開発に比べれば、手軽な給水水源となる。しかし、開発量が少ないので大規模開発にはむかない。湧水については、地下水より O&M コストが安いが、下流の表流水利用者との調整が必要である。地下水については、余剰能力の中で設置し、過剰汲み上げによる地下水枯渇の注意が必要である。

2X-T-1	77 YO 17 Y	10 0 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	()	・ ン 120 ロウンロックパノ	DANDAGII	AILU)	
項目		湧水(lit/s)		地下水(lit/s)			
県・市	ポテンシャル	既存の利用	残余能力	ポテンシャル	既存の利用	残余能力	
タバナン	4,149	1,862	2,287	2,489	99	2,390	
バドゥン	1,335	478	857	1,075	546	529	
デンパサール	0	0	0	292	647	-355	
ギアニャール	3,052	1,812	1,240	1,246	442	804	
クルンクン	263	135	128	181	34	147	
ペニダ島	525	20	505	288	5	284	
合計	9.324	4.306	5.018	5,571	1.773	3,799	

表-4.4 湧水・地下水の利用とポテンシャル(バリ南部地域、SARBAGITAKU)

<消費規模別の水源代替案>

バリ南部地域には、人口の集中した大規模消費地域とそれ以外の中小規模消費地域に分けられる。需要規模に応じた水源が次のように考えられる。

	衣-4.5 ハリ曽部地域の水供給水源の代替条								
地域区分	消費地 の規模	地区名	供給会社	水源の代替案					
		デンパサール市全域	DEN-PDAM	表流水:アユン川(貯留開発、自流開発)					
		バドゥン県北クタ地区	BAD-PDAM	表流水:プヌット川(自流開発)					
デンパサ	デンパサ大規模ール近郊消費地	バドゥン県中クタ地区	BAD-PTTB	表流水:プタヌ川(自流開発)、ウンダ					
ール近郊		バドゥン県南クタ地区	DAD-I I I D	川(自流開発)					
区 域		ギアニャール南部地域	GIA-PDAM	表流水:プタヌ川(自流開発)、ウンダ					
(SARBAGI)		イノート 70円印地域	GIA-1 DAIM	川(自流開発)および地下水					
	中小規模	ギアニャール北部地域	GIA-PDAM	湧水および地下水					
	消費地	バドゥン県北部地域	BAD-PDAM	湧水および地下水					
その他区	中小規模	タバナン県	TAB-PDAM	表流水:ホー川(貯留開発、自流開発)					
域(TAKU)	消費地	アハリマボ	IAD-I DAM	湧水および地下水					
җ(IAKU)	TD 具地	クルンクン件	KLU-PDAM	湧水					

表-4.5 バリ南部地域の水供給水源の代替案

<給水事業のゼロオプションについて>

今後20年間に急増する水需要を、計画的・組織的に実施する本給水事業を州政府(あるいは 水道公社)が実施しない場合、次のようなことが考えられる。

- ◆ 需要に供給が追いつかないため、水圧低下や時間給水が日常的に生じる。住民や商店主・ 企業は、自衛手段として浅井戸や深井戸を堀る。
- ◆ 現在でも約半分の世帯が浅井戸を使って地下水ポテンシャルのギリギリまで利用している首都圏では、広域にわたって地下水低下・地下水の塩水化や地下水の枯渇等の問題が起こる。これによって、浅井戸が下水などによる汚染が進み、汚染された浅井戸の利用によって、水因性伝染病の蔓延が懸念される。
- ◆ 日常的な社会生活、公共サービス、経済活動に大きな支障が起こる。経済活動に関連した損害は計り知れない。
- ◆ このような問題は、新たに社会不安や経済活動の鈍化等のもっと厳しい問題を引き起こす。

この問題は、20年後に起こるのではなく、徐々に起こってくる。デンパサール市では既に需要超過が起こり、水圧低下や給水制限が始まっている。需給バランスから考えて、数年後には、今のデンパサール市の実情よりもっと厳しい状態が首都圏全域に広がってくると考えられる。

上記の観点から、ゼロオプションは明らかに採用できない。首都圏域は安全で健全な発展のために、よく処理された公共水を必要としている。

<統合給水システムの代替案>

デンパサール近郊区域の目標年である 2025 年の水需要は、6,052lit/s と予測されている。これらの水需要を満たすために、次のような新規の水供給システムを提案する。

- ◆ <u>北部地域(バドゥン県とギアニャール県の北部地域)</u>: 離れた中小規模の水需要を満た すために、水の輸送距離を最小にするように、地域のポテンシャルに応じて湧水や深井戸 を開発する。
- ◆ **南部地域(デンパサール市、バドゥン県とギアニャール県の南部地域**):集中かつ大需要 を満たすため、経済的かつ最小の環境・社会影響にして、先ず地域内・次に地域外の河川 水を開発する。提案する<u>統合水供給システム</u>は、次の3つのサブシステムからなる。1)西 部給水システム、2)中部給水システム、3)東部給水システム。

デンパサール近郊区域のうち消費量の大きい南部地域を対象にした給水供給システムのサブシステムは、表-4.6に示すように比較検討された。(関連図として図-4.1 から図-4.5 参照)

なおこれらの代替案は、水需要の変化を含む社会経済条件の変化によって変更、見直しが必要である。

システム/代替案	水源·取水地点	浄水場地点	輸送形態	説 明				
西部システム	★能力: 300lit/s ★供給 点: クロボカン(KI		ß地域 ★水源: プヌッ	ト川 ★輸送パイプラインの最終				
W1	プヌット川の中流	カパル(Kaparu)	ポンプ取水+重力輸 送	取水地点下流に、水道や灌漑の 取水箇所がある。				
W2	プヌット川の河口付 近	ムング(Mungu)	ポンプ取水+ポンプ 輸送	取水地点下流には、取水箇所は ない。				
中部システム	★能力: 1,800lit/s ★供給地域: デンパサール市とバドゥン県南部地域 ★水源(1): ダムあり/アユン川 ★水源(2): ダムなし/ a)表流水、b)地下水、c)表流水+地下水 ★輸送パイプラインの最終点: 既存の Ayung 浄水場							
C1 (ダムあり)	ダムの直下流付近	計画ダムサイト	重力取水+重力輸送	取水地点下流に、水道や灌漑の 取水箇所がある。.				
C2 (ダムあり)	アユン川の中流地点	既存のアユン浄水場 付近	ポンプ取水、輸送不 要	取水地点下流に、水道や灌漑の 取水箇所がある。.				
C3 (ダムなし)	表流水	既存のアユン浄水場 付近	ポンプ取水+ポンプ 輸送	取水地点: 6 河川の河口				
C4 (ダムなし)	地下水	既存のアユン浄水場 付近	井戸+ポンプ輸送	180 深井戸				
C5 (ダムなし)	表流水+地下水	既存のアユン浄水場 付近	ポンプ取水/井戸+ ポンプ輸送	取水地点:5 河川の河口 90 深井戸				
C6 (ダム規模縮小)	アユン川の中流地点	既存のアユン浄水場 付近	井戸+ポンプ輸送	アユンダム規模縮小 90 深井戸				
東部システム		地域:バドゥン県の南部プラインの最終点:既存の		の南部地域★水源:プタヌー川と 揚				
E1	ウンダ川の中流 (Telagawaja)	ウンダ川の中流 (Telagawaja)	重力取水+重力輸送	取水地点下流に、水道や灌漑の 取水箇所がある。水輸送はウブ ド経由				
E2	ウンダ川の中流 (Telagawaja)	ウンダ川の中流 (Telagawaja)	重力取水+重力輸送	取水地点下流に、水道や灌漑の 取水箇所がある。水輸送はバイ パス道路経由				
E3	ウンダ川の河口	ウンダ川の河口	ポンプ取水+ポンプ 輸送	水輸送はバイパス道路経由				
E4	プタヌー川の河口+ ウンダ川の河口	プタヌー川の河口+ ウンダ川の河口	ポンプ取水+ポンプ 輸送	水輸送はバイパス道路経由。取 水箇所の段階施工				
E5	プタヌー川の河口+ ウンダ川の中流	プタヌー川の河口+ ウンダ川の中流	(1)ポンプ取水+ポン プ輸送(2)重力取水+ 重力輸送	水輸送はバイパス道路経由。取 水箇所の段階施工				

システム	代替案	説明
西部システム	W1	プヌット川中流(カパル地点)で取水・浄水しクロボカンまで重力導水
	W2	プヌット川下流 (ムング地点) で取水・浄水しクロボカンまでポンプ導水
中部システム	C1	ダム下流で取水し既設アユン浄水場まで重力導水・浄水
	C2	既設アユン浄水場で取水・浄水
東部システム	E1	ウンダ川中流(デラガワジャ)で取水・浄水し、ウブドゥ経由でクタまで重力導水
	E2	ウンダ川中流(デラガワジャ)で取水・浄水し、バイパス経由でクタまで重力導水
	E3	ウンダ川河口で取水・浄水し、バイパス経由でクタまでポンプ導水
	E4	プタヌー河口およびウンダ川河口で取水・浄水し、バイパス経由でクタまでポン
		プ導水
	E5	プタヌー河口およびウンダ川中流で取水・浄水し、バイパス経由でクタまでポン
		プ導水および重力導水

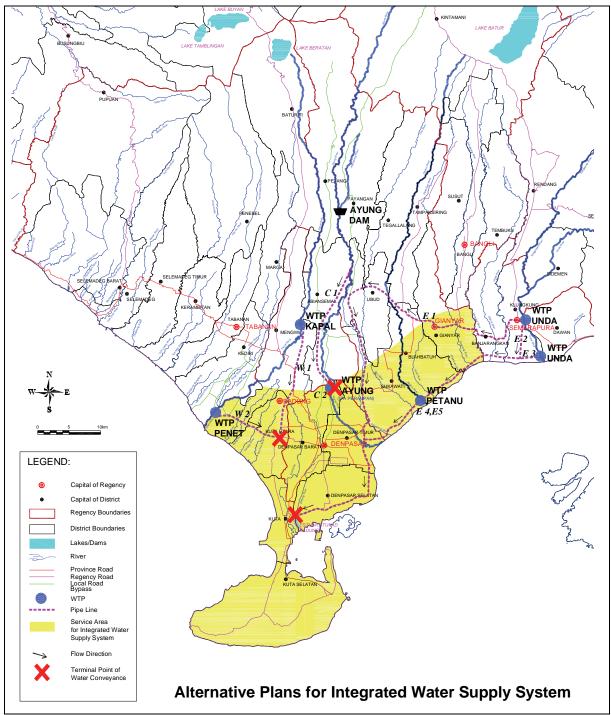


図-4.1 首都圏統合水供給システムの代替案(ダムあり)

中央システム → ダムなし