システム	代替案	説明
中部シス	C6	ダム開発 (C2 と同じ, ダム規模縮小)/ 開発量: 900lit/s
テム	Co	水源: 地下水, 開発区域: タバナン, 開発量: 900lit/s (井戸数 90)

# 地下水利用とポテンシャル(Unit: lit/s) 県、市 タバナン県 デンパサール市 バドゥン県 ギャニャール県 地下水ポテンシャル 2,391 531 292 806 現存深井戸 246 315 348 計画済み深井戸 150 150 0 本代替案の深井戸 900 0 0 0 残余の能力 1,486 135 -23 308 AYUNG DAM (900 lt/s) LEGEND: Capital of Regency Regency Boundaries Lakes/Dams Pipe Line Service Area for Water Supply Flow Direction Alternative C6: With Small Scale Ayung Dam Project Terminal Point of Water Conveyance (Small Scale Dam and Ground Water Development)

図-4.5 ダムあり代替案 (アユンダム規模縮小+地下水開発)

## (c) 代替案のコストによる比較

各代替案のコストによる比較を表-4.7に示す。積算条件は次の通りである。

- ◆ 積算は 2004 年の平均単価に基づいた。インドネシア通貨 RP と US \$ および円の関係は次の通りとする。ただし、2005 年 7 月のレートを用いる。
  - US\$ 1 = Rp. 9,260 = JPY 106.97.
- ◆ 施設は耐用年数に応じた減価償却費を考慮する。
- ◆ 施設の年間運転維持管理費の積算は、インドネシアでの実績を参考とした。
- ◆ ダムの年間運転維持管理費は、建設費の 0.5%とする。.
- ◆ 電気料金は 8.5 円/kwh。

表-4.7 代替案のコストによる比較

項目	西部	システム			中部シ	<b>⁄</b> ステム				東部	部システ	- 4	
クロ ロ	W1	W2	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E1	E2	E3	E4	E5
1. 建設費 (百万円)	789	867	5,868	5,301	8,016	6,601	7,537	6,666	3,416	2,700	3,119	3,166	2,927
ダム・貯水池	-	-	2,744	27,44	-	-	-	1,922	-	-	-	-	-
深井戸	-	-	-	-	-	3,240	1,782	1,782	-	-	-	-	-
環境対策・周 辺整備	-	-	137	137	-	-	-	96	-	-	-	-	-
パイプライン	266	212	567	-	3,590	1,654	2,011	618	2,340	1,625	1,563	1,623	1,783
送水ポンプ	120	252	-	-	2,006	1,147	2,254	758	-	-	480	468	68
水処理施設	337	337	2,022	2,022	2,022	162	1,092	1,092	899	899	899	899	899
配水網	66	66	398	398	398	398	398	398	177	177	177	177	177
<ol> <li>償却費</li> <li>百万円/年)</li> </ol>	22.1	27.7	120.2	108.2	240.4	174.6	232.1	232.1	77.8	62.6	85.5	86.2	69.4
3. O&M 費 (百万円/年)	35.9	46.6	177.5	175.8	633.6	614.4	566.5	289.9	77.1	75.0	137.0	128.6	86.1
<ol> <li>4. 年費用 (百万円/年)</li> </ol>	58.0	74.3	297.7	284.0	874.0	789.0	798.6	442.3	154.9	137.6	222.5	214.8	155.5
5. 生産量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	9.5	9.5	56.8	56.8	56.8	56.8	56.8	56.8	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2
6. 水単価 (円/ m³)	6.1	7.9	5.2	5.0	15.4	13.9	14.1	7.8	6.1	5.5	8.8	8.5	6.2
- 建設分	2.3	2.9	2.1	1.9	4.2	3.1	4.1	2.7	3.1	2.5	3.4	3.4	2.8
- O&M 分	3.8	5.0	3.1	3.1	11.2	10.8	10.0	5.1	3.0	3.0	5.4	5.1	3.4

#### (d) 統合給水システムの総合評価

### <西部給水システム>

代替案 W2 が西部給水システムとして選定された。選定理由等は以下の通りである。

- ◆ 代替案 W2 の減価償却費と運転維持管理費が代替案 W1 の減価償却費と運転維持管理費より大きい。
- ◆ W1 は下流ユーザーとの水利権調整(灌漑取水地点より上水の取水地点を下流へ移動する 必要)が必要であり、この観点から代替案 W1 の取水地点は調整が難しい。
- ◆ 取水が難しい W1 は実現性が薄く、W2 を選定する。

#### <中部給水システム>

代替案 C2 が中部給水システムとして選定された。選定理由等は以下の通りである。

- ◆ 5代替案の中で、代替案 C2 (ダム+下流ポンプ取水)の減価償却費、維持管理費が最も小さく、代替案 C3 (ダム無し・表流水開発)が最も大きい。
- ◆ 経済性で優位な C2 は、環境社会面からの評価では、自然環境への影響は大きいものの、 施工時における社会への影響が少ない。

#### <東部給水システム>

代替案 E4 が東部給水システムとして選定された。選定理由等は以下の通りである。

- ◆ 代替案 E2 の経済性は最も低いが、社会的観点から(すなわち、下流ユーザーとの水利権 調整)、代替案 E1、E2、E5 は取水地点の調整が難しく、致命的である。
- ◆ E3 と E4 は合計スコアが同じであるが、水単価は E4 が小さい。
- ◆ 5代替案の中で、代替案 E4 が最も高い評価である。

表-4.8 代替案の評価

項目		西部シ	ステム lit/s	中部システム 開発量 1.800 lit/s					東部システム 開発量 800 lit/s					
		W1	W2	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E1	E2	E3	E4	E5
(1)経済性(平	均)	3.0	2.5	4.0	4.0	0.5	1.5	1.0	3.0	3.0	3.5	2.5	2.5	3.0
減価償却費 (A)	比償却単価(A) = a (Mil¥/year/100lit/s)	7.4	9.2	6.7	6.0	13.4	9.7	12.9	8.5	9.7	7.8	10.7	10.8	8.7
(Mil¥/year)	スコア	3	2	4	4	0	2	1	3	2	3	2	2	3
運転維持管 理費 (B) (Mil¥/year)	比維持管理単価(B) = b (Mil¥/year/100lit/s)	12.0	15.5	9.9	9.8	35.2	34.1	31.5	16.1	9.6	9.4	17.1	16.1	10.8
(MIII#/year)	スコア	3	3	4	4	1	1	1	3	4	4	3	3	3
(2) 環境社会	:配慮(平均)	2.8	3.6	2.8	3.0	3.4	3.2	3.2	2.8	3.0	2.6	4.0	4.0	2.8
◆ 自然環境		4	4	2	2	4	3	3	2	4	4	4	4	4
◆ 移転家屋		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
◆ 土地取得		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
◆ 水利権調整		0	4	3	3	4	4	4	3	0	0	4	4	0
◆ 施工による社会インパクト		3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	4	4	3
合 計 ス コ ア 5.		5.8	6.1	6.8	7.0	3.9	4.7	4.2	5.8	6.0	6.1	6.5	6.5	5.8
水単価 (円/m³)		6.1	7.9	5.2	5.0	15.4	13.9	14.1	7.8	6.1	5.5	8.8	8.5	6.2
総合評	価	2	1	2	1	6	4	5	3	4	3	2	1	5

- [4]: 良い、問題なし, [3]: [4]と「3」の中間、普通[2]: 普通、若干問題含む [1]: [2]と[0]の中間、普通[0]: 悪い、問題あり
- 減価償却費スコア [4](a<7),[3](a<9),[2](a<11),[1](a<13),[0](a>13)
- 維持管理費スコア: [4](a<10), [3] (a<20), [2] (a<30),[1] (a<40), [0] (a>40)
- 合計スコア= 経済性(1)+ 環境社会配慮(2)
- 総合評価の番号は、システム内の優先順位
- 合計点が同点の場合は、水単価の低い方を優先とする

# (4) 提案するバリ南部地域の給水計画

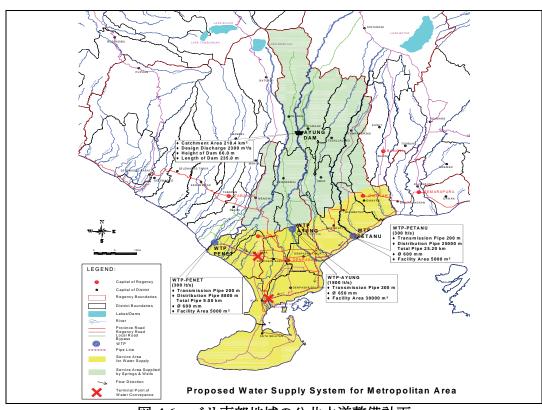


図-4.6 バリ南部地域の公共水道整備計画

## (5) 水需要低下の場合の給水施設整備計画(デンパサール首都圏)

デンパサール首都圏の 2025 年までの水需要増(3,429lit/s) に対して、M/P では、以下に示すように、統合システムと個別システムの構築により合計(3,550lit/s) の能力を持つ給水施設を提案している。水需要が伸びないケース(Lowest Case) の場合は、水単価が高いこと、地域外からの導水になること等の理由から、東部システムのウンダ取水(500l/s)をキャンセルすべきである。

給水システム	<合 計>
<統合システム>	2,900 lit/s
西部システム ・プヌット川の河口での取水 (ホンプ輸送/ポンプ配水)	300 lit/s
中央システム ・アユンダムでの水開発(重力輸送/重力配水)	1,800 lit/s
東部システム	
・プタヌー川の河口での取水(ホンプ輸送/ポンプ配水)	300 lit/s
・ウンダ川の河口での取水 (ホンプ輸送/ポンプ配水)	500 lit/s
<個別システム>	650 lit/s
<合 計>	3,550 lit/s

:水需要が Lowest Case の場合にキャンセルされる施設

## (6) 提案するバリ北部地域の給水計画

#### (a) 現状の給水能力と水需要

バリ北部地域の給水施設の給水能力と水需要を整理して表-4.9に示す。

水供給組織	項目	2005年	2010年	2015年	2020年	2025年
(1)ジュンブラナ	需要 (lit/s)	152	184	254	324	395
PDAM	供給能力 (lit/s)	139				
1 D71W	バランス (lit/s)	-13	-45	-115	-185	-256
2)ブレレン	需要 (lit/s)	245	344	515	687	859
PDAM	供給能力 (lit/s)	394				
1 D MW	バランス (lit/s)	149	50	-121	-293	-465
3)バングリ	需要 (lit/s)	89	123	180	232	287
PTTB	供給能力 (lit/s)	120				
1 1 1 D	バランス (lit/s)	31	-3	-60	-112	-167
(4)カランアセム	需要 (lit/s)	166	236	333	430	526
PDAM	供給能力 (lit/s)	224				
1 DAW	バランス (lit/s)	58	-12	-109	-206	-302
	需要 (lit/s)	652	887	1,282	1,673	2,067
合計	需要増 (lit/s)		235	395	391	394
(1+2+3+4)	供給能力 (lit/s)	877				
	バランス (lit/s)	225	-10	-405	-795	-1,190

表-4.9 バリ北部地域の給水能力と水需要

## (b) 水源の検討

本地域は、比較的需要地が散在しかつ小規模であるので、湧水と深井戸の開発が適している。給水のために重力配水ができるように需要地上流でかつできるだけ近い場所で開発する。

	P4 12474		47.14	· ( ) ( )	, . <b>.</b>				
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			
ジュンブラナ	119	3	116	1,126	581	545			
ブレレン	6,173	2,934	3,239	2,093	411	1,682			
バングリ	3,393	692	2,701	1,551	9	1,542			
カランアセム	9,956	4,533	5,423	2,090	206	1,884			
合計	19,641	8,162	11,479	6,860	1,207	5,656			

表-4.10 湧水・地下水の利用とポテンシャル(北部バリ地域)

## (c) 提案するバリ北部地域の給水計画

バリ北部地域の各県別の公共水道整備計画の水源と計画の概要を表-4.11に示す。

				, I= I-1			• • •
	項目	現状能力	拡張能力		水源(lit/s)		説明
県・市		(lit/s)	(lit/s)	表流水	地下水	湧水	前先 577
ジュンフ	ブラナ	139	260	160	100		ブネル・ダム(2@50lit/s)および地 下水開発(2@50lit/s)
ブレレン		394	450		150	300	地下水(3@50lit/s)+湧水 (3@100lit/s)
バングリ	J	120	170			170	湧水(20lit/s + 3@50lit/s)
カランフ	プセム	224	320		20	300	地下水(20lit/s)+湧水 (3@100lit/s)

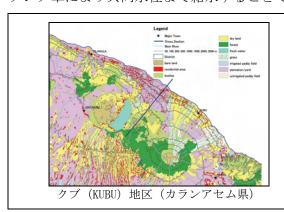
表-4.11 バリ北部地域の公共水道整備計画

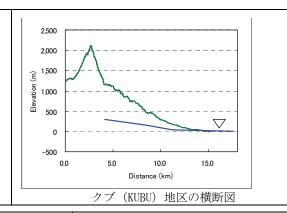
# (7) 遠隔・過疎地域の給水計画

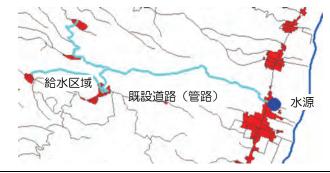
遠隔・過疎地に住む住民も乾期にも安全で衛生的な公共水道を待ち望んでおり、既存の配水ネットワークの拡張やタンク車による各戸給水や公共水栓等を検討して、遠隔・過疎地に住む人達への給水サービスを提供すべきである。

#### <KUBU 地区の場合>

新規の給水対象グループは、安定した水源のある海岸部から離れた山麓部に住みかつ散在している。この地域の河川は、流域面積も小さく、雨期にのみ流水がある。乾期には、限られた数の湧水を利用しているが、その水量は十分でない。このため、湧水量も少なくまた地下水位も非常に深い。このような場合の新たな給水サービスとしては、(1)海岸部にある既存の給水ネットワークを新しいサービスエリアまで拡張して、各戸まであるいは共同水栓まで給水する。あるいは、(2)タンク車により共同水栓まで給水することであるの2ケースが想定される。(図-4.7参照)







<遠隔・過疎地への給水>

- ◆ 水源(地下水)は海岸地域。
- ◆ 新ユーザーは水源から遠い山地域。
- ◆ 配水方法:(2 方法)
  - ▶ 配水管による給水サービス
  - ▶ タンク車による給水サービス

図-4.7 カランアセム PDAM の水供給計画

# <ペニダ島の場合>

ペニダ島の給水エリアは比較的標高の高い地区にあるため、地下水の利用は殆どない。安定した水源は湧水で、500lit/s のポテンシャルが確認されている。しかし、この殆どの湧水が海岸部の崖部(100mを超えるものもある)の中腹に流出している。今後の給水サービスの拡張には、水量の安定した崖部の湧水を高標高の貯水池まで送水して、各給水エリアへ配水する必要がある。

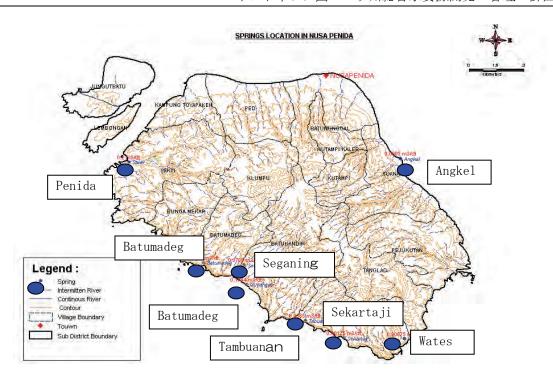


図-4.8 ペニダ島(ヌサペニダ)の湧水箇所と計画水源地点

#### 4.2.3 灌漑計画

## (1) 灌漑に関わる現状と課題

#### ■かんがい効率

州灌漑面積のうち14%はロスが大きい。灌漑効率の改善は余剰水により作付面積を増やすことにつながることから、灌漑効率の改善が急務である。

#### ■取水量の制御

取水量の測定・制御を行っている事業 (Technical Irrigation と呼称) は、州灌漑面積の 32% にすぎない。合理的・効率的な利水を考えると、取水量の制御が必須である。

## ■ 流量単位の違い

スバックは通水断面(TEKTEK:ほぼ1haを1シーズン灌漑できる)を灌漑用水の単位としており、流量(liter/sec)という概念が無い。水の単位の違いは、水利権、他セクターを含めた利水の最適化に際し、スバックとの合意形成の障害となる可能性がある。

#### ■ かんがい管理

スバックは、灌漑施設の維持管理及び用水の配分を担当する水利組合のモデルと位置づけられる。水管理に必要な基礎資料(灌漑面積、位置、取水点、取水量、排水量、水路ネットワーク等)が少ない。バリ州は基礎資料収集の調査を全州に展開し、詳細な情報を収集することが望まれる。

#### ■ 水田の耕作面積の減少

観光開発による都市化により、年平均 1.01%の水田が他の土地利用に転換されており、 水田は、米の生産だけでなく、洪水抑制、地下水への涵養、河川流量の安定、水質保全、 野生動物生息地、観光等にも有効である。バリ州の開発計画にもあるように水田面積減 少の緩和対策が必要である。

#### (2) 灌漑計画の基本方針

バリ州の灌漑の現状と課題、さらには水田面積の減少率、新規の灌漑事業、畑の利用、作物の 多様化を考慮して、灌漑計画の基本方針を次のように設定する。

- 水田面積減少によって生まれる余剰灌漑水は、次の目的で利用される。
  - ・水田の年耕作率を300%(3期作)に増やす
  - ・旱魃時の灌漑水の安定取水に使う

- ・灌漑効率を上げて、理想的なクロッピングパターン(水田/水田/パラウィジャ)に近づける。
- 余剰灌漑水は、上記の 3 つの目的に利用することを原則とするが、バリ州南部地域 (SARBAGITAKU) では、余浄水も大きくなるので、スバックを含めた利害関係者の合意 を得て、給水に利用することも考慮する。
- 余剰灌漑水は、貧困対策、農村開発等の観点を考慮して利用する。
- 灌漑施設の修復は、灌漑効率の向上(灌漑用水の効果的な利用)のため必要である。これは灌漑用水の開発にも繋がる。
- 灌漑用水の開発は主に表流水を、ため池や貯水池で開発する。

#### (3) 灌漑代替案

水田の減少率、灌漑効率、余剰水の貯留施設等を考慮した3案について水需要予測を行った結果、2003年における州全体の灌漑用水量(1,625百万 m³)に対して、2025年には水田面積の減少により140百万 m³、灌漑効率の改善により247百万 m³の余剰水が生まれることとなった。余剰水は水稲の2期作面積の拡大に利用すると、代替案1により7,274 ha が改善されるが、代替案2における余剰水を全て貯留することは、コスト並びに流域間の導水の面から可能性は低い。

- ◆ 基本案: 水田面積の年平均減少率は、1) 2003~2005 年は 1.01%から 0.45%への移行、2) 2005~2015 年は 0.45%、3) 2015~2025 年は 0.24%と緩和されると仮定。
- ◆ 代替案 1: 基本案+灌漑効率が 2025 年までに 50%から 60%に改善+余剰水の貯留施設 は無い
- ◆ 代替案 2: 代替案 2+余剰水の貯留施設

## (4) 提案する灌漑計画

基本案並びに2代替案を評価した結果、バリ州における灌漑のための水資源開発としては以下のものが提案される。対象地域は基本的にはバリ州全域であるが、特に余剰水の貯留施設が米の2期作達成に必要な地域(ブレレン、カランアセム、クルンクン、ジュンブラナ)の優先度が高い。(図-4.9 参照)

- ◆ 農業用ため池は、余剰水の利用を最大化すること及び渇水対策として有効である。
- ◆ 市場作物の果樹、蔬菜の水源が必要となる場合、余剰水の利用が優先される。
- ◆ 灌漑目的単独で表流水の開発(特に貯水施設)を行うことは、費用対効果の面から可能性は低いが、灌漑を含めた多目的な施設であれば可能性はあり、米の作付面積の増加及び渇水対策に有効である。
- ◆ 地下水開発は、果樹・蔬菜栽培のための新規灌漑に利用できる。
- ◆ 貧困対策、州内経済格差の是正、村落開発といった目的には、灌漑は非常に有効である。 これらは単に経済性から評価されるものではないため、政府・海外ドナーからの補助金に より灌漑開発が進められる。