

5章 計画策定

5.1 基本概念

(1) 既存給水システムの評価

既存給水システムとその現況は第4章に詳述されている。既存調査報告書の見直しと給水システムの現況の評価から、下記の問題点が認められる。

- 慢性的な水不足、特にラサファ地域が深刻である
- 老朽化した給水施設、配水管、流量計や浄水施設など
- 管網での異常な UFW の割合（50%）
- 機能している水道メータは総顧客数の 23%のみである
- ラサファ地域には送水システムが確立されていない
- 質の悪い水道メータ読み取り・請求システム
- チグリス川の流量減少と水質悪化

BWA が直面している上記問題点の中で、慢性的水不足はバグダッドの社会秩序や道徳の悪化を招く恐れがあることから BWA はラサファ地域での慢性的水不足の解決が最も緊急で必要とされていると判断している。ラサファ地域の給水システムは長年に亘り改善されないままにある。JICA 基本調査報告書と USAID 報告書はラサファ地域の給水システム改善が最重要であると提言している。

既存給水システムの評価を下表に示す。計画はこの評価結果を考慮して策定された。

表 5.1.1 既存給水システムの評価

項目	カルク地域	ラサファ地域	問題点
1.浄水場容量	A	C	水不足
2.送水管路	A	C	不十分な給水（流量、水圧、漏水）
3.配水池（数・容量）	B	C	不十分な給水（容量、水圧）
4.配水本管路	B	C	水不足、低水圧、不法接続、水質悪化、高い UFW 率
5.配水支管路	C	C	
6.水道メータ読み取り	C	C	高い UFW 率

（特記） A: 良好、B: 中庸、C: 貧弱

(2) 計画策定の基本概念

計画は既存給水システムの問題点に基づいて 2027 年までをカバーするように策定された。BWA の水資源開発の可能性は検討された。調査を通して確認された必要給水量の緊急性は考慮された。計画目標年次は 2014 年を中期計画、2027 年を長期計画とした。計画策定の基本概念は次のとおりである。

- 1) フィージビリティ調査で選定された優先地区の給水システム改善を目標とする。
- 2) 既存配水システムでの UFW を削減する。

- 3) ラサファ地域での慢性的水不足を考慮して給水システムを改善する。
- 4) 予備的管網解析結果を反映して給水システムを改善する。
- 5) 現状の水道メータ読み取り・請求システムの改善につなげる計画とする。
- 6) DMA を考慮する。
- 7) JICA 基本調査報告書と USAID 報告書をバグダッド給水マスタープランと見なす（両報告書を計画策定に効果的に利用する）。

近年実施された調査で抽出された既存給水施設の問題点の精査に基づいて、下記の基本方針は現在と将来の給水システムの改善のために必要である。

- 1) 配水システムで漏水を引き起こしている老朽化した ACP、CIP、PVC からなる配水管は漏水防止と節水のために早急に更新されるべきである。
- 2) 近年の異常な UFW 量は段階的に削減されるべきである。これは BWA の財務強化と経済発展の一助になるばかりでなく、水資源の保全になる。
- 3) UFW 削減の実効性を考慮して、老朽化した ACP、CIP、PVC からなる三次配水支管の更新が配水管網の中で最優先事業と見なされる。二次配水支管を含む配水本管の更新は将来的に配水支管更新後行われるものとする。
- 4) 総ての配水支管は新旧の交換を行うばかりでなく、管網解析結果に基づき既存管容量を増強すべく更新されるべきである。
- 5) 送配水本管の改善は予備的管網解析に基づいてなされることを推薦する。その実施は BWA の予算と事業優先順位を考慮して配水支管更新後になると判断される。
- 6) 浄水場の段階的建設は現在及び将来の給水必要量と合致するものとする。
- 7) 新規配水池は各給水区に建設されること、特にラサファ地域の配水池建設が肝要である。ラサファ地域の現状配水池容量は必要水量に対して 1 時間分のみであるので緊急に整備が必要である。
- 8) BWA 水道事業体の適切な運営のために、既存浄水場と配水池での流量計は修理・更新が必要である。
- 9) 水道メータ読み取り・請求システムを改善するとともに実際の消費水量率を決定するために、水道メータは早急に更新するか新規設置を実施すべきである。
- 10) 管更新工事計画は水道、下水道、電線や電話線などの既存地下埋設物及び工事のための道路占有許可申請手続きを考慮して策定されなければならない（地下埋設物位置一般図は DATA BOOK 2 参照のこと）。

5.2 人口予測と水需要

(1) 給水人口予測

BWA との協議をとおして、USAID 報告書で算定された 2004 年人口を BWA 給水人口予測に適用することになった。本フィージビリティ調査では、USAID 報告書の 2004 年人口、後述する JICA 基本調査報告書の年人口増加率を基に 1997 年人口を算出した。算出された人口は給水区毎に分配されている。人口予測に下記の人口増加率が適用された。

表 5.2.1 年増加率

期間	バグダッド市	郊外
1997 - 2010	2.10%	2.20%
2010 - 2020	2.25%	2.20%
2020 - 2027	2.25%	2.25%

(出典: JICA 基本調査報告書)

現在及び将来の BWA 給水人口の予測は 1997 年 BWA 顧客ベースから算定されたバグダッド市及び郊外の人口に基づいてなされた。将来の給水人口は表 5.2.2 に提示されている。各目標年の人口を以下に示す。

表 5.2.2 目標年毎の給水区予測人口総括

給水区 (WSZ)	WSZ 面積 (km ²)	WSZ 2005年 開発面積 (km ²)	現在年: 2005							中期目標年: 2014			長期目標年: 2027			
			WSZ			マハラ		サドルのセクター		WSZ			WSZ			
			人口	人口密度	開発区での人口密度	数	マハラの平均人口	数	セクターの平均人口	人口	人口密度	開発区での人口密度	人口	人口密度	開発区での人口密度	
ラサファ地域																
R1	27.39	20.46	276,380	10,091	13,508	28	9,871			362,382	13,230	13,230	483,938	17,668	17,668	
R2	30.74	22.03	363,437	11,823	16,497	21	17,307			440,769	14,339	20,008	648,713	21,103	21,103	
R3	18.48	16.54	657,803	35,595	39,770	31	21,219	47	11,738	820,240	44,385	44,385	1,095,379	59,274	59,274	
R4	16.98	10.45	112,206	6,608	10,737	17	6,600			136,081	8,014	13,022	208,667	12,289	12,289	
R5	20.49	19.15	223,255	10,896	11,658	42	5,316			277,910	13,563	13,563	371,132	18,113	18,113	
R6	31.87	30.29	327,158	10,265	10,801	31	10,553			400,471	12,566	12,566	534,803	16,781	16,781	
R7/13	34.55	24.65	321,266	9,299	13,033	28	11,474			389,625	11,277	15,806	576,010	16,672	16,672	
R8	30.09	17.13	136,750	4,545	7,983	19	7,197			165,847	5,512	9,682	257,169	8,547	8,547	
R9	11.96	9.72	54,764	4,579	5,634	12	4,564			70,555	5,899	5,899	94,222	7,878	7,878	
R10 (Ammari含む)	14.43	11.87	41,823	2,898	3,523	6	6,971			53,105	3,680	3,680	70,711	4,900	4,900	
R11	8.06	4.77	86,335	10,712	18,100	7	12,334			104,705	12,991	21,951	159,696	19,813	19,813	
R12	17.09	16.79	885	52	53	3	295			1,074	63	64	1,434	84	85	
R14	16.40	15.49	503,083	30,676	32,478	30	16,769	37	8,611	619,674	37,785	37,785	827,534	50,459	50,459	
R45	7.65	3.90	175	23	45	4	44			212	28	54	335	44	44	
小計	286.18	223.24	3,105,320	10,851	13,910	279	11,130	84	10,175	3,842,650	13,427	15,942	5,329,742	18,624	18,643	
カルク地域																
K1	13.83	11.02	148,287	10,722	13,456	17	8,723			190,566	13,779	13,779	254,488	18,401	18,401	
K2	21.64	18.78	138,467	6,399	7,373	22	6,294			174,406	8,059	8,059	232,908	10,763	10,763	
K3	14.64	13.44	137,548	9,395	10,234	15	9,170			170,727	11,662	11,662	227,994	15,573	15,573	
K4	14.17	3.81	37,644	2,657	9,880					45,654	3,222	11,983	60,968	4,303	4,303	
K5	8.92	7.19	89,064	9,985	12,387	11	8,097			115,692	12,970	12,970	154,499	17,320	17,320	
K6	106.46	81.49	735,845	6,912	9,030	56	13,140			962,733	9,043	9,043	1,285,669	12,077	12,077	
K7	127.21	59.41	624,716	4,911	10,515	47	13,292			757,643	5,956	12,753	1,011,784	7,954	17,031	
K8: Taji Center	134.7	75.79	133,838	994	1,766					162,794	1,209	2,148	248,814	1,847	1,847	
K9: Abu Ghraib	56.67	36.65	139,374	2,459	3,803					169,528	2,991	4,626	251,829	4,444	4,444	
K10	85.33	39.66	305,144	3,576	7,694	28	10,898			370,073	4,337	9,331	494,209	5,792	12,461	
K11: 空港	47.72	47.72	0	0	0					0	0	0	0	0	0	
小計	631.29	394.96	2,489,928	3,944	6,304	196	12,704			3,119,815	4,942	7,280	4,223,161	6,690	8,156	
計	917.47	618.20	5,595,247	6,099	9,051	475	11,779			6,962,464	7,589	10,403	9,552,903	10,412	11,886	

(出典: BWA & JICA調査団)

表 5.2.3 目標年毎の予測人口

目標年	ラサファ地域	カルク地域	計
2005	3,105,320	2,489,928	5,595,247
2014	3,842,650	3,119,815	6,962,464
2027	5,329,742	4,223,161	9,552,903

(出典: BWA & JICA 調査団)

表 5.2.3 のとおり給水人口の 56%はラサファ地域に、44%はカルク地域に位置する。全域、開発区域そしてマハラでの 2005 年の人口と人口密度は表 5.2.4 にまとめられている。

表 5.2.4 2005 年人口と人口密度

給水地域	面積 (km ²) (A)	開発区面積 (km ²) (B)	人口 (C)	人口密度 (C)/(A)	開発区 の人口 密度 (C)/(B)	マハラ	
						数	平均人口
ラサファ	286.18	223.24	3,105,320	10,851	13,910	272	11,417
カルク	631.29	394.96	2,489,928	3,944	6,304	205	12,146
計	917.47	618.20	5,595,247	6,099	9,051	477	11,730

(出典: BWA & JICA 調査団)

(2) 水需要予測

給水区の全面積は 299 km² の未開発地域を含めて 917 km² である。2005 年給水人口は顧客戸数と平均世帯構成員数から 5,595,000 人と算定される。USAID 報告書によれば平均世帯構成員数は 12.6 である。2027 年の給水人口は 9,553,000 人と予測されている。BWA との協議結果から、下記の水使用条件と指標を適用して需要予測とバグダッド給水システムの水理解析が行われた。

表 5.2.5 水使用の条件と指標

年	2000	2005	2014	2027
一人一日消費水量 (lpcd)	230	244	280	360
UFW 率 (%)	50.0	46.4	38.0	25.0
年間 UFW 削減率 (%)	0.925			
負荷率	1.40	1.365	1.292	1.25
時間係数	2.25			
平均世帯構成員数	12.6			

(出典: BWA & JICA 調査団)

目標年の分類された水需要予測は表 5.2.6 に示されている。目標年毎の水使用条件と水需要予測は下表にまとめられている。

表 5.2.6 給水区毎の水需要と給水量の予測総括(目標年：2005、2014、2027)

給水区 (WSZ)	2005						2014						2027						
	給水人口	水需要 (m ³ /日) (原単位) 244 lpcd	UFW (m ³ /日) 46.4%	日平均給水量 (m ³ /日)	日最大給水量 (m ³ /日) (負荷率) 1.365	時間最大流量 (m ³ /h) 2.25	給水人口	水需要 (m ³ /日) (原単位) 280 lpcd	UFW (m ³ /日) 38.0%	日平均給水量 (m ³ /日)	日最大給水量 (m ³ /日) (負荷率) 1.292	時間最大流量 (m ³ /h) 2.25	給水人口	水需要 (m ³ /日) (原単位) 360 lpcd	UFW (m ³ /日) 25.0%	日平均給水量 (m ³ /日)	日最大給水量 (m ³ /日) (負荷率) 1.250	時間最大流量 (m ³ /h) 2.25	
ラサファ地区																			
R1	276,380	67,516	58,514	126,029	172,030	11,815	362,382	101,467	62,189	163,656	211,444	15,343	483,938	174,218	58,073	232,290	290,363	21,777	
R2	363,437	1.9 88,783	76,945	165,727	2.6 226,218	15,537	440,769	2.3 123,415	75,642	199,057	3.0 257,182	18,662	648,713	3.6 233,537	77,846	311,382	4.5 389,228	29,192	
R3	657,803	3.5 160,692	139,266	299,958	4.7 409,443	28,121	820,240	4.3 229,667	140,764	370,431	5.5 478,597	34,728	1,095,379	6.1 394,336	131,445	525,782	7.6 657,227	49,292	
R4	112,206	27,410	23,756	51,166	69,841	4,797	136,081	38,103	23,353	61,456	79,401	5,761	208,667	75,120	25,040	100,160	125,200	9,390	
R5	223,255	54,538	47,266	101,804	138,963	9,544	277,910	77,815	47,693	125,508	162,156	11,766	371,132	133,607	44,536	178,143	222,679	16,701	
R6	327,158	79,920	69,264	149,184	203,636	13,986	400,471	112,132	68,726	180,858	233,668	16,955	534,803	192,529	64,176	256,706	320,882	24,066	
R7/R13	321,266	78,481	68,017	146,497	199,969	13,734	389,625	109,095	66,865	175,960	227,340	16,496	576,010	207,363	69,121	276,485	345,606	25,920	
R8	136,750	33,406	28,952	62,358	85,118	5,846	165,847	46,437	28,462	74,899	96,769	7,022	257,169	92,581	30,860	123,441	154,301	11,573	
R9	54,764	13,378	11,594	24,973	34,088	2,341	70,555	19,755	12,108	31,864	41,168	2,987	94,222	33,920	11,307	45,226	56,533	4,240	
R10*	41,823	10,217	8,855	19,071	26,032	1,788	53,105	14,869	9,114	23,983	30,986	2,248	70,711	25,456	8,485	33,941	42,426	3,182	
R11	86,335	21,090	18,278	39,369	53,738	3,691	104,705	29,317	17,969	47,286	61,094	4,433	159,696	57,490	19,163	76,654	95,817	7,186	
R12	885	216	187	404	551	38	1,074	301	184	485	626	45	1,434	516	172	688	860	65	
R14	503,083	2.7 122,896	106,510	229,406	3.6 313,139	21,507	619,674	3.2 173,509	106,344	279,853	4.2 361,570	26,236	827,534	4.6 297,912	99,304	397,217	5.7 496,521	37,239	
R45	175	8.0 43	37	80	11.0 109	7	212	9.8 59	36	96	12.7 124	9	335	14.3 121	40	161	17.9 201	15	
小計	3,105,320	758,585	657,441	1,416,026	1,932,900	132,752	3,842,650	1,075,942	659,448	1,735,390	2,242,200	162,693	5,329,742	1,918,707	639,569	2,558,276	3,197,900	239,838	
カルク地区																			
K1	148,287	36,224	31,394	67,619	92,300	6,339	190,566	53,358	32,704	86,062	111,192	8,068	254,488	91,616	30,539	122,154	152,693	11,452	
K2	138,467	33,826	29,315	63,141	86,187	5,919	174,406	48,834	29,930	78,764	101,763	7,384	232,908	83,847	27,949	111,796	139,745	10,481	
K3	137,548	33,601	29,121	62,722	85,615	5,880	170,727	47,803	29,299	77,102	99,616	7,228	227,994	82,078	27,359	109,437	136,797	10,260	
K4	37,644	9,196	7,970	17,166	23,431	1,609	45,654	12,783	7,835	20,618	26,638	1,933	60,968	21,949	7,316	29,265	36,581	2,744	
K5	89,064	21,757	18,856	40,613	55,437	3,807	115,692	32,394	19,854	52,248	67,504	4,898	154,499	55,620	18,540	74,159	92,699	6,952	
K6	735,845	179,756	155,789	335,545	458,019	31,457	962,733	269,565	165,217	434,783	561,739	40,761	1,285,669	462,841	154,280	617,121	771,401	57,855	
K7	624,716	152,609	132,261	284,871	388,848	26,707	757,643	212,140	130,021	342,161	442,073	32,078	1,011,784	364,242	121,414	485,656	607,070	45,530	
K8 (Taji Center)	133,838	32,695	28,335	61,030	83,306	5,722	162,794	45,582	27,938	73,520	94,988	6,892	248,814	89,573	29,858	119,431	149,288	11,197	
K9 (Abu Ghraib)	139,374	34,047	29,508	63,555	86,752	5,958	169,528	47,468	29,093	76,561	98,917	7,178	251,829	90,658	30,219	120,878	151,097	11,332	
K10	305,144	74,542	64,603	139,146	189,934	13,045	370,073	103,620	63,509	167,130	215,931	15,668	494,209	177,915	59,305	237,220	296,525	22,239	
K11 (空港)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
小計	2,489,928	608,254	527,153	1,135,407	1,549,831	106,444	3,119,815	873,548	535,400	1,408,949	1,820,362	132,089	4,223,161	1,520,338	506,779	2,027,117	2,533,897	190,042	
計	5,595,247	1,366,839	1,184,594	2,551,433	3,482,731	239,197	6,962,464	1,949,490	1,194,849	3,144,339	4,062,562	294,782	9,552,903	3,439,045	1,146,348	4,585,394	5,731,797	429,881	
年間必要水量 (MCM/年)		499		931		1,271			712		1,148		1,483		1,255		1,674		2,092

(Source : BWA & JICA調査団)

表 5.2.7 目標年毎の水需要予測

分類	2000	2005	2014	2027
1. 水使用条件				
1.1 一人一日消費水量(lpcd)	230	244	280	360
1.2 計画 UFW 率 (%)	50.0	46.4	38.0	25.0
1.3 負荷率	1.400	1.365	1.292	1.250
2. 平均給水量				
2.1 一日平均給水量(MCM/d)	2.320	2.551	3.144	4.585
2.2 一日不明水量 (MCM/d)	1.185	1.185	1.195	1.146
2.3 一人一日平均給水量 (lpcd)	460	456	452	480
3. 最大給水量				
3.1 一日最大給水量(MCM/d)	3.247	3.483	4.063	5.732
3.2 一人一日平均給水量(lpcd)	644	622	583	600
4. 予測指標				
4.1 目標年 UFW 削減率(%)	-	3.6	8.4	13.0
4.2 給水量の有効率(%)	50.0	53.6	62.0	75.0

(出典: BWA & JICA 調査団)

5.3 給水量と生産量

(1) 給水量

表 5.2.6 に示すとおり目標年毎の給水量は水需要予測に基づき計算されている。既存給水区の土地利用が将来に亘っても顕著に変化しないものと仮定して給水量は概算されている。ラサファとカルク地域での給水量の概要は表 5.3.1 に記されている。目標年毎の年間必要水量は日平均給水量ベースで算定すると 2005 年で 931 百万 m³、2014 年で 1,148 百万 m³、2027 年で 1,674 百万 m³である。

表 5.3.1 給水区域の給水量の総括

項目	2000	2005	2014	2027
1. ラサファ地域				
1.1 人口 (10 ³)	2,799	3,105	3,843	5,330
1.2 水需要 (10 ³ m ³ /日)	644	759	1,076	1,919
1.3 日平均給水量 (10 ³ m ³ /日)	1,287	1,416	1,735	2,558
1.4 日最大給水量 (10 ³ m ³ /日)	1,802	1,933	2,242	3,198
2. カルク地域				
2.1 人口(10 ³)	2,243	2,490	3,120	4,223
2.2 水需要 (10 ³ m ³ /日)	516	608	874	1,520
2.3 日平均給水量 (10 ³ m ³ /日)	1,032	1,135	1,409	2,027
2.4 日最大給水量 (10 ³ m ³ /日)	1,444	1,550	1,820	2,534
3. バグダッド全域				
3.1 人口 (10 ³)	5,042	5,595	6,962	9,553
3.2 水需要 (10 ³ m ³ /日)	1,160	1,367	1,949	3,439
3.3 日平均給水量 (10 ³ m ³ /日)	2,319	2,551	3,144	4,585
3.4 日最大給水量 (10 ³ m ³ /日)	3,247	3,383	4,063	5,732

(出典: BWA & JICA 調査団)

(2) 提案される水生産量

第 4.2 節で記述したとおり、水生産量は 2004 年で 2.3 百万 m^3 /日、2005 年で 2.5 百万 m^3 /日である。浄水場の生産量が全生産量の 93%を占めている。需要予測から BWA の必要給水量は日平均給水量ベースで算定すると 2004 年で 2.5 百万 m^3 /日、2005 年で 2.6 百万 m^3 /日である。水不足は日最大給水量ばかりではなく日平均給水量の場合にも生じるものと考えられる。故に、既存浄水場の改善と新規浄水場の建設が必要とされる。

BWA は表 5.3.2 に示すとおり浄水場の必要容量の予測を行っている。提案された浄水場 (WTPs) の運転開始年次は JICA 基本調査報告書で提言されている。既存浄水場の生産量は実績ベースを、建設中もしくは提案された浄水場生産量は設計ベースを採用している。

表 5.3.2 浄水場必要生産量の予測

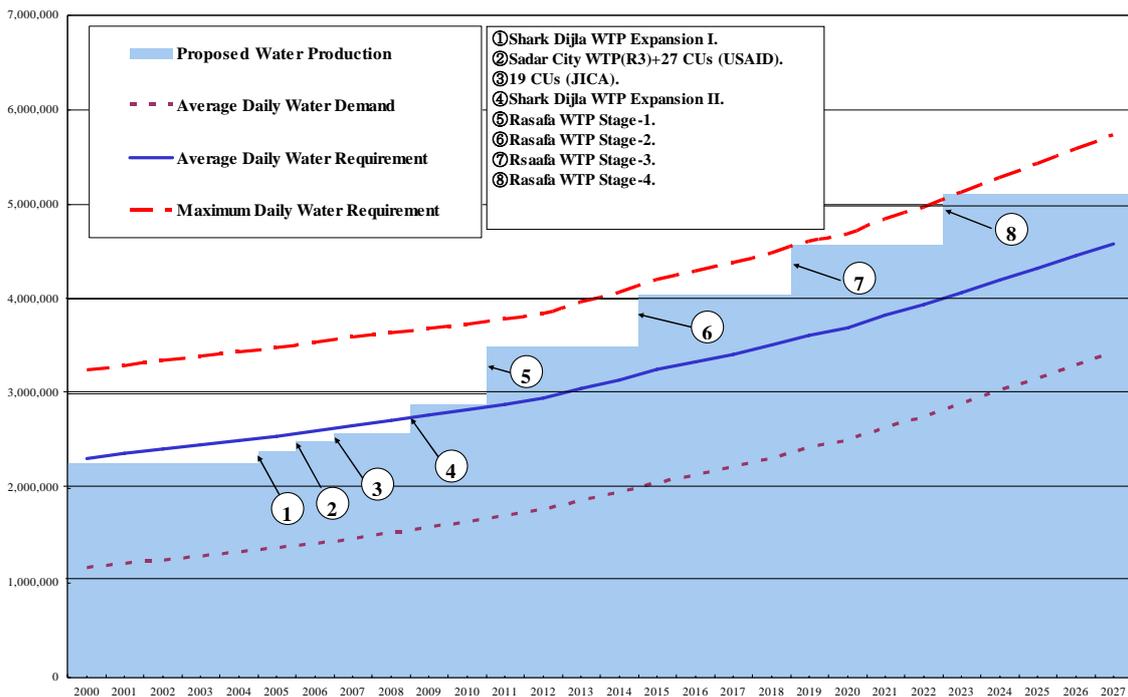
浄水場	運転開始年次	容量 (m^3 /日)			特記
		総計	ラサファ計	カルク計	
1 既存浄水場					
8 WTPs		2,208,000	678,000	1,530,000	実生産量
16 CU サイト (管網連結)		125,280	118,000	7,280	
18 CU サイト (管網非連結)		55,465	39,905	15,560	実生産量
2 建設中/近年完工浄水場					
シャーク・ディジラ WTP 拡張-I	2005	135,000	135,000		USAID, 実生産量
サドル WTP	2006	90,000	90,000		USAID, 設計生産量
サドル 27 CU サイト (管網非連結)	2006	405	405		USAID, 設計生産量
19 CU サイト (管網非連結)	2007	85,500	76,500	9,000	JICA, 設計生産量
3 提案された浄水場					
シャーク・ディジラ WTP 拡張-II	2009	315,000	315,000		設計生産量
ラサファ WTP ステージ-1	2011	600,000	600,000		設計生産量
ラサファ WTP ステージ-2	2015	600,000	600,000		設計生産量
ラシード WTP 廃棄	2015	-50,000	-50,000		廃棄予定
ラサファ WTP ステージ-3	2019	600,000	600,000		設計生産量
管網連結 8 CU サイト撤去	2019	-62,640	-59,000	-3,640	撤去予定
ラサファ WTP ステージ-4	2023	600,000	600,000		設計生産量
管網連結 8 CU サイト撤去	2023	-62,640	-59,000	-3,640	撤去予定
総計		5,239,370	3,684,810	1,554,560	

(出典: BWA & JICA 調査団)

表 5.3.2 に示されているとおり、ラシード浄水場はラサファ浄水場ステージ 3 が完成後廃棄される計画である。管網に直結している 16 CUs サイトの半分は 2019 年に撤去、残り半分は 2023 年に撤去される予定である。

必要給水量と水生産量は図 5.3.1 に提示するとおり年次順に予測されている (年次毎の需要予測と浄水容量の比較計算表は DATA BOOK 1 に記載されている)。図 5.3.1 は年次毎の需要予測と浄水容量のバランスを示している。JICA 基本調査報告書は目標年次 2027 年に余剰水量約 520,000 m^3 /日をラサファ地域からカルク地域へ送水することを提言している。口径 1600mm と 1400mm の二本の既存河川横断送水管は水理的に問題ないと判断されるので、カルク地域への送水のために既存送水管を利用する計画である。

浄水容量の増加計画はバグダッド給水状況を改善するために提言されているが、図 5.3.1 に示されるように計画浄水量は決して日最大給水量を満足させることはない。2009 年にシャーク・ディジラ浄水場の拡張-II が建設されることで日平均給水量が満たされる。BWA の標準設計指針によれば、浄水場は時間最大給水量を備える管網上の配水池とともに日最大給水量を満足するように設計されているはずである。しかしながら、第 4.2 節で記述した既存の浄水場施設の維持管理不備のために実際の浄水量は設計浄水量を下まわり、生産量は日平均給水量を満たさない結果となっている。



(出典: BWA & JICA 調査団)

図 5.3.1 給水量と水生産量の予測

5.4 優先地区と事業

(1) 予備的管網解析結果

予備的管網解析は Volume III SUPPORTING REPORT の APPENDIX A に詳述されるように簡易なコンピュータモデルを用いて行われた。解析結果は以下のとおり総括される。

- カルク地域の配水管網は概ね現在及び将来の日平均給水流量に見合う能力があるが、ラサファ地域の管網、特に給水区 R3 と R14 では、日平均流量を十分に配水する能力がない。
- ほとんど全ての配水管は将来の時間最大流量で損失水頭が 7 m/km 以上を示す状態となる。

- 2005年の時間最大流量に対して損失水頭が7 m/km以上を示す給水区はカルク地区でK1、K5、K6、K10、ラサファ地域でR1、R2、R3、R14、R7/13、R4、R5、R6、R11である。
- 給水区R3とR14の既存送配水管網の幾つかの本管は改善が必要である。なぜなら、計画流量に対して管容量が不足しているため給水区内の管網各所で低水圧の問題を引き起こしている。
- 給水区R3の配水支管の最小水圧は0 mから10 mの範囲である。これはBWAの仕様である最小水圧は10 mを満足させていない。
- ラサファ地域の給水区は計画流量に対して十分な容量を持つ管と配水池を備えた配水管網に早急に改善されるべきであることを解析結果は示している。

(2) 優先地区の順位と選定

上述のバグダッド給水システムの検討及び解析結果から、根本的な対策として配水管網の改善、UFWの削減と水生産量の増加が、現在及び将来のバグダッド給水システム全体にとって最も緊急的に必要であると判定される。BWA給水地域は各給水区での給水状況の評価を基に優先順位ごとに改善されるべきである。25の給水区は優先事業を選定するために、裨益人口、人口密度、給水区内の開発済み面積割合そして管網解析結果の四つの指標を適用して事業実施の優先順位を決定した。下表はバグダッドの給水現況を改善するための各給水区の優先順位を示している。

表 5.4.1 給水区優先順位

給水区	人口		人口密度		開発割合		管網改善 必要度	優先順位
ラサファ地域	3,105,320		10,851		78.00%			
R1	276,380	B	10,091	B	74.70%	B	A	7
R2	363,437	A	11,823	A	71.70%	B	A	3
R3	657,803	A	35,595	A	89.50%	A	A	1
R4	112,206	B	6,608	B	61.50%	B	B	12
R5	223,255	B	10,896	A	93.50%	A	B	6
R6	327,158	A	10,265	B	95.00%	A	B	4
R7/13	321,266	A	9,299	B	71.30%	B	A	5
R8	136,750	B	4,545	C	56.90%	C	C	15
R9	54,764	C	4,579	C	81.30%	A	C	17
R10	41,823	C	2,898	C	82.30%	A	C	18
R11	86,335	C	10,712	A	59.20%	C	B	16
R12	885	C	52	C	98.20%	A	C	23
R14	503,083	A	30,676	A	94.50%	A	A	2
R45	175	C	23	C	51.00%	C	C	24
カルク地域	2,489,928		3,944		62.60%			
K1	148,287	B	10,722	A	79.70%	A	B	9
K2	138,467	B	6,399	B	86.80%	A	C	10
K3	137,548	B	9,395	B	91.80%	A	C	11
K4	37,644	C	2,657	C	26.90%	C	C	22
K5	89,064	C	9,985	B	80.60%	A	B	14
K6	735,845	A	6,912	B	76.50%	A	A	8
K7	624,716	A	4,911	C	46.70%	C	C	13
K8	133,838	B	994	C	56.30%	C	C	21
K9	139,374	B	2,459	C	64.70%	B	C	20
K10	305,144	B	3,576	C	46.50%	C	A	19
K11	空港						-	-
バグダッド	5,595,247		6,099		67.40%			

(注) A: 高位、B: 中位、C: 低位

給水区 R3、R14 と R2 が高い優先順位を占める。そして R6、R7、R5 が続く。これらの給水区はラサファ地域の中心部に位置し、多くの給水人口と消費水量を持つと同時に高い UFW 率を示す。これらの地域の給水システム改善事業は住民のベーシックヒューマンニーズを確保するとともに大きな不明水量を削減するために早急に行うべきものと判断される。BWA との協議の結果、ラサファ地域のシャープ行政区とサドル 1・2 行政区に属する給水区 R3、R14 と R2 が給水システム改善事業の最優先地区として選定された。給水区 R3、R14 と R2 の給水システム改善計画が優先事業として策定される。

(3) 優先地区と優先事業の概要

優先地区の 2005 年の人口と人口密度は下表のとおりである。

表 5.4.2 2005 年の人口と人口密度

給水区	面積 (km ²)	開発済み面積 (km ²)	人口	人口密度	開発域の人口密度
R2	30.74	22.03	363,437	11,823	16,497
R3	18.48	16.54	657,803	35,595	39,770
R14	16.40	15.49	503,083	30,676	32,478
優先地区全域	65.62	54.06	1,524,323	23,230	28,197
バグダッド市全域	917.47	618.20	5,595,247	6,304	9,051
市全域に対する優先地区の割合(%)	7%	9%	27%	-	-

(出典: BWA & JICA 調査団)

給水区 R2、R3、R14 はそれぞれ 21、31、30 のマハラと呼ばれる行政区で分割されている。さらに、下表に示すとおり給水区 R3 と R14 は BWA によって 46 セクターと 37 セクターに分割されている。

表 5.4.3 2005 年優先地区のマハラ及びセクターの概要

優先給水区 (WSZ)	行政区：マハラ				BWA セクター	
	総数	マハラ平均人口	セクターを有しないマハラ数	セクターを有するマハラ数	総数	セクター平均人口
R2	21	17,307	21	-		
R3	31	21,219	4	27	46	11,738
R14	30	16,769	12	18	37	8,611
総計/平均	82	18,589	37	45	83	10,175

(出典: BWA & JICA 調査団)

将来の土地利用を考慮して優先地区の人口が予測されている。目標年次毎の優先地区の給水人口は下表のとおり予測されている。

表 5.4.4 優先地区の人口予測

目標年次	R2	R3	R14	計
2005	363,437	657,803	503,083	1,524,323
2014	440,769	820,240	619,674	1,880,683
2027	648,713	1,095,379	827,534	2,571,626

(出典: BWA & JICA 調査団)

(4) 優先地区の水需要と給水量

優先地区の予測された水需要と給水量は下表にまとめられている。

表 5.4.5 優先地区の水需要と給水量予測

給水区	2005年			2014年			2027年		
	需要 (m ³ /日)	日平均 給水量 (m ³ /日)	日最大給 水量 (m ³ / 日)	需要 (m ³ /日)	日平均 給水量 (m ³ /日)	日最大給 水量 (m ³ /日)	需要 (m ³ /日)	日平均給 水量 (m ³ /日)	日最大給 水量 (m ³ /日)
R2	88,783	165,727	226,218	123,415	199,057	257,182	233,537	311,382	389,228
R3	160,692	299,958	409,443	229,667	370,431	478,597	394,336	525,782	657,227
R14	122,896	229,406	313,139	173,509	279,853	361,570	297,912	397,217	496,521
計	372,370	695,091	948,800	526,591	849,341	1,097,348	925,785	1,234,381	1,542,976

(出典: BWA and JICA 調査団)

マハラ及びセクターの2005年の日平均給水量は表 5.4.6 に計算されている。

表 5.4.6 優先地区の2005年日平均給水量

給水区	日平均給水量 (m ³ /日)	マハラ		セクター	
		総数	日平均給水量 (m ³ /日)	総数	日平均給水量 (m ³ /日)
R2	165,727	21	7,892	-	-
R3	299,958	31	9,676	46	6,976
R14	229,406	30	7,647	37	9,176
計	695,091	82	8,477	83	8,275

(出典: BWA and JICA 調査団)

(5) 給水システム改善計画

給水区 R2、R3、R14 の給水システム改善計画は優先事業として策定される。下記の優先地区での改善事業は現在及び将来の給水システム改善のための事業としてその実施が緊急に望まれる。

- 老朽化したアスベストセメント管 (ACP)、铸铁管 (CIP) と塩化ビニール管 (PVC) の更新
- 現在及び将来の計画流量に合致する配水支管 (三次) の更新
- 水道メータの設置
- 50%の大きな現状 UFW の削減対策として配水ブロック化計画の導入

提案された事業の全体実施計画を図 5.4.1 に示す。

No.	優先事業	緊急	中期計画												長期計画									
			2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
JICA F/S提案事業																								
1	配水管更新改善事業																							
	給水区: R3																							
	(1) Mahalahs: 1 (Length: n/a km)																							
	Sectors: 46 (14 by BWA, 32 by USAID/GRD-PCO) (Length: n/a km)																							
	(2) Planned Mahalahs: 3 (Length: 39 km)																							
	給水区: R14																							
	(1) Mahalahs: 2 (Length: n/a km)																							
	Sectors: 36 (8 by BWA, 28 by USAID/GRD-PCO) (Length: n/a km)																							
	(2) Planned Mahalahs & Sectors: 6 & 1(Length: 118 km)																							
	給水区: R2																							
	(1) Mahalahs: 13 (Length: n/a km)																							
	(2) Mahalahs: 7 (Length: 137 km)																							
2	水道メータ設置事業																							
	給水区: R3																							
	(1) Water Consumption Meters Installation (Number: 65,100 pcs)																							
	(2) PEP Service Pipe with Saddle (Length: 108 km)																							
	給水区: R14																							
	(1) Water Consumption Meters (Number: 49,100 pcs)																							
	(2) PEP Service Pipe with Saddle (Length: 135 km)																							
	給水区: R2																							
	(1) Water Consumption Meters (Number: 35,000 pcs)																							
	(2) PEP Service Pipe with Saddle (Length: 100 km)																							
3	給水区R2, R3, R14の配水ブロック化(DMA)計画																							
	給水区R3におけるDMAパイロット事業																							
	給水区R2, R3, R14におけるDMA将来計画																							
マスタープラン提案事業																								
4	シャークディジャ浄水場拡張-2 (Capacity: 315,000 m3/d)																							
	(Financed by International Fund)																							
5	ラザフ浄水場 (Planned by BWA)																							
	(1) Stage-1 (Capacity: 600,000 m3/d)																							
	(2) Stage-2 (Capacity: 600,000 m3/d)																							
	(3) Stage-3 (Capacity: 600,000 m3/d)																							
	(4) Stage-4 (Capacity: 600,000 m3/d)																							
6	サドル浄水場 (USAID Sadr City Water Supply Project)																							
	(1) Capacity: 90,000 m3/d																							
	(2) Conducting Pipe from Raw Water System (0.5 km)																							
7	配水池建設 (Designed by BWA)																							
	(1) R3 (Capacity: 120,000 m3)																							
	Trunk Main from Shark Dijla to R3 (Length: n/a km)																							
	(2) R14 (Capacity: 120,000 m3)																							
	(3) R2 (Capacity: 90,000 m3)																							
8	既存給水施設の改善																							
	(With assistance in World Bank)																							
	(1) Rehabilitation of chorine and chemical units at Karkh WTP																							
	(2) Rehabilitation of 2B pumping station in Shark Dijla WTP																							
	(3) Extension and rehabilitation of the Rashed WTP																							
	(4) Rehabilitation of the Abu Nawas raw water pumping stations																							
	(5) Rehabilitation and renewal of the drinking water network in Za'atarania																							

(特記) 調査 詳細設計 資金調達/入札・契約 建設 Intermittent Implementation

図 5.4.1 優先事業の全体実施計画

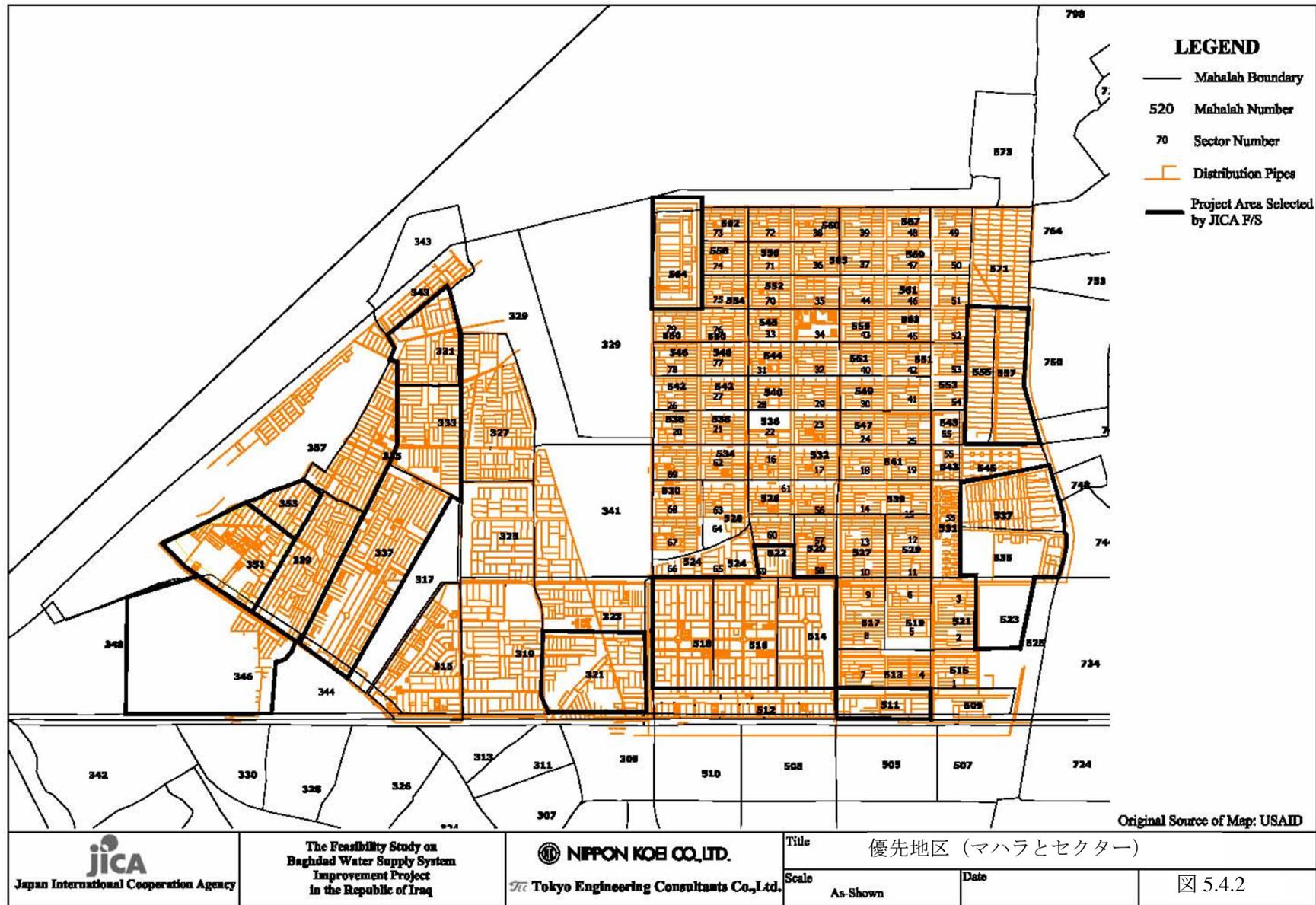
1) 配水支管（三次）の更新事業

優先地区内の口径 75mm から 250mm の配水支管総延長は現在約 1,166 km と算定される。様々な材料からなる管は年代の古いものが多い。配水管の内アスベストセメント管（ACP）と铸铁管（CIP）が老朽管で、ダクタイト铸铁管は比較的新しいものが多い。優先地区の管更新事業は表 5.4.7 および図 5.4.2 のとおり提案される。

表 5.4.7 配水支管（三次）更新事業

		(単位: km)			
管総延長		R2	R3	R14	計
1. 現況配水支管総延長: 口径 \leq 250mm		420	372	374	1,166
a) アスベストセメント管 (ACP)		237	210	211	658
b) 铸铁管 (CIP)		51	45	46	142
c) その他 (DIP/PVC)		132	117	117	366
2. BWA, USAID と GRD-PCO による更新事業の管延長		283	333	256	842
3. F/S で提案された必要更新管延長		137	39	118	294

(出典: BWA and JICA 調査団)



2) 水道メータ設置事業

BWA 顧客総数 483,478 の 48%は水道メータが設置されている。しかし、その多くは適切なメータ読み取りが出来ない不良メータに属する。設置メータの 55%に当たる 129,000 個以上のメータが修理もしくは取替えを必要としている。これら不良メータによって本来得べき収入の多くが損失していると考えられる。適正なメータ読み取りと水道料金請求体制のために、下記の水道メータ設置事業が早急に必要とされている。

表 5.4.8 水道メータ設置事業

事業内容	R2	R3	R14	計
水道メータ総数 (個)	35,000	65,100	49,100	149,200
a) 12 mm 水道メータ (個)	28,700	53,400	40,300	122,400
b) 18 mm 水道メータ (個)	3,200	5,800	4,400	13,400
c) 25 mm 水道メータ (個)	3,100	5,900	4,400	13,400

(出典: BWA and JICA 調査団)

3) 配水ブロック化 (DMA) 計画

配水ブロック化 (DMA) 計画の実施は漏水を効果的に制御する手段として下表のとおりで提案される。

表 5.4.9 配水ブロック化 (DMA) 計画

配水ブロックの分類	R3	R14	R2	ブロック数
i) 大ブロック化	1	1	1	3
ii) 小ブロック化	67	68	47	182
iii) 提案された配水ブロック総数	68	69	48	185

(出典: BWA & JICA 調査団)

4) JICA 調査団で提案した優先事業に関連するその他事業

国際機関の援助で BWA が計画している事業は下記のとおりである。

- 水生産量の改善：シャークディジラ浄水場拡張-II とラサファ浄水場の建設（設計はなされているが、事業実施の資金は未定である）。
- 給水区 R2、R3、R14 の配水池建設：給水区 R14 の配水地は 2008 年までに BWA が建設する予定であるが、給水区 R2、R3 の配水池は設計はなされているが実施は未定である。
- 既存給水施設の改善：世銀の資金援助で次の事業が予定されている、i)カルク浄水場消毒施設の改善、ii) シャークディジラ浄水場の 2B ポンプ場の改善、iii)アルラシード浄水場の拡張と改善、iv)アブ・ナワス原水ポンプ場の改善そして v)アルザファラニア地区の配水管網改更新。

6章 提案事業

6.1 UFW の削減対策案

(1) UFW の削減代替案

優先地区(給水区 R2, R3 と R14)の UFW 削減のための幾つかの対策を以下に示す。

1) 配水支管の交換

バグダッド市では湾岸戦争とイラクへの国際制裁により配水管網は老朽化している。多くの管は頻繁に漏水する古い鋳鉄管とアスベストセメント管でこれを更新することにより漏水を削減する。給水区 R2, R3, と R14 の配水管網更新が BWA の要請に従って優先地区として選定された。R3, と R14 の配水支管の更新プログラムは 2004 年から USAID, 米国工兵隊 GRD と BWA によって行われている。JICA F/S 調査はこれらとの重複をさけるために BWA によって指定されたマハラを対象とした。配水支管の更新プログラムは第 6.2 節の給水システム改善・改良プログラムに示した。

2) 配水ブロック化 (DMA)

2 番目の対策は漏水測定システムである。測定システムは DMA の計画と方針に従って策定する。内容は (2) DMA システムに示した。しかしこれは将来の DMA プロジェクトの実施の有効性を確認するためのパイロットプロジェクトの実施が必要である。DMA システムを導入するのは配水支管更新と水道メータ設置プログラムと選定されたセクターでのパイロットスタディの完了後になるであろう。

3) 漏水調査

現在、BWA には配水管網管理のための漏水調査チームはない。このため目に見えない漏水を検出することはできない。UFW の削減は有機的な結合による継続的な調査なしに行うことはできない。提言する漏水調査活動は(3)漏水検出と制御で説明する。

(2) DMA システム

1) DMA 計画

プロジェクトエリアは R2, R3, と R14 の 3 給水区で地理的特徴は以下のとおりである。

- 地表は殆ど平らで標高は約+35m±2m である。
- 地域を区分するような河川や丘などの地理的な境界は無い。
- 道路網は格子状にデザインされている。

上記からプロジェクトエリアにサブ給水区を設定する必要はない。加えてすでに R3 と R14 の一部分は USAID と米国工兵隊 GRD でマハラの半分の大きさのセクター単位の配水管の改善が実施されている。各セクターは幹線道路の下の配水管 (二次) によ

って区分される。このため、各 DMA の規模はセクターの幹線道路の境界で区分される。さらに各 DMA の規模は管理のしやすさも考慮する。

DMA 案の要約を表 6.1.1 に示す。

表 6.1.1 DMA 案の要約

給水区(WSZ)	マハラの数	DMA の数
R2	21	47
R3	31	67
R14	30	68
計	82	182

2) DMA のモニタリングと点検

漏水のモニタリングと点検は DMA を単位として行う。この単位は特に UFW の削減のアクションプランのためにパイロットプランとして使用することができる。全ての水道利用者に水道メータを設置する事を原則とする。これにより水消費量を把握することができる。DMA システムの UFW の数値は携帯式流量計で測定した流入量と全メータの消費量の比較から把握できる。さらに、漏水は夜間と昼間の流量の測定で定量化できる。典型的な漏水と消費者利用要素の 24 時間流量のプロファイルを図 6.1.1 に示す。

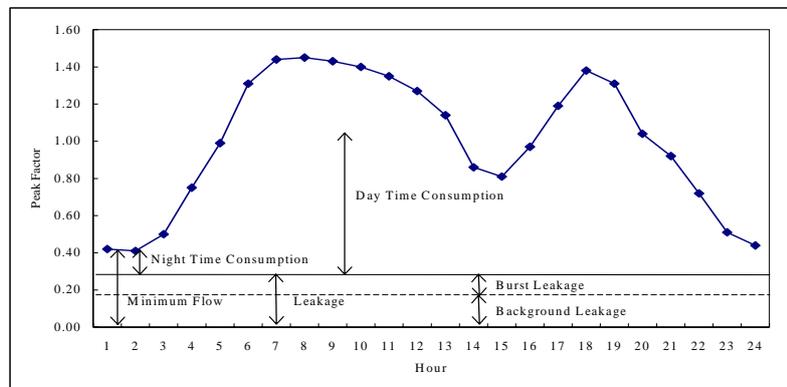


図 6.1.1 典型的な漏水と消費の要素の 24 時間流量プロファイル

このシステムは漏水の検出を効果的に行うことができ、この技術は現場調査の漏水検出の生産性を向上するのに有利である。

(3) 漏出検出と制御

現在、BWA には漏水検出チームは無い。目に見える漏水の報告によるパイプ修理だけが実施されている。このため目に見えない漏水を検出するために漏水検出チームを組織するプログラムが直ちに必要である。BWA のシステムでは漏水に加えて不法接続が大きな問題である。しかし現在これは正しく把握されていない。漏水検出と制御は BWA の関連

部署の有機的な結合によって実現する。しかし漏水検出と制御の方針は未だ確立されていない。また BWA にはこれらの仕事を満足に実行するだけの経験の有る要員も機材もない。このため効果的な改善プログラムのための UFW 提言のアクションプランが将来必要である。

(4) 行動計画の必要性

UNICEF のレポートはシステムロスを低減するためにイラクにおける UFW 低減アクションプランを 2003 年 1 月に提言した。BWA は UNICEF の報告書の提言に基づいてパイロットエリアの選定と UFW 低減アクションプランを導入することを考慮すべきである。しかし、BWA は漏水調査の如何なる経験も機材もない。JICA は 2005 年の初めから BWA の UFW 削減プログラムのためにヨルダンにおいて BWA 職員の研修を漏水調査、GIS、維持管理について行っている。

JICA 研修プログラムでは漏水調査の研修の終了後に必要な漏水検出機器を BWA に提供する。その結果、BWA は JICA 研修の成果によってアクションプランを実施する機会をもつことが出来る。

UNICEF レポートのアクションプランに記述されている以下のような概念は BWA の組織に応用される。

- UFW ユニット：UFW のモニタリングと他の行動との調整
 - 漏水検出ユニット(水道工事事部と各行政区の水道部に設立)
 - パイプ修理ユニット(水道工事事部と各行政区の水道部)
 - 消費者調査ユニット(コンピュータ部に設立)
- GIS ユニット：現地調査のデータから地図を作製する。水理モデル解析（設計部）
- MIS ユニット：MIS データベース構築のために稼働業務と請求データの収集（計画調査部、業務経理部とコンピュータ部が協力して設立）

UFW 低減は各ユニットの継続的かつ機能的な協調なしに実施することはできない。そのため、アクションプランの実施には BWA の工事事部をプログラムのコーディネータとして行政区の水道部、計画調査部、業務経理部、コンピュータ部および設計部との協力が必要不可欠である。

(5) DMA パイロット事業

給水区 R3 の本格的な DMA プログラムの実現可能性を確認するためにパイロット事業を行う必要がある。パイロット事業の管理と作業を効果的に行うために、以下のプログラムを詳細設計段階と工事期間にコンサルタントが BWA の協力により実施する。

ステップ 1 (準備/詳細設計段階)

- パイロット DMA の計画と図面の準備
- 携帯用流量計用ピットサイトの選定
- 大口需要家と夜間工業用使用の確認

ステップ 2 (準備/ 工事期間)

- 携帯用流量計用ピットの建設
- 各戸水道メータの点検
- 配水池と流量計の点検(流出と漏水)

ステップ 3 (モニタリング)

- パイロット DMA の流量と水圧の測定
- パイロット DMA の水道メータ読み取りの解析
- パイロット DMA の消火栓使用の解析

ステップ 4 (評価)

- パイロット DMA の流量と水圧グラフの作成
- パイロット DMA の水収支の計算
- 詳細な漏水調査の提案
- 漏水調査の実施
- 費用効果の計算
- R3 全体の DMA 計画の提案

6.2 給水システム改善・改良プログラム

(1) プログラムの目的

プログラムの目的は下記のとおりである。

- 3 給水区の住民に安全で安定した給水を確保する。
- 現状の 50% の UFW を削減する。
- 慢性的な水不足と断水を改善する。
- 水道メータを設置することで BWA 顧客の消費水量を適切に把握する。

(2) 計画構想

給水システム改善・改良プログラムは下表の基本概念と BWA 標準設計指針を基に策定する。

表 6.2.1 計画概念と指標

給水区	面積 (km ²)	中期目標年次 2014 年			長期目標年次 2027 年		
		人口	日平均給水量 (m ³ /日)	日最大給水量 (m ³ /日)	人口	日平均給水量 (m ³ /日)	日最大給水量 (m ³ /日)
R2	30.7 4	440,769	199,057	257,182	648,713	311,382	389,228
R3	18.4 8	820,240	370,431	478,597	1,095,379	525,782	657,227
R14	16.4 0	619,674	279,853	361,570	827,534	397,217	496,521
計	65.6 2	1,880,683	849,341	1,097,348	2,571,626	1,234,381	1,542,976
UFW率		38%			25%		
節水量率		日平均給水量の 12%			日平均給水量の 25%		
世帯構成数		一世帯当り 12.60 人					
負荷率		時間係数 : 2.25					

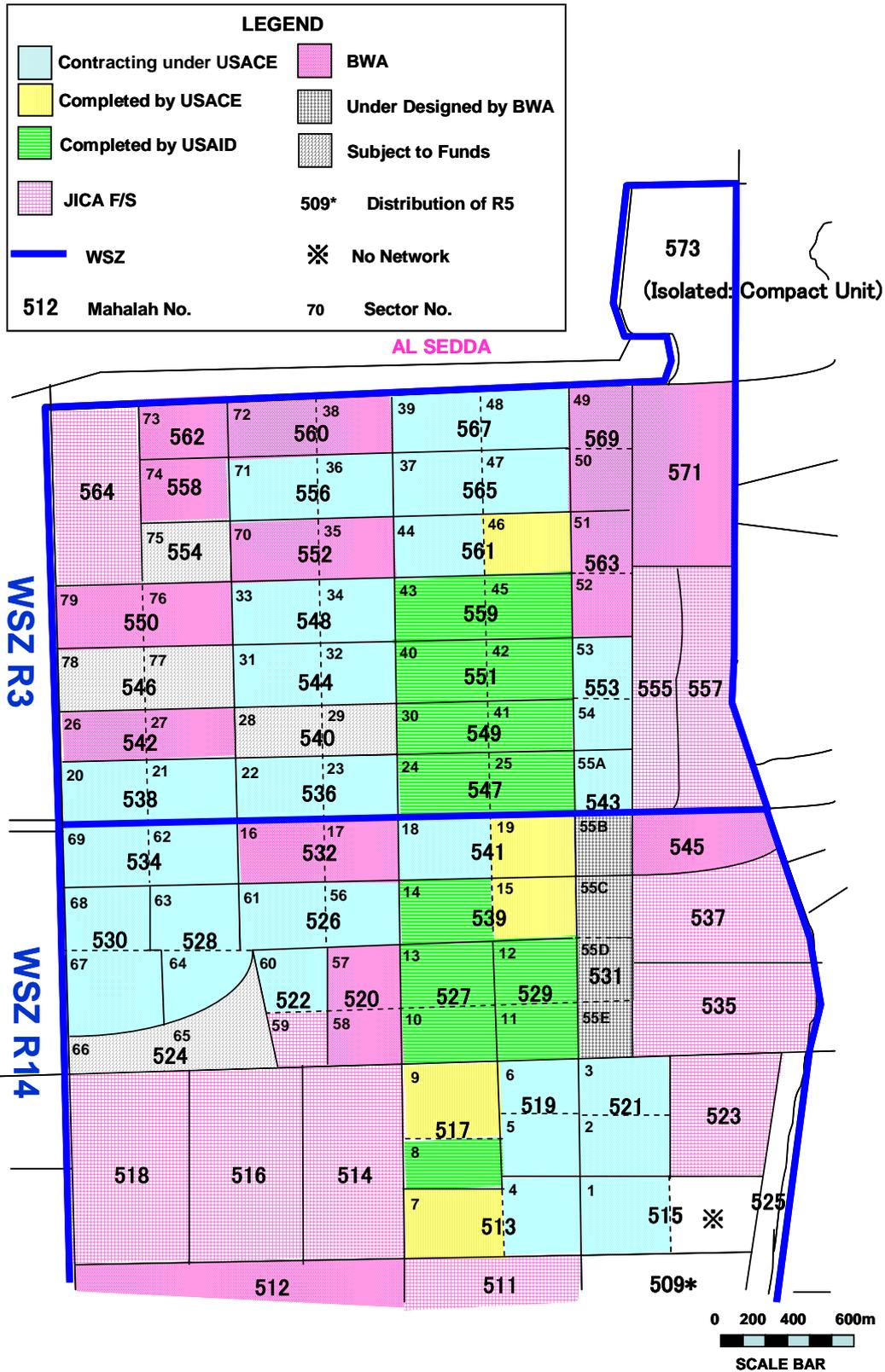
(出典: BWA and JICA 調査団)

優先地区での配水支管更新事業は BWA、GRD-PCO や USAID によって実施中である。マハラによる配水支管更新事業分担は表 6.2.2 と図 6.2.1 に示す。

表 6.2.2 マハラによる配水支管更新事業分担 (単位: マハラ数)

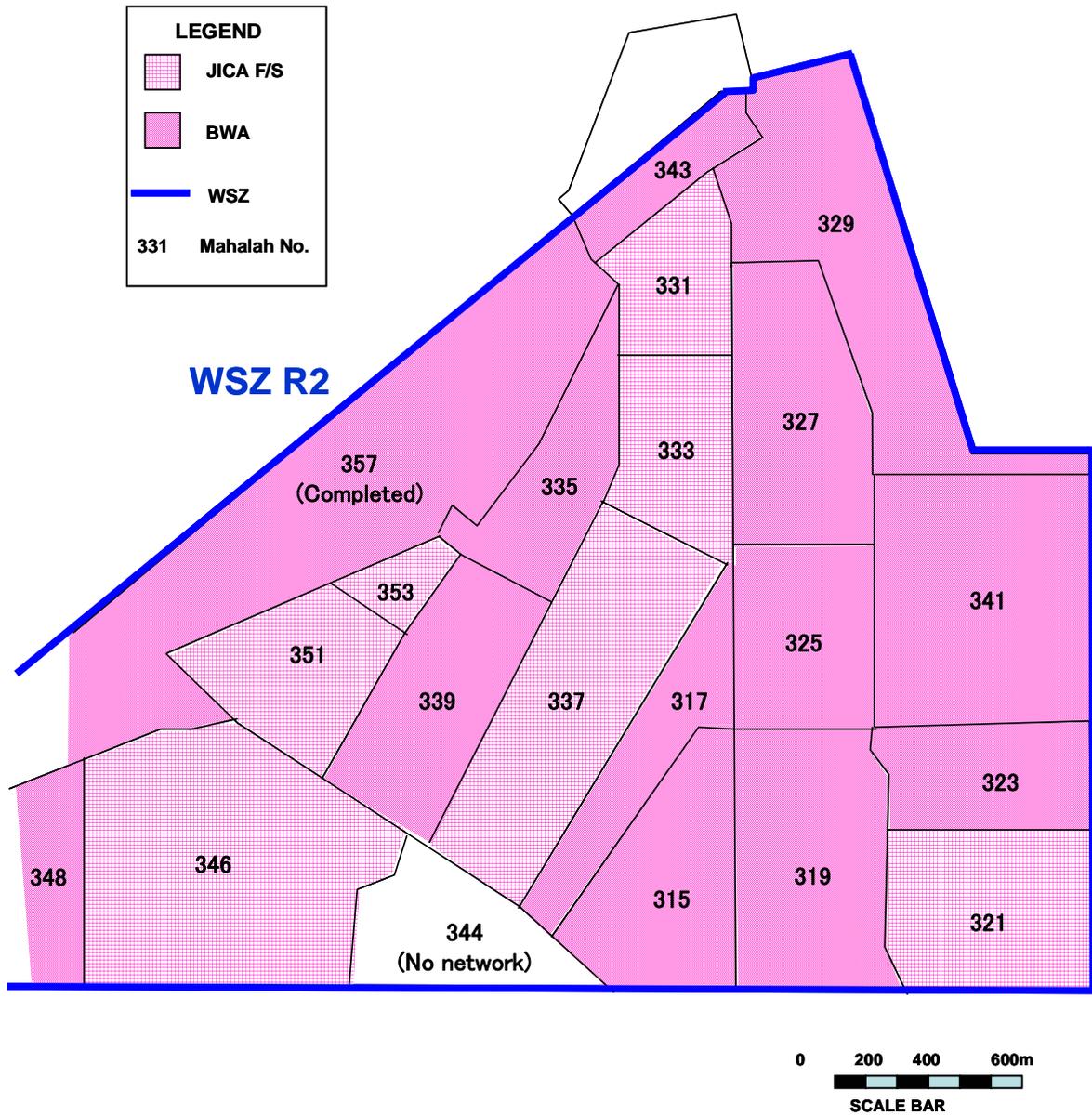
給水区	BWA	USAID	GRD-PCO	JICA F/S	その他*	マハラ数
R2	13	-	-	7	1	21
R3	9	4	13	3	2	31
R14	7	3	11	8	1	30
マハラ数の合計	29	7	24	18	4	82

(出典: BWA & GRD-PCO) 注*: CU 給水もしくは配水管網がないので管更新を必要としないマハラ



(出典：BWA, GRD-PCO)

図 6.2.1 実施中の配水支管更新事業(1/2)



(出典：BWA, GRD-PCO)

図 6.2.1 実施中の配水支管更新事業(2/2)

本調査で提案される配水支管更新の実施は下記の事業案となる。

- 1) スキーム 1 : サドル 1・2 行政区に属する給水区 R3
(マハラ番号 : 555、557 と 564)
- 2) スキーム 2 : サドル 1・2 行政区に属する給水区 R14
(マハラ番号 : 511, 514, 516, 518, 535, 537, 523 と 522: セクター59)
- 3) スキーム 3 : シャーブ行政区に属する給水区 R2
(マハラ番号 : 321, 331, 333, 337, 346, 351 と 353)

(3) 配水支管更新事業

本調査で提案された事業は配水管網での損失水を緊急に削減するために老朽化した配水管を更新すると共に必要とされる管材料と異形管を供給することを目的とする。各給水区での必要な更新管総延長は下表のとおり算定されている。

表 6.2.3 管更新事業概要

優先地区		管口径範囲 (mm)	総延長(km)	実施期間
詳細設計				2007 年
スキーム 1	R3	150mm - 300mm	39	2008 年から 2010 年
スキーム 2	R14	150mm - 300mm	118	2009 年から 2010 年
スキーム 3	R2	150mm - 300mm	137	2010 年から 2011 年
計		150mm - 300mm	294	2007 年から 2011 年

(出典: BWA and JICA 調査団)

耐久性と対腐食性を備えたセメントモルタルライニングのダクタイル鋳鉄管が選定される。管更新に加え異形管と空気弁や仕切り弁の付属品からの漏水が懸念されるのでこれら異形管と付属品も表 6.2.4 に算定されているとおり同時に交換する計画とする。

表 6.2.4 水道施設数

優先地区		仕切り弁 (個)	消火栓 (個)	空気弁 (個)
スキーム 1	R3	180	196	8
スキーム 2	R14	500	589	23
スキーム 3	R2	260	685	28
計		940	1,470	59

(出典: BWA and JICA 調査団)

(4) 水道メータ設置事業

水道メータ設置事業は管更新事業実施計画に従い実施される。水道メータ設置事業内容は下表のとおりである。

表 6.2.5 水道メータ設置事業概要

水道メータ設置事業	R2	R3	R14	計
水道メータ設置工事 (個.)				
a) 12 mm (1/2") 水道メータ	28,700	53,400	40,300	122,400
b) 18 mm (3/4") 水道メータ	3,200	5,800	4,400	13,400
c) 25 mm (1") 水道メータ	3,100	5,900	4,400	13,400
小計 (個)	35,000	65,100	49,100	149,200
PEP 給水管工事 (km)				
a) DN 20mm (3/4") PEP	82	88	110	280
b) DN 25mm (1") PEP	18	20	25	63
小計(km)	100	108	135	343
スナップタップ付きサドル取り付け (ヶ所)				
a) 20mm (3/4") x DN150 – DN300	8,200	8,800	10,900	27,900
b) 25mm (1") x DN150 – DN300	1,800	1,900	2,400	6,100
小計 (ヶ所)	10,000	10,700	13,300	34,000

(出典: BWA and JICA 調査団)

PEP 給水管の口径は給水点での実際顧客数が不明であるため工事の安全性を考慮して選定されている。口径 20mm と 25mm の PEP 給水管はそれぞれ口径 12mm のメータ、18mm のメータ用に選定されている。実際の給水管とメータの接続にはレデューサーが用いられる。漏水防止のために配水管と給水管の接続にはスナップタップ付きサドルの採用が推薦される。必要サドル数は約 34,000 である。表 6.2.5 のとおり水道メータ、給水管、サドルが本事業で供給されるが、止水弁と各戸敷地内家庭配水用亜鉛メッキ鋼管は各顧客が準備する。

(5) 事業効果

事業効果は下記のように想定される。

- 配水管網での漏水削減量と漏水事故削減率：28,000 m³/日と全漏水事故の 3%
- 節水効果による給水利用人口：給水原単位で 114,000 人
- 給水の二次汚染の削減
- 管修理費の削減
- 水道料金収入の増加：現行水道料金 (7.5 ID/m³ と仮定) レベルで年間約 US\$52,000 の収入増加
- 給水車運転費の削減

(6) 運営維持管理体制

配水管網の内口径 300mm 以上の配水本管は BWA の水道工事が管理する。口径 300mm 未満の配水支管は各行政区の水道課が維持管理を担当する。BWA のコンピュータ部が水道メータの管理とメータ読み取り・請求業務を担当する。

6.3 事業費積算

(1) 事業費積算

1) 事業費の構成

事業費は、直接工事費、現場監理費、租税、関税、建設予備費および価格変動予備費で構成される。外貨分は輸入された建設材料の CIF 価格を計上している。内貨分は、現地で調達した労務、建設機械、現地調達材料、通関費用、準備工事費及び片付け費用を含む。

2) 積算条件

- 換算レート：2006年6月時点
- 積算上の採用換算レート：2006年6月1日時点のレート、
- 1 US ドル=1,475.262 イラクディナール (ID) =112.264 円
- 単価：内貨分の中で採用する単価は BWA 契約の中で最近使用された単価とする。外貨分の中で採用する単価は、国外からバグダッドに輸入された CIF 価格とする。
- 建設用地獲得費用および補償費：BWA で実施する。
- 現場管理費：直接工事費の 10%
- 輸入関税：国外調達品 CIF バグダッド価格の 5.0%とする。
- 建設契約税：契約相当額の 10%
- 警護費は現場管理費内の 43%とする。
- 輸送と土木工事の保険費は現場管理費の 15%とする。
- コンサル費：直接工事費の 11%、価格変動予備費と建設予備費が含まれる。

提案されたプロジェクトの概算事業費は以下のように要約する。

(単位 : US\$ 1,000)

項目		内貨	外貨	計
1.	直接工事費			
1-1	資材調達			
	1) ダクタイル鋳鉄管 (DIP) と異形管	0	18,588	18,588
	2) 制水弁と空気弁	0	3,694	3,694
	3) 消火栓	0	2,967	2,967
	4) 水道メータと給水管	0	9,976	9,976
	5) DMA パイロット事業の機材費	0	129	129
	小計 (1)	0	35,354	35,354
1-2	土木工事費			
	1) 配水支管更新工事	15,983	0	15,983
	2) 給水管接続工事	5,404	0	5,404
	3) DMA パイロット事業の流量計用ピット工事	15	0	15
	小計 (2)	21,402	0	21,402
	小計 (1) + (2)	21,402	35,354	56,756
2.	諸経費、直接工事費の 10%	6,951	6,452	13,403
3.	租税および関税	8,783	0	8,783
4.	コンサルタント費用、直接工事費の 11%	3,655	4,858	8,513
5.	価格変動予備費	12,163	2,365	14,528
6.	建設予備費	8,103	8,834	16,937
	計	61,057	57,863	118,920

注:

1. 価格変動予備費は 1 項および 2 項の年率 9% を内貨に示し、外貨分に年率 1.7% を示す。
2. 建設予備費は 1 項、2 項および 5 項の合計の 20% を内貨および外貨分に示す。

提案された優先事業の各給水区 R3,R14 および、R2 の概算事業費は表 6.3.1 に集約する。

表6.3.1 各給水区の事業費

(単位: US\$ 1,000)

項目	合計I			スキーム1: R3			スキーム2: R14			スキーム3: R2		
	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計
1 直接工事費	21,402	35,354	56,756	3,964	7,643	11,607	8,303	13,371	21,674	9,135	14,340	23,475
1.1 資機材調達	0	35,354	35,354	0	7,643	7,643	0	13,371	13,371	0	14,340	14,340
1) ダクタイル 鋳鉄管(DIP)と異形管	0	18,588	18,588	0	2,481	2,481	0	6,814	6,814	0	9,293	9,293
2) 制水弁と空気弁	0	3,694	3,694	0	721	721	0	1,890	1,890	0	1,083	1,083
3) 消火栓	0	2,967	2,967	0	396	396	0	1,182	1,182	0	1,389	1,389
4) 水道メータと給水管	0	9,976	9,976	0	3,916	3,916	0	3,485	3,485	0	2,575	2,575
5) DMAパイロット事業の機材費	0	129	129	0	129	129						
1.2 土木工事	21,402	0	21,402	3,964	0	3,964	8,303	0	8,303	9,135	0	9,135
1) 配水管更新工事	15,983	0	15,983	2,156	0	2,156	6,237	0	6,237	7,590	0	7,590
2) 給水管接続工事	5,404	0	5,404	1,793	0	1,793	2,066	0	2,066	1,545	0	1,545
3) DMAパイロット事業の流量計用ピット工事	15	0	15	15	0	15						
2 諸経費	6,951	6,452	13,403	974	1,255	2,229	2,350	2,393	4,743	3,627	2,804	6,431
3 租税および関税	8,783	0	8,783	1,766	0	1,766	3,310	0	3,310	3,707	0	3,707
4 コンサルタント費用	3,655	4,858	8,513	630	1,037	1,667	1,385	1,834	3,219	1,640	1,987	3,627
1) コンサルタント費、直接工事費の11%	2,354	3,888	6,242	436	840	1,276	913	1,471	2,384	1,005	1,577	2,582
2) 価格変動予備費 (1)項の内貨の9.0%、外貨の1.7%)	692	160	852	89	24	113	241	57	298	362	79	441
3) 建設予備費 (1),(2)項の内貨及び外貨の20.0%)	609	810	1,419	105	173	278	231	306	537	273	331	604
5 価格変動予備費 (1,2項の内貨の9.0%、外貨の1.7%)	12,163	2,365	14,528	1,378	316	1,694	3,996	834	4,830	6,789	1,215	8,004
6 建設予備費 (1,2項及び5項の内貨及び外貨の20.0%)	8,103	8,834	16,937	1,263	1,843	3,106	2,930	3,319	6,249	3,910	3,672	7,582
合計	61,057	57,863	118,920	9,975	12,094	22,069	22,274	21,751	44,025	28,808	24,018	52,826

6.4 概略実施計画

バグダッド上水システム改善計画事業は 2011 年までに完成する計画である。

事業の施工計画は工事建設業者およびサプライヤーが適切に事業を実施するために、資材と労働力の調達、水道設備材料の調達の方法、および工事の方法を保証する条件を考慮に入れ、確実にできる計画とする。

概略実施計画は主として材料調達、配水管更新工事および、給水工事である。図 6.4.1 に概略実施工程計画を示す。

(1) 材料の調達事情

1) 現地調達材料

現地市場では、骨材、コンクリートブロック、レンガ、アスファルト、セメントおよび材木などが調達可能である。鉄筋は近隣諸国から輸入され市場に出回っているために現地で調達が可能である。従って、プロジェクトの価格は現地市場価格に基づいた単価とする。

2) 輸入材料

工事および技術備品として必要な配水管、管取付け付属品、水道メータ、建設機械、工事用水中ポンプおよび予備部品は現地市場において調達することはできない。従って、それらの材料および機械は国外から輸入とする。

3) 現場への輸送経路

近隣諸国からバグダッド市へ輸入されている工事事資機材の輸送経路は多様である。従って、バグダッド市への主要輸送経路を以下のように選定する。

- トルコ国からの経路(メルシン港またはイスカンダル港)
- クウェート国からの経路(シュウエイク港またはシュワイバ港)
- ヨルダン国からの経路(アカバ港)
- シリア国からの経路(ラデヒクィヤ港またはタルトス港)

輸入材料は多量の水道管、管取付け付属品および水道メータである。

輸送経路の選定基準は以下とする。

- 安全な輸送保証
- 輸送期間の保証

上記の基準から最優先経路としてトルコ国からの経路を選定した。しかし、事業実施段階で、現地への輸送経路は調達先およびイラク国の治安状況を考慮して建設業者またはサプライヤーの責任において選定されるものとする。

(2) 現地の建設業者および労働者の能力

1) 現地建設業者の能力

建設工事および建設機械と資材を供給する建設業者、およびサプライヤーは、政府系機関に登録しなければならない。イラク国の建設業者協会は建設業者分類および登録に責任を負っている。

イラク国において建設業者は国営建設会社および民間建設会社に大別される。国営建設会社の技術水準は比較的が高い。国営建設会社は 600~1,000 人の従業員を抱えているが仕事効率は十分とはいえない体制である。

現地公認の建設業者は国外の建設業者に依存しなくても当事業を実施できる能力および経験を持っている。

現地の建設業者は水道事業に必要な重機械を含む十分な建設機械類、および資材を保持している。

2) 労働力

送水管布設に必要な熟練工はサドル 1・2 行政区において BWA、USAID および米軍プロジェクト契約事務所(PCO)の工事経験を有している多数の労働者がいることから現地での雇用が可能である。

(3) 建設および資材調達計画

建設および資材調達は、イラク国で以下のように実施する。

国外から調達する材料および供給は国際競争入札によって実施する。一方、土木工事は以下の項目にしたがい BWA のガイドラインに基づき現地競争入札手続きによって実施する。

1) 資材調達および土木工事は以下である

a) 資材調達の国際入札は以下を含む

- 配水管、ダクタイル鋳鉄管(DIP)および管取付け付属品
- 給水管を含む水道メータ

b) 配水管更新工事および給水工事の現地入札土木工事¹

- 土木工事は対象区域または、BWA によって登録された建設業者の契約期間によってパッケージ分けされる。
- 配水管の管更新工事
- 水道メータを含む給水管工事

2) 配水管布設の施工方法

a) 既設配水管が車道下の場合

施工方法は Volume IV の DATA BOOK 2 で示す最も単純な開削工法を採用した。

掘削深さが 1.5m より深い場合、掘削途中で適切な支保工法および排水工法を適用する必要がある。セクター内の水道サービスを維持するために新しい配水管は既設配水管を除去しないで平行に配管する。すべての新しい配水管が完成した後、給水工事を開始する。また、工事期間中の車道一車線は工事で占有する。

b) 既設配水管が歩道下の場合

セクター内の水道サービスを維持するために新しい配水管は既設配水管を除去しないで平行に配管する。掘削および埋め戻しは工期を保証する計画で人力施工とする。人力掘削は DN300mm 未満の配水管口径で採用する。工事期間中は隣接した道を占有する。従って、工事の完成までの迂回路は他の道路を使用する。

¹ 参照：BWA プロジェクトの入札手続は“計画および開発協力省”による“土木のための契約者の条件 1987”で履行される。

c) 水道メータを含む給水管工事

給水管布設工事の手順

1. 新しい配水管の布設完了
2. 新設および既設給水接続箇所の舗装撤去工
3. 新設および既設給水管箇所の掘削工
4. 新設配水管のダクタイル鋳鉄管（DIP）給水サドルの取り付け工
5. 分水栓を接続をする。
6. 給水配管低密度ポリエチレンパイプ（LDPE）設置、長さ=10m
7. 新しい水道メータ設置
8. 既設給水設備の撤去
9. 客先の新しい水道メータに切り替え
10. 埋め戻し工および舗装復旧工
11. 客先に引渡し

3) 治安問題

資機材の輸送および工事現場の地域は、現在予知できないテロリズム、暴動および混乱などが発生する高いリスクを抱えている。

治安対策はそれらの脅威または攻撃が発生した場合でも、迅速に現地対応できる内容とし、事業の実施を成功裡に収めるために必要となる。

a) 輸送の警備

輸送の警備対策は、イラク国へ輸入される資機材および輸送するトラックのドライバーに対して必要である。警備対策のコストは資機材の輸送費に含めるものとする。

イラク国の治安レベルは場所および時間とともに変化している。従って、輸送の警備保障会社は多くの現況治安情報に基づき自身の責任で輸送の安全度の高い経路を選定する。

b) 現場の治安対策

現地の建設会社は配水管の工事または給水管工事を実施するにあたり、工事区間の現地状況に精通している現地の警備員を従事させる。警備は資機材置き場、倉庫、現場および現場事務所を対象とし、1日24時間、1週間当たり7日の警備とする。

(4) 実施工程

事業の実施工程を作成するにあたり、BWA は現場監理体制の組織を構築する。ほとんどの建設工事は建設業者によって実施され、BWA および詳細設計を実施したコンサルタントによって監理される。図 6.4.1 に概略実施工程計画を示す。

事業は 2008 年に着手するが、2007 年 3 月のローン契約、2007 年 4 月に詳細設計そして材料調達は 2008 年 1 月に着手する工程を経て 2011 年に完工とする。

一方、配水管および給水管工事の土木関連工事は 2009 年 1 月から開始して 2011 年 12 月に完工とする。

各給水区 R3, R14 および R2 の実施工程は、以下のとおりである。

	スキーム 1:R3	スキーム 2:R14	スキーム 3:R2
詳細設計	2007 年 4 月－2007 年 12 月		
資材調達	2008 年 1 月 －2008 年 12 月	2009 年 1 月 －2009 年 12 月	2010 年 1 月 －2010 年 12 月
配水管更新工事	2009 年 1 月 －2009 年 9 月	2009 年 10 月 －2010 年 9 月	2010 年 10 月 －2011 年 12 月
給水管更新工事	2009 年 1 月 －2010 年 5 月	2009 年 10 月 －2010 年 12 月	2010 年 10 月 －2011 年 12 月

1) 詳細設計/ 入札の手順

選定されたコンサルタントは、給水区 R3, R14 および R2 の中の 18 のマハラ配水管更新と水道メータの詳細設計を実施する。

資材調達の業者は原則的に国際競争入札により、また、土木工事の業者は現地競争入札により選定される。

入札の評価は主に監理上の必要条件、技術水準および入札金額の 3 項目で評価する。

2) 資材調達および供給

国際競争入札で選定されたサプライヤーは、建設工事のために必要な材料を供給する。ローン契約締結後に、図 6.4.1 に示す概略実施工程計画で実施する。

3) 配水管更新工事および水道メータを含む給水管更新工事の土木工事

上述した資材調達を含む配水管更新工事は、全て 3 つのスキームで実施することを予定する。また、ローン契約の期間が 2011 年 12 月におよそ終了することを期待する。現地競争入札によって選定された現地の建設業者は管材の据付工事を行う。

4) DMA パイロット事業

6.1 節(5)に記載したように、給水区 R3 において DMA パイロット事業を詳細設計時および施工時に実施する。R3 において配水支管更新後 10 ヶ所で携帯流量計用ピットを建設する。実施工程は図 6.4.1 に示すように R3 の土木工事において完工する。

5) 事業の施工監理

ODA(政府開発援助)円借款事業の様々なマネジメントは、BWA、融資機関、国際コンサルタント、ローカルコンサルタントおよび建設業者/サプライヤーによって実施される。

事業実施の組織図は図 6.4.2 の中に示す。この組織上、BWA は全ての利害関係者を監理、調整するために事業監理チーム(PMT)を設立することが求められる。

バグダッド市長により任命されるチーム・リーダー/プロジェクト・マネージャーは、事業監理チーム (PMT) を率いる。

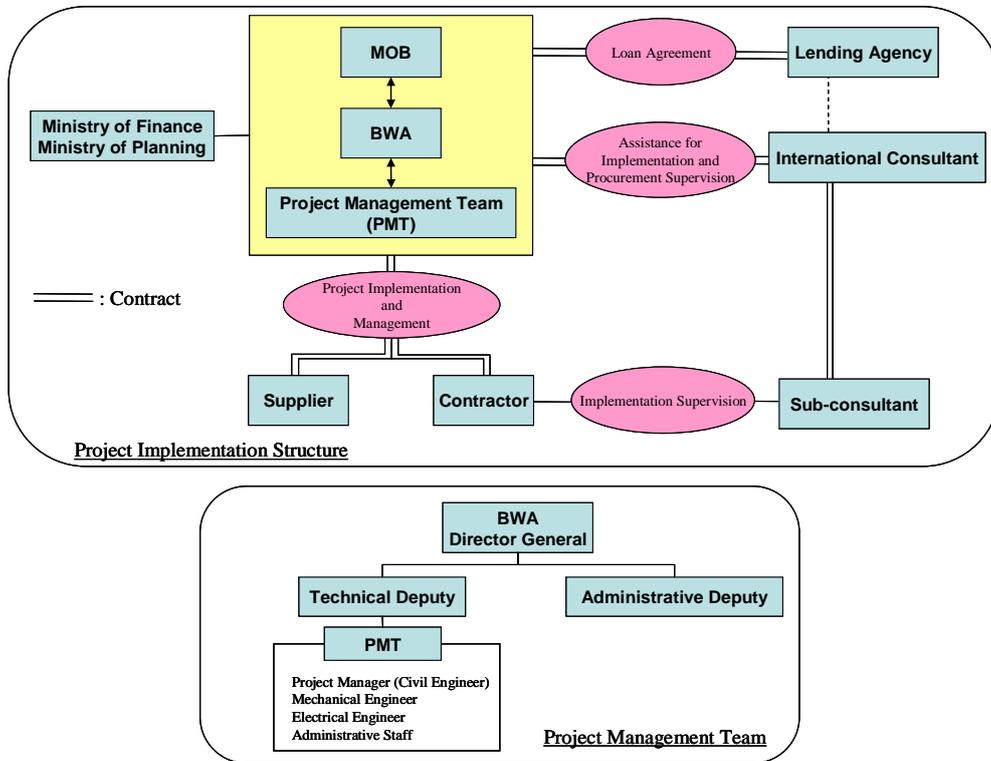


図 6.4.2 事業実施の監理体制

事業の実施は、次の段階を経て実施する。

a) 詳細設計/入札図書準備および評価

詳細設計作業は、アンマンで国際コンサルタントと現地コンサルタントと共同で実施する。バグダッド市内での現地調査は、BWA スタッフおよび事業監理チーム

(PMT) の協力のもと現地コンサルタントによって実施される。主要な現地調査は、測量作業、既設配水管および関連する地下埋設物の調査である。国際コンサルタントは現地調査に基づき配水管設計作業、施工計画、事業費積算、入札および P/Q 図書の準備をアンマンで実施する。

入札評価および交渉は、BWA スタッフの協力のもとアンマンで行う。

b) 資材調達

国際競争入札で選定されたサプライヤーは、工事のために必要な材料を供給する。品質および材数量は、仕様書の条件にすべて適合していることを確認することが必要である。しかし、国際コンサルタントがこれらの材料を直接確認することは不可能である。したがって、材料がイラクへ輸送される前に国際コンサルタントによって検査をすることを提案する。また、現地のコンサルタントはバグダッド市で BWA への引渡しに備え検査を実施する。

c) 配水管更新および水道メータを含む給水管更新の土木工事

現地競争入札で選定された現地の建設業者は工事を実施する。しかし、国際コンサルタントがバグダッドで現地の工事を直接監理することは不可能である。したがって、土木工事は現地コンサルタントの協力のもと BWA が監督する。

国際コンサルタントはアンマン事務所から、技術的な要請、クレーム、品質管理、施工監理、毎月の工程進捗の評価、設計変更などの支援をする。

(5) コンサルタントサービス

コンサルタントは進行中の治安問題からイラク内で監理することができない。従って、事業実施に必要なコンサルティングサービスを実施するためにヨルダン国のアンマンに事務所を設立することを勧める。また、事業実施上の関係業務を円滑に確認するため、BWA 職員をアンマン事務所に常勤で配置することを提案する。

さらに、バグダッドの現地コンサルタントは、アンマン事務所のコンサルタントの指示に基づき詳細設計期間において現地調査、測量調査およびデータ収集を実施する。

1) 資材調達の監理

コンサルタントのアンマン事務所は、調達の監理を行う。

現地コンサルタントは、イラク国において輸送の工程を監理しコンサルタントのアンマン事務所へ進捗を報告する。

2) 施工監理

コンサルタントのアンマン事務所は、BWA の施工監理を支援する。建設工事の日程の適切な進捗を確実にするために、コンサルタントのアンマン事務所は、BWA の駐在員との協議および建設計画の承認・再検討を支援する。施工監理は BWA が行う。

BWA は、毎週の進捗報告書でコンサルタントのアンマン事務所へ建設工事の進捗を報告する。毎月の技術協議はアンマンにおいて BWA および現地の建設業者参加のもと開催する。四半期の工事進捗会議は、JBIC とバグダッド市の参加のもと開催する。

7章 組織・制度及び財務

7.1 関連法規

バグダッド市における上水道事業は、これまで以下二つの法規に基づき運営されてきた。1924年制定水道法の第50：1924年法では、バグダッド市における水道事業は、運輸公共事業省から選定された委員会により実施されると規定している。

1995年制定水道法の第16：この法規により1995年から現在にかけてBWAが正式にバグダッド市の上水道事業を実施している。

7.2 組織・制度

BWAはバグダッド市の技術担当副市長の担当下の一部局であり、バグダッド市における取水施設、浄水施設、送水管、貯水槽、並びに300mm以上の配水管の運営・維持管理を行っている。一方、300mm以下の配水管の運営維持管理は現在各13の行政区が運営・維持管理を行っている。

BWAの組織体系は、まず局長の下に2つの局長管轄部と一人の事務担当並びに2人の技術担当の副局長が配属されている。さらに、各技術担当副局長の下にそれぞれ3つの技術部、事務担当副局長の下に4つの事務管理部が、それぞれ配置されている。現在BWAはおおよそ1,900名の職員を抱えており、そのうち熟練技術者の割合は全体の約17%である。

7.3 水道料金

現行の水道料金は2000年に設定されたものであり、それ以降一度も改定されていない。生活用水の料金体系は、一月の使用量が30m³以下でm³辺り2イラクディナール(ID)、31m³以上60m³以下はm³辺り5ID、61m³以上90m³以下はm³辺り7.5ID、91m³以上はm³辺り20IDと設定されており、非生活用水使用者の水道料金は政府系機関がm³辺り20ID、民間企業はm³辺り30IDとなっている。しかしながら、現在機能している水道メータが設置されているのは全体の23%のみである。したがって、BWAは多くの途上国と同じように、水道メータを設置していない生活用水使用者にも、住居の広さに従い一定の料金制度を設けて課金している。しかしながら、現行の水道料金体系は、近隣の湾岸諸国と比較しても極めて低い水準に抑えられている。持続的で質の良い水道事業を運営する為にも、BWAにとって現行の料金体系を改定することは急務であるが、現在BWAには水道料金を設定する権限がない状況である。

7.4 請求業務と料金徴収

請求業務及び料金徴収業務は、コンピュータ部と業務経理部管轄の課によって実施されている。請求書の作成から料金徴収までの一連の業務は原則4ヶ月ごとに実施している。

しかしながら、料金徴収業務は効率的に実施されておらず、モニタリング体制がないこともあり、徴収率は 50%程度に留まっている。さらに、事業対象地区であるサドル 1・2 行政区における料金徴収率は BWA 管轄区域の中でも最も低い状況である。

7.5 財務管理と会計業務

BWA には健全経営のための財務管理という概念が欠如している。というのも、BWA の財務体制は、バグダッド市からの補助金によって年間の運営・維持管理費を捻出している状況であり、自らのサービスによる収益で運営コストを賄おうとする考えが起きない状況である。そのため BWA の年間収入・支出は大きな赤字を計上している。

BWA は他の政府機関と同様に政府統一の会計制度に従った会計業務を実施している。コストリカバリー原則に基づいた持続的な財務管理運営体制を構築する為にも、水道事業の運営・維持管理面でもある程度の自主権を BWA は持つことが期待される。

8章 事業評価

8.1 経済評価

プロジェクトの経済評価は一般的に経済的内部収益率（EIRR）や正味現在価値（NPV）、便益 - 費用計算等で定量的に実施される。しかしながら、治安上の問題からバグダッド市内における生活状況調査が実施できず、調査団が必要な情報を得られなかった為、本事業実施による全ての経済便益を定量化し、評価することは不可能である。

ただし、本事業は水使用の制限等により悪化している社会経済状況に大きな影響を与えるものであると考えられる。例えば、断水により生活飲料水を確保する為に費やしていた多くの費用や時間は、本事業の実施により節約することが出来る。また、公衆衛生上の改善も期待できる。UNICEF は最近のイラク国における死亡率の上昇の主原因の一つは下痢によるものであると警告している。実際にバグダッドでは、配水管の破損により汚水が混入し、それが下痢を引き起こす原因であるという指摘がなされている。さらに、本事業において、BWA は治安上の理由から、土木作業を多くの地元住民を雇用して実施することを方針としており、地元住民への雇用創出も期待される。

さらに、国家開発戦略（NDS）における最優先事項の一つとして、生活の質の改良が挙げられており、NDS は「安全な水と衛生へのアクセス改良」が、この生活の質の改良達成の為に最優先項目であるとして強く謳っている。

本事業は、事業対象地域住民の生活状況改善のために必要な効果をもたらすと結論付けられる。上記のことを鑑みると、本事業は十分実施するに資すると判断できる。

8.2 財務評価

(1) 概要

財務評価は財務的内部収益率（FIRR）によって実施される。しかしながら、現在の水道料金水準は運営コストに比べて極めて低く、プラス値の FIRR を算出することはほとんど不可能である。さらに、本事業の目的は UFW を削減することである。従って、本事業は新規的な水供給を創り出すことによって、大幅な水収入増を目的とするようなプロジェクトとは、異なるものである。

本事業の FIRR 計算では評価期間を 40 年と設定する。

(2) 財務便益と費用

1) 財務便益

a) 配水管敷設替えによる水収入の増加分

事業実施による水収入の増加分は、漏水被害がなくなり、本来の水需要レベルまで水供給が達成されることにより発生する。評価期間における水供給の増分は総計で、およそ 1,200 百万 m^3 に達すると想定される。事業実施による水収益の増分は、現在の当りの平均支払い水料金を基準に計算するとおよそ 10.8 百万米ドルとなる。

b) 水道メータ設置による水収入の増加分

およそ 15 万戸の水道メータを設置することによっても、水収入が増加する。というのも、それまでの水道メータを設置していなかった生活用水消費者の支払い方法が、住居の大きさと給水圧に応じて設定されているフラット制による料金徴収システムから定量制の料金徴収システムに変更されるからである。フラット制による月々の支払い料金の平均額は、各料金ブロックの加重平均計算で 108 イラク・ディナールと想定されるが、現在各家庭の月々の水道使用量は $84.6 m^3$ となっている。この水道使用量をメータ設置による定量制で算定すれば、月当たりの水道料金は 394.5 イラク・ディナールとなる。したがって、この差額（月当たり 286.5 イラク・ディナール＝年間 3,438 イラク・ディナール）と水道メータ設置個数（14 万 9 千 2 百個）を掛け合わせた、5 億 千 3 百万イラク・ディナールが年間の水道メータ設置による料金増収分となる。

しかしながら、現在事業実施エリアであるサドルシティにおいて、水道メータ設置者への料金徴収率は 26.6%にとどまっている。治安状況の改善や BWA による無収水（NRW）改善の為に活動がなされない限り、料金回収率は現状と変わらない。現時点では、この NRW 改善の為に組織改善プログラムが本事業実施のスコープに含まれていないことから、FIRR 算出の為に財務収益では、上記の料金増収分の 26.6%に限定している。よって、水道メータ設置による収益増加額は評価期間全体で約 6 百万米ドルとなる。

c) 漏水対策の為に維持管理費の削減

漏水対策における維持管理費削減として、（現在漏水対策の一環として実施している）水タンカーによる給水作業に係る維持管理費用の削減が挙げられる。年間の維持管理費は、およそ 53 万 5 千米ドルになる。また、水タンカー1 台の値段はおよそ 8 万 7 千米ドルで、耐久年数は 10 年間と想定される。また、水タンカーの維持管理費用は（配水管の老朽化による漏水状況の悪化に伴い）、2027 年まで毎年 2%ずつ上昇するものと仮定している。評価期間における水タンカーの維持管理費の総額は、およそ 3 千百万米ドルと想定される。なお、漏水修理作業の削減も漏水対策の維持管理費削減による便益であるが、有益な情報が入手できず FIRR 計算からは外してある。

2) 財務費用

a) 配管敷設替えと水道メータ設置作業における初期投資費用

配管敷設替えと水道メータ設置作業における初期投資費用は 9 千 9 百万米ドルである。この金額は、6 章の事業費積算において説明した事業費を基に算出している。なお、FIRR 計算のために、価格予備費は除いている。

b) 水道メータの取替えに係る費用

水道メータはその耐久性から、10年毎に交換される。水道メータ交換に係る費用は、およそ千5百万米ドルと算出され、評価期間中に3度実施されるものと想定される。

c) 維持管理費

事業実施後の維持管理費用はそれほど発生しないと想定される。ただし、参考となる情報が乏しい為、FIRR 計算の為に、初期建設作業における土木作業費の 0.5%程度（およそ8万ドル）を計上している。

(3) FIRR

現行の水道料金レベルを基準に算出した FIRR は-9.5%となる。本事業は、水道料金収入を創出することを目的とした事業ではなく、老朽化した配管を取り替えることを目的とした事業であり、事業実施による収益がそれほど期待できない為である。もちろん、低すぎる水道料金水準がこの低い数値の主原因であることは言うまでもない。

今後の参考情報として、仮に徐々に料金徴収率を改善していき 2027年に80%まで到達することを想定した場合の FIRR は、わずかながら改善して-7.1%となる。この数値が示していることは、たとえ NRW 改善の為の努力をしたとしても、水料金を改善しない限り、あまり財務収益をもたらさないということである。

借款プロジェクトの実施の基準として国際援助機関は一般に FIRR10%以上を推奨している。そこで、最後に FIRR10%を達成する為にどれくらい水道料金を上げるべきかをあくまで目安として計算してみる。FIRR10%の為の基準となる m³当たりの平均水道料金を算出してみると、0.493US ドルとなる。これは、現行の平均支払い水道料金（m³当たり 0.009US ドル）に比べおよそ 55 倍も高い水準である。たとえ、上記同様に 2027年に80%を達成するように料金徴収率を改善したとしても、FIRR10%を算出するためには、m³当たり 0.485US ドル（現行水準の 53.9 倍程度）に設定する必要がある。

上記の数字は費用回収の原則から暫定的に計算したものである。しかしながら、実際にこのような高い数字に見直すことは不可能である。このため、水道事業を実施するためにはバグダッド市(MOB)の補助を考慮すべきである。しかしながら、BWA は将来的に適正な水道料金に設定するために支払い意思額の調査をする必要がある（参照 VOLUME III SUPPORTING REPORT APPENDIX C）。

8.3 技術評価

本事業の業務内容は BWA 職員、行政区職員共に技術的に問題がない。BWA と各行政区はすでに配水管の整備事業を USAID の無償案件として同じ R3,14 給水区で実施しており、また世界銀行資金による同様のプロジェクトの詳細設計を現在実施している。

JICA は 2005 年以來、BWA 職員へ第三国研修として UFW 削減プログラムの集団トレーニングコースを実施している。これにより配水支管更新と水道メータ設置プロジェクトの完了後 UFW 削減のために給水システムの漏水を測定するための DMA システムが導入される。

8.4 組織評価

運営効率性を図る指標として、1,000 給水栓辺りの職員の人数がしばしば採用される。世界銀行は途上国の上水事業実施機関における 1,000 給水栓辺りの職員数は、5 人であれば非常に効率的な運営をしていると判断しているが、BWA の場合の 1,000 給水栓辺りの職員の数は 3.4 人である。さらに、BWA の組織は、各部毎に役割が明確に規定されている。しかしながら、現在のバグダッド市からの補助金頼みの財務体系を維持し続ける限り、十分なサービスを提供しうる運営維持管理費を確保することは出来ないであろう。BWA が適切な水道事業運営体制を築いていく為にも、財務改善や法的な運営権強化を目的とした追加的な支援が必要である。

8.5 環境影響評価

スクリーニング、スコーピングはイラク環境法、JICA 環境ガイドラインに基づき、事業の実施により環境に影響を与える可能性のある環境項目に関して行われた。環境調査はアンマンでの技術協議による JICA 調査団協力のもと、バグダッド市環境局により実施された。IEE, EIA により挙げられた主要な環境項目は Volume III, SUPPORTING REPORT に記載されている。事業の実施によって環境に影響を与える可能性のある環境項目の中で、最も懸念される環境項目は既設アスベストセメント管の処理である。既設アスベストセメント管の処理に関する、環境影響評価の結果を下記に示す。

(1) アスベストセメント管の処理が健康に与える影響

既設アスベストセメント管の更新はできるだけ切断する手法を用いないように行う。既設アスベストセメント管は新設ダクタイト管敷設後、埋め殺しにより処理する。既設管を切断する可能性のある場合は、作業に従事する労働者はアスベストの粉塵から守るためマスクを使用し、また、施工中の現場を湿潤化するために水をまくことが望まれる。

USAID が発行している Weekly update (2005 年 7 月 28 号) でアスベストセメント管の処理についての記載がある。記事には適切に処理する事みの記載があるが、BWA 担当者のお話では既設アスベストセメント管は埋め殺しで処理しているとの事である。

(2) 結論

IEE 及び EIA はアンマンでの技術協議による JICA 調査団協力のもとバグダッド市環境局によって実施され、EIA は既に環境省によって承認されている。バグダッド市、BWA 及び環境省間の協議によってアスベストセメント管の処理に関する環境法、ガイドラインは無いことが確認された。環境省は事業の実施において、アスベストセメント管を埋め殺しすることを承認した。

9章 結論と提言

9.1 結論と提言

(提案事業)

1. UFW の数値を最小にして、慢性的な水不足問題を減少させるために以下の事業が提案された実施工程に従いすぐに実施されることを提言する。
 - a) 給水区 R3、R14、および R2 の 18 のマハラでの配水支管の更新

配水支管の更新により古く破損している ACP と CIP からの漏水を減少させ、既存の配水システムを改善して、安全な給水を確実にするプログラム。
 - b) 水道メータを給水区 R3、R14、および R2 の全ての各戸給水箇所に設置する

水道メータ設置の目的は、配水システムにおける給水の損失をモニタリングするために R3、R14、および R2 の水消費量を測定すること。
2. R3、R14、および R2 の改善計画の概要は以下に示す通り、2007 年に開始され 2011 年に完了する。配水支管の総延長は約 294 km で口径の範囲は 150mm から 300mm である。配水支管の更新と水道メータの設置が優先事業として選定された。配水支管の更新は R3、R14、および R2 の選定されたマハラで総計 294 km になる。水道メータは、R3、R14、および R2 の BWA 及び他の外国援助機関が実施する全てのマハラを含めた 149,200 箇所に設置する。
3. 実施スケジュールの提案
 - R3 サドル浄水場を 2006 年までに完工させる、
 - R14 の新設配水池を 2008 年までに完工させる、
 - UFW のアクションプランを 2007 年までに作成する、
 - 老朽管の更新と新規水道メータの設置を 2008 年に開始する、
 - 老朽管の更新と関連給水管工事を R3 で 2008 年に開始する。
4. 世界銀行によって実施される給水マスタープラン作成時においても本 JICA F/S 調査を考慮し計画されることが望まれる。

(事業の監理)

5. 資金援助機関から融資されることになる事業を監督し、監理するために事業監理チームを設立することを提言する。利害関係者の調整が事業の円滑な実施に必要である。以下の準備、計画が、この目標を達成するために必要である。
 - 異なる建設業者やサプライヤーによって実施される全ての契約と工事を監督監理するために BWA に事業監理チームを設立すること。

- 国際コンサルタントは、アンマンから事業を調整・監理すること。
- 詳細設計と国際入札はアンマンで国際コンサルタントによって行われること。
- ローカルコンサルタントはバグダッドで BWA と国際コンサルタントの補助作業を行うこと。
- 適切に水道メータ設置を行うために他のマハラの実施進捗状況を確認すること。

(コンサルタントサービス)

6. 事業実施に必要なコンサルタントサービスを詳細設計で行う場合はイラクの治安上の理由から国際コンサルタントの事務所をヨルダンのアンマンに設置することを提言する。更にバグダッドの BWA との連携をスムーズに行うために BWA 職員をアンマンのコンサルタント事務所に常駐させることが望ましい。
7. 詳細設計段階では以下の事項を行うこと。
 - 地下構造物の位置はバグダッド市下水道局等の関連機関によって作成された詳細図に基づいて確認すること。
 - 更新配水管ルートを選定は既存の配水管と地下構造物の詳細図に基づく詳細な現地調査によって行うこと。
 - 既存の給水接続と全ての不法接続の目録調査を完了すること。
 - 給水区 R3 の本格的な DMA プログラムの実現可能性を確認するために R3 で DMA パイロット事業を行うこと。

(UFW 削減のためのアクションプラン)

8. UFW の削減活動計画は DMA によって構築された配水システムを BWA が管理することを可能にし、高漏水箇所を特定することができる。しかし UFW の削減は関連する全てのユニットの機能的な協調と継続的な検査と修理なしに実現しない。このため UFW 減少のためのアクションプランは水道工事が中心となって計画調査部、コンピュータ部、業務経理部、および設計部の協力で実行されるべきである。

(環境)

9. EIA によって既設アスベストセメント管は埋め殺しにより処理されることが確認された。アスベストセメント管はバグダッド市全体に敷設されているため、アスベストによる環境汚染に関しては適切に対応することが望まれる。サドル 1・2 行政区はバグダッド市でも人口密度の高い地区であることから、事業の実施により健康に対する被害は未然に防ぐことが重要である。事業の実施による住民への環境影響においてアスベストセメント管の処理に関する法律、ガイドラインの整備は見直されている。

(事業評価)

10. 低い水道料金の設定のために財務評価は負の値を示した。財務の観点から事業実施の評価をすることは難しいが、公衆衛生改善、各戸への安全な水供給のための費用・時間の削減に貢献し、安全で安定した水にアクセスできることがベーシックヒューマンニーズである。よって、提案された事業は経済的な観点から実施可能であると言える。
11. 事業実施の早い時期にコンサルタントによる財務分析調査及び組織強化支援を実施することが望まれる。もし、事業のスコープの中にソフト・コンポーネントが含まれていなければ、追加的に包括的な組織強化支援を実施することが必要であろう。この場合、BWAだけでなくバグダッド市関連部の職員が事業に参画するようにドナー側がコンサルタントを側面支援することが提案される。

9.2 課題とリスク

提案事業の実施はイラクの治安と安全の問題から調査をヨルダンのアンマンで行い、如何なる現地調査も実施していないことにより発生する課題とリスクを最小限に押さえる方法で行うべきである。以下に課題とリスクを示す。

1. 一般的に BWA や関係機関のデータや情報が最近の政治的混乱から紛失したり不明のため調査に必要なデータや情報の収集は十分ではなかった。
2. バグダッド市では最近の水道基本計画が無いために水需要の予測は JICA 基本調査レポートと USAID レポートを使用した。さらに水需要は土地利用や契約者、建物のタイプ等の詳細なデータが無いために給水区の各マハラに等分に配分した。
3. 配水管網解析は上記の手法による人口と水需要条件下で行ったので将来の水道のための予備的な水理解析をバグダッド市の基本計画が策定された後に行うことを提言する。
4. 配水管更新スキームは既存配水管システムの詳細な情報が無いので給水区の各マハラで老朽化したアスベストセメント管や鋳鉄管の長さや口径は同じと仮定した。
5. 水道メータの数は最新のセンサデータが無いために 2006 年の USAID 報告書で提案されている契約者世帯構成員数 12.6 人を採用して求めた。
6. 資機材の運搬経路は現在の治安状況や過去の事業の経験からトルコ経路を選択した。実際のイラクへの運搬経路は請負業者やサプライヤーの責任で資機材の調達先やイラクの治安状況を考慮して選択する。