No.

独立行政法人　国際協力機構（JICA）

イラク共和国都市公共事業省（MMPW）

イラク国
バスラ上水処理場及び送水システム
改善計画調査

最終報告書
（和文要約）

平成 19 年 1 月

（2007 年）

株式会社　東京設計事務所

日本工営　株式会社

環境
JR
06-084

No.

独立行政法人　国際協力機構（JICA）

イラク共和国都市公共事業省（MMPW）

イラク国
バスラ上水処理場及び送水システム
改善計画調査

最終報告書
（和文要約）

平成 19 年 1 月

（2007 年）

株式会社　東京設計事務所

日本工営　株式会社

為替交換レート:

US$ 1 = JPY 112

US$ 1 = ID 1,475

(2006年6月)

序　　文

日本国政府は、イラク国政府の要請に基づき、バスラ浄水処理場及び送水システム改善計画に係わる調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成 18 年 4 月から同年 12 月まで、株式会社東京設計事務所の武智昭氏を団長とし、株式会社東京設計事務所及び日本工営株式会社から構成された調査団を現地に派遣しました。

調査団は、イラク国政府関係者と協議を行うとともに、現地コンサルタンツを活用し、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成 19 年 1 月

独立行政法人国際協力機構
理事　松本　有幸

伝達状

独立行政法人国際協力機構
理事　松本　有幸　殿

今般、イラク国におけるバスラ浄水処理場及び送水システム改善計画調査を終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。本調査は、貴機構との契約に基づき、弊社及び日本工営株式会社からなる共同企業体が、平成 18 年 4 月より同年 12 月までの 9 ヶ月にわたり、ヨルダン国アンマン及び国内で実施した調査結果を記載しております。今回の調査に際しましては、イラク国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、我が国の政府開発援助の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

本計画調査は、バスラ州中央部の給水状況の改善を目的とする計画を策定するために実施されました。本調査で提案された水道改善計画は、バスラ州中央部における給水状況の改善に寄与するものと確信しております。

なお、調査期間中、貴機構、外務省、厚生労働省、日本国際協力銀行及び関係機関の各位には多大なご協力とご支援を賜り、ここに厚く御礼申し上げます。また、イラク国政府諸機関の関係各位及び貴機構ヨルダン事務所イラクユニットの皆様におきましては、貴重なご助力とご協力を賜りました。併せて御礼申し上げます。

平成 19 年 1 月

共同企業体代表者
株式会社東京設計事務所
バスラ浄水処理場及び送水システム改善計画調査
団長　武智　昭

イラク国バスラ浄水処理場及び送水システム改善計画調査

調査結果の概要

1. 調査目的及び対象地域

Basrah 州は Tigris 川及び Euphrates 川流域の末端に位置し、2003 年の推定人口は 176 万人である。州都 Basrah 市は、人口 74 万人を擁するイラク第 2 の都市である。

Basrah 州の給水事業を改善するため、イラク政府は Basrah 州の上水道整備について日本政府に円借款を要請してきた。本調査の目的は、Basrah 州の給水状況を緊急的に改善するための上水道整備計画を策定することであり、調査は、円借款の具体的な内容を検討するために実施された。

計画対象地域は、Basrah 州のうち最も給水状況が深刻で緊急的に給水状況を改善すべき地域として、Basrah 州中央部、すなわち、Basrah 市及び Al Hartha 地区とした（図 1 参照）。

2. 給水状況

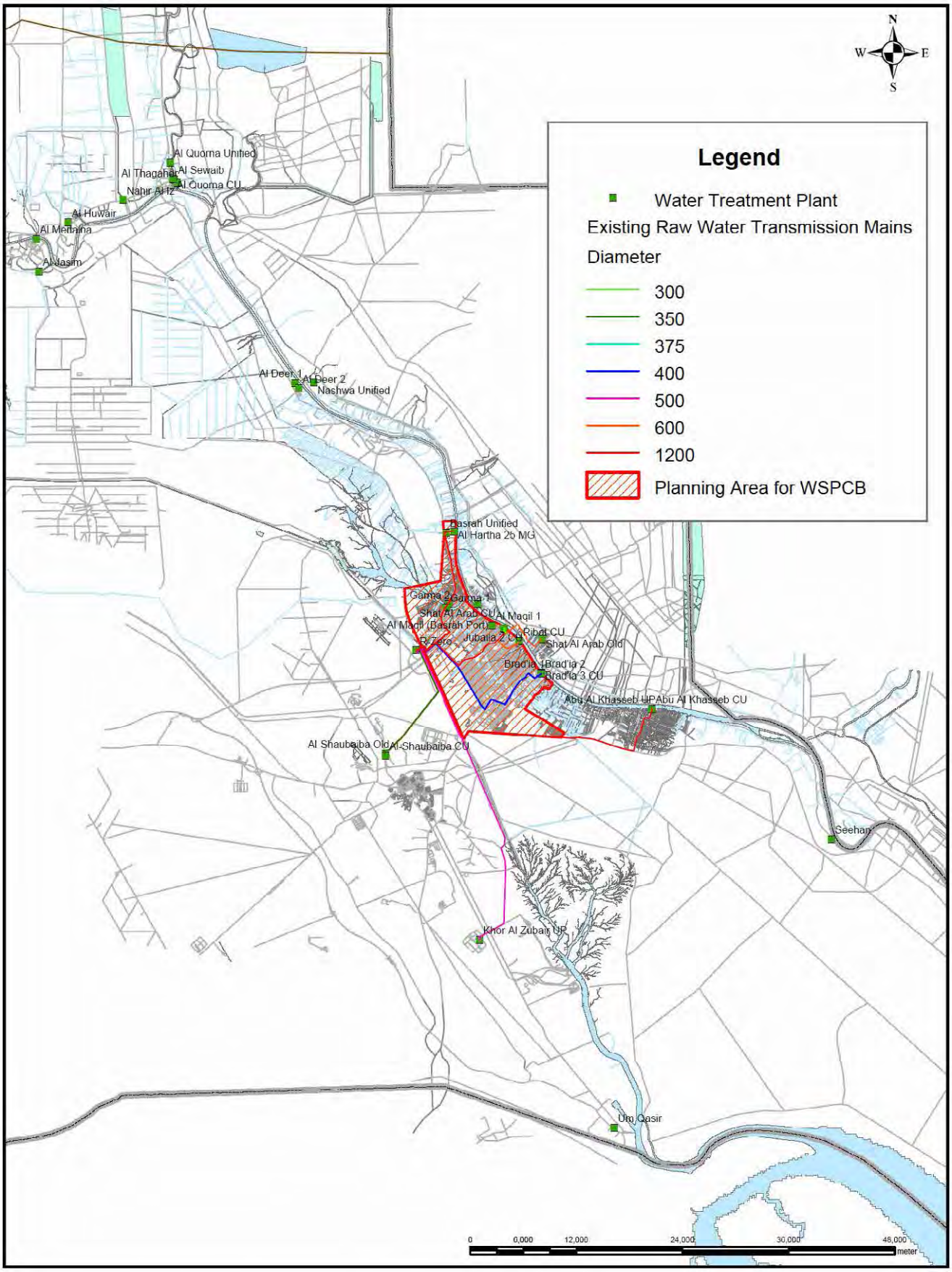
Basrah 州の上水道施設の老朽化及び能力不足は著しく、給水区域では、慢性的な水不足の状況にある。また、Basrah 市の従来水源である Shat Al Arab（SAA）川の水は、蒸発残留物（TDS）に代表される塩分濃度が上昇してきた。このため、SAA 川の代替水源として、塩分濃度の低い Gheraff 川の水を導水する約 240km の Sweet Water Canal（SWC：淡水運河）が建設された。しかし、この SWC も構造および設備上の欠陥から安定な水量を供給できない状況にある。

調査団による社会経済調査によると、給水サービスの問題点は、以下のとおり水質及び水量両面にわたる。この中で、需要者は、改善すべき最も深刻な問題として、給水量・給水圧の不足、次いで給水水質の問題を上げている。

表 1　社会経済調査による給水サービスの問題点

問　題　点		回答世帯率
給水量不足（給水圧不足）		94%
給水サービス時間の不足		67%
給水水質の問題	色（濁りも含む）	89%
	味（高 TDS）	97%
	匂い（汚水臭）	85%

注：複数回答



イラク国 バスラ上水処理場及び送水システム 改善計画調査	バスラ州中央部水道計画（WSPCB）の計画対象地域	図 1

3. Basrah 州中央部水道計画

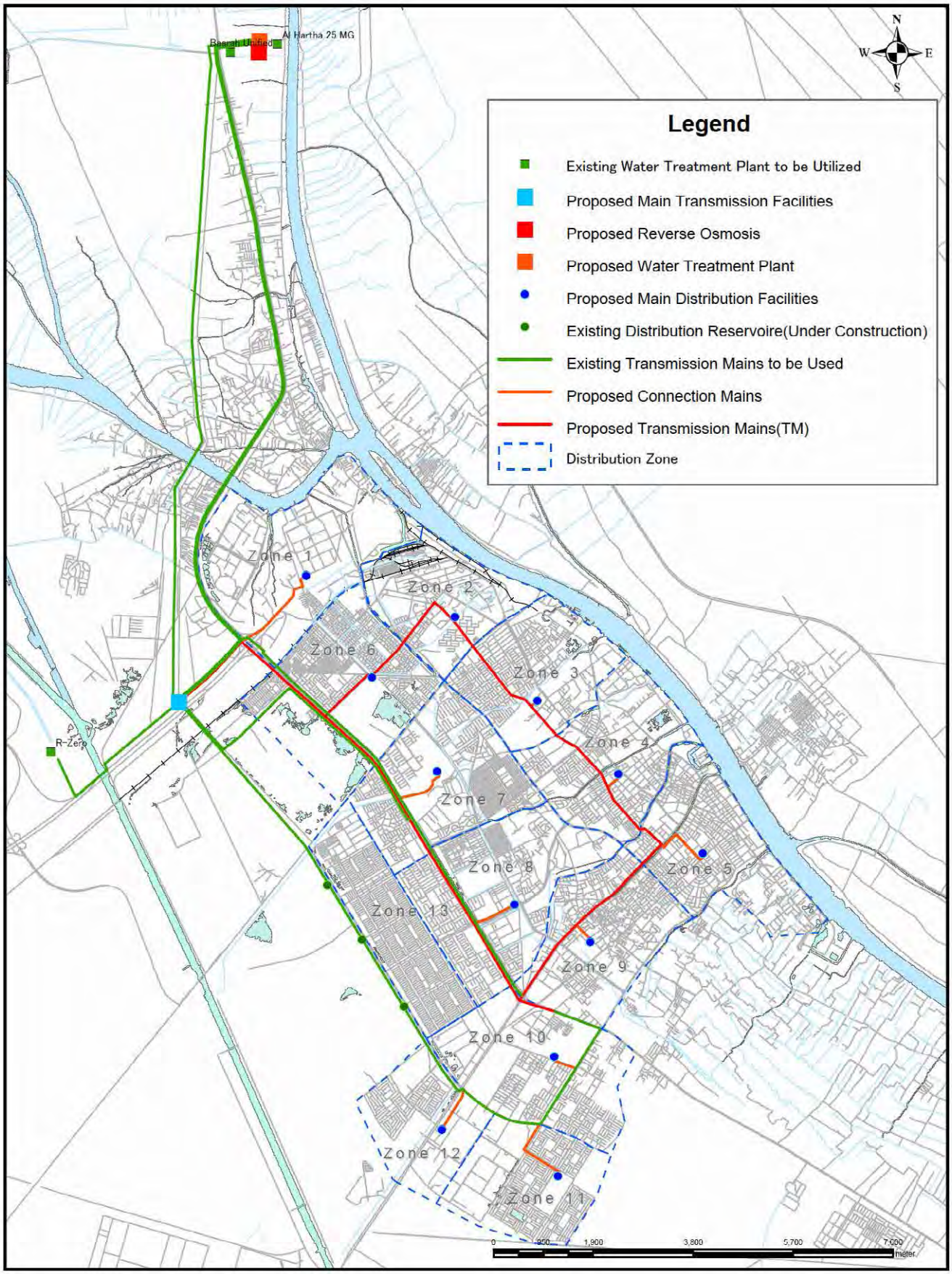
給水サービスの問題点を改善するため、本調査では、2015 年を目標とする「Basrah 州中央部水道計画（WSPCB）」を策定した。対象人口は 1,257 千人であり、日平均需要水量は 608,000 m^3/日である。主要な改善内容は以下のとおりであり、計画施設内容を表 2、施設配置を図 2 に示す。

① 既存施設の能力回復のための既存配水管及び浄水場の改修
② 水需要を充足すための SAA 川を原水とする新浄水場の建設
③ 新旧浄水場の浄水を市内全域に公平に送水するための送水システムの建設
④ 水需要の時間変動に対して適切な配水を行うための配水区の分離と各配水区への基幹配水施設の建設
⑤ 原水の塩分を適切な濃度まで減少させるための脱塩（逆浸透膜：RO）施設の建設

表 2　Basrah 州中央部水道計画（WSPCB）の計画施設内容

施設	容量
1. 配水管網の改修	110 mm - 700 mm, 285 km
2. 既存浄水場の改修	13 浄水場（424,400 m^3/日） 注：最終的には 3 浄水場（264,000 m^3/日）のみ活用
3. 浄水送水システム	
(1) 送水池	64,000 m^3
(2) 送水ポンプ場	710,000 m^3/日 x 40 m 揚程
(3) 送水環状幹線および接続管	600 mm - 2000 mm, 33,000 m
4. 新設浄水場	
(1) 浄水場	465,000 m^3/日
(2) 送水ポンプ場	369,000 m^3/日 x 40 m 揚程
5. 基幹配水施設	13 配水区（内 1 配水区は建設中）
(1) 配水幹線の増強	200 mm - 700 mm, 25,100 m
(2) 配水池（12 配水区）	合計 186,000 m^3
(3) 配水ポンプ場（12 配水区）	合計 945,000 m^3/日（39,800 m^3/時）
(4) 高架水槽（12 配水区）	合計 12,300 m^3
6. 逆浸透膜（RO）施設	362,000 m^3/日（生産水量）

WSPCB の総事業費は、1,266 百万 US$、その内、建設工事費が 559 百万 US$と見積もられた。



イラク国 バスラ上水処理場及び送水システム 改善計画調査	バスラ州中央部水道計画（WSPCB）の主要施設の配置	図２

4. 段階的整備計画

社会経済調査の結果及びイラク側の要望を基に、以下の優先順位に従った段階的な実施計画（表 3）を策定した。

第 1 優先順位： 既存配水管網を改修し、送水システムを整備することにより、既存の浄水を効率的、公平に送水する。

第 2 優先順位： 既存浄水場を改修し、浄水能力（量および質）を回復する。更に、新規浄水場を建設し水需要を充足するとともに塩分（TDS）以外の水質を改善する。

第 3 優先順位： 基幹配水施設を整備し、各配水区の需要変動に対応して適切に配水できるようにする。更に、RO 施設の建設により、TDS 濃度を改善する。

表 3　段階的な水道施設の整備計画

ステージ 1	配水管網の改修、送水システムの建設
ステージ 2	ステージ 1 に加え、既存浄水場の改修、新設浄水場の建設
ステージ 3	ステージ 2 に加え、基幹配水施設の建設（13 配水区）
ステージ 4	ステージ 3 に加え、RO 施設の建設、RO の前処理としての浄水場の拡張
ステージ 5	ステージ 4 に加え、既存 10 浄水場を廃棄することによる浄水能力の不足を補うための RO 施設及び浄水場の拡張

5. 優先事業の選定

調査団は、水量的な改善及び TDS 以外の水質の改善に重点を置き、これらが改善されるステージ 2 までを優先事業として提案した。これに対して、イラク側は TDS の改善も不可欠という立場から、RO 施設の建設を含むステージを優先事業とするよう主張した。その後、イラク側は、ステージ 4 及び 5 の実施は事業規模の面から実施困難と認めたものの、ステージ 4 の半分容量の RO 施設の建設を含む、ステージ 2-4 を優先事業として要請してきた。

ステージ 2-4	ステージ 2 に加え、ステージ 4 の RO 施設の半分容量の RO 施設を建設

RO 施設を優先事業に含む際には、以下のことに留意する必要がある。

- RO 施設が高価であるため、ステージ 2 に比較して事業費が約 60%増加するものの、その水質改善効果は充分ではない。
- Basrah 水道公社（BWD）による RO 施設の維持管理能力は充分とはいえない。
- 現状の不安定な電力供給状況で、RO 施設を運転するためには高価な燃料を必要とする自

家発電に頼らざるをえない。この場合、維持管理費の回収はきわめて困難となる。

- 便益については、ステージ 2 事業の実施により、量的な（給水量、給水圧）改善は達成され、質的にも、TDS を除いて、現在問題となっている給水水質の濁度、色度、衛生学的安全性、臭気は改善される。

最終的に、円借款対象として RO 施設部分が除外される可能性があることを前提として、ステージ 2-4 を優先事業として選定した。

6. 優先事業のフィジビリティ調査

Basrah 州中央部水道計画（WSPCB）の中から選定された優先事業（ステージ 2-4）に対して、フィジビリティ調査を実施した。優先事業の施設計画の概要を表 4 及び施設配置を図 3 に示す。

表 4　フィジビリティ調査対象の優先事業内容

施設	容量
1. 配水管網の改修	口径 110 mm - 700 mm, 285 km
2. 既存浄水場の改修	13 浄水場（424,400 m^3/日）
3. 送水システム	
(1) 送水池	48,000 m^3
(2) 送水ポンプ場	538,000 m^3/日 x 60 m 揚程
(3) 送水環状幹線	口径 600 mm - 2000 mm, 35,200 m
4. 新設浄水場	
(1) 浄水場	245,000 m^3/日
(2) 送水ポンプ場	192,000 m^3/日 x 40 m 揚程
5. RO 施設	145,000 m^3/日(生産水量)
6. 13 配水区形成のための配水主管の再構築	口径 200 mm - 700 mm, 25,100 m

優先事業の計画対象地域は、WSPCB と同じく、Basrah 市内、Al-Hartha 地区を含む Basrah 州中央部であり、2015 年の対象人口は 1,257 千人、日平均需要水量は 608,000 m^3/日である。

優先事業の持続可能な実施を担保するため、無収水削減プログラムを含む組織制度強化プログラムを優先事業として選定した。

優先事業の初期投資費用は、561.8 百万 US$、その内 318.9 百万 US$ が直接建設費である。内訳および年次別費用は表 5 及び表 6 のとおりである。また、組織制度強化プログラム費用は、13.6 百万 US＄と見積もられた。

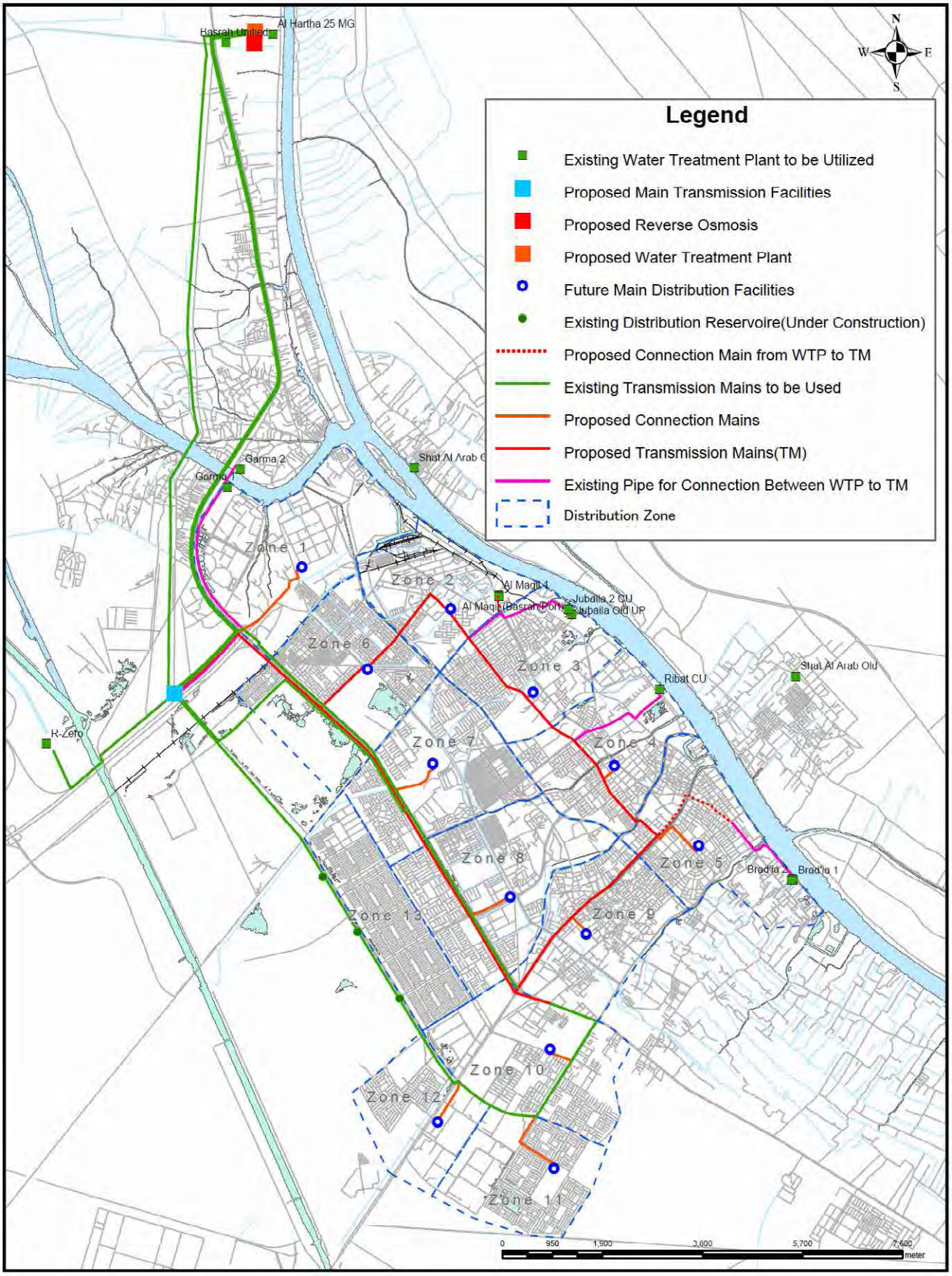
表 5　優先事業の投資費用(百万 US$)

番号	項目	内貨部分	外貨部分	合計
投資費用				
1.	直接工事費			
1-1	既存配水管網の改修	9.9	11.2	21.1
1-2	既存浄水場の改修	1.0	6.4	7.4
1-3	送水システムの建設	24.3	54.9	79.2
1-4	浄水場の建設	23.4	34.2	57.6
1-5	基幹配水施設の建設	3.8	7.2	11.0
1-6	RO 施設の建設	5.1	89.9	95.0
	小計	**67.5**	**203.8**	**271.3**
2.	現場管理費	15.8	31.8	47.6
	直接建設費 小計 (1) + (2)	**83.3**	**235.6**	**318.9**
3.	税金および関税	42.1	0.0	42.1
4.	エンジニアリング費	13.6	29.2	42.8
5.	物価上昇予備費	54.0	24.6	78.6
6.	物理的予備費	27.4	52.0	79.4
	間接費合計	**137.1**	**105.8**	**242.9**
合計		**220.4**	**341.4**	**561.8**
組織制度向上プログラム		**5.0**	**8.6**	**13.6**

表 6　優先事業の年次別費用(百万 US$)

項目	2008	2009	2010	2011	2012	2013	合計
建設費	0.0	0.0	16.9	111.0	94.1	96.9	318.9
間接費	0.8	8.0	18.4	73.6	67.0	75.1	242.9
初期投資合計	0.8	8.0	35.3	184.6	161.1	172.1	561.8
組織制度強化プログラム	3.2	5.2	3.0	0.2	0.2	1.8	13.6

現在の BWD の維持管理費用は 50 億 ID/年であり、その内 14 %のみが料金収入から回収されている。優先事業の実施により、BWD の年間維持管理費は 210 億 ID となる。一方、現況の電力供給状況（平均 1 日 12 時間供給）を考慮し、12 時間自家発電を使用すると仮定すると、その維持管理費は 320 億 ID となる。



イラク国 バスラ上水処理場及び送水システム 改善計画調査	既存主要施設を含む優先事業の計画水道システム	図 3

7. 優先事業のフィジビリティ調査結果

(1) 事業便益として以下のものが同定された。なお、TDS の改善以外は、ステージ 2 事業においても確保される便益である。

- 日平均需要水量の充足（300 l/人/日：Basrah 市）
- 改善された給水圧（給水栓で 15m 以上）
- 原則、24 時間給水
- 全市にわたる均等給水
- 給水水質（TDS 以外）の改善と衛生的な水の給水
- 給水水質（TDS)の改善（現況の 1,500 mg/l（SAA 川の原水水質）から対象地域内で平均 894 mg/l に改善）
- BWD の技術管理能力、財務状況及び顧客サービスの改善

(2) 経済評価の結果、改善された給水サービスに対する支払い意思額が世帯収入の 3%である場合、EIRR が 5.5%となった。更に、市民の保健衛生状況が改善されるような測定できない便益を考慮すれば、優先事業の経済的な実現可能性は向上する。

(3) 財務評価の結果、初期投資費用及び維持管理費両方を水道料金収入のみで賄うことは、財務的に困難であると評価された。従って、最低限、中央と地方政府の補助金等により初期投資費用が賄われる必要がある。

(4) 初期環境影響評価の結果、優先事業の実施による重大な環境影響は認められなかった。

8. 優先事業実施のための提言

(1) 本調査では、調査団が直接イラク国内で現場調査を実施できないという特殊事情のため、計画内容に未確認の要因が残されている。従って、今後の詳細設計時に、詳細な現場調査を実施し、計画内容を確度の高いものにする必要がある。

(2) 本事業の実施とともに、BWD は需要管理政策（給水メーターの設置と適切な水道料金の設定、漏水制御、節水啓蒙活動等）を実施すべきである。需要管理政策は以下の便益を事業に付与する。

- 無駄水あるいは住居内損失が削減され、効率的な水使用を促す。
- 浄水量の減少により、浄水及び送配水のための維持管理費を削減することができる。
- 浄水量の減少により、既存の老朽化した浄水場の廃棄を早めることができる。
- 浄水量を減少させる際、高 TDS である SAA 川を水源とする浄水場を休止させることにより、TDS 濃度を更に改善できる。

(3) RO 施設は、高価な水を生産し、高い維持管理能力を要する。RO 施設を導入する際には、BWD は以下の要件を満たす必要がある。

- RO 施設の原水を生産する通常浄水場の適切な維持管理
- RO 施設の適切な維持管理方法の獲得
- 水道施設への電力供給状況の改善
- BWD の予算レベルの改善（適切な料金徴収）
- 無収水制御（漏水、盗水の減少）
- RO 処理水のための適切な水道料金の設定
- 需要水量の削減

(4) 本事業の実施により、TDS が 894 mg/l に改善される。一方、WHO によれば、最適な TDS 濃度は 600 mg/l 以下である。TDS の改善レベルが、需要者に満足あるいは許容できるレベルかどうかを確認する必要がある。

(5) 本計画では、限られた水質資料を基に、RO 施設のプロセスを計画した。RO 施設の詳細プロセスを設計するために、SAA 川を原水としたパイロットプロジェクトを実施することを提案する。

(6) BWD には、RO に関する十分な技術力がないため、現在、BWD が所有する小規模飲料用 RO 施設の維持管理は、私企業への外部委託で実施している。従って、優先事業の RO 施設の維持管理も、外部委託により実施することを考慮すべきである。

(7) イラク国の河川システムの最下流に位置するイラク南部の住民は、高濃度 TDS 水道水の不利益を受けている。TDS の増加は、上流における河川への高塩分排水によるものと考えられており、上流の経済活動により、下流の住民が不利益を受けていることになる。このような事情を勘案すると、中央政府による RO 施設の運転費用への補助金投入等の施策をとおして、Basrah 市民の地政学上の不利益が解消されるべきである。

(8) 改善された給水サービスに対する現在の支払い意志額は、世帯収入の約 1%である。支払い意思額は、需要者の給水サービスに対する理解度によって変動すると考えられる。事業の実現可能性を高めるために、BWD は啓蒙活動をとおして、本事業に対する住民の理解と支払い意思額を高める必要がある。

目　　次

第 1 章　導入 1

第 2 章　既存水道システム 3

2.1　水道水源 3
2.2　既存水道システム 4
2.3　給水サービス 9
2.4　水道セクターの組織 11

第 3 章　上水道システム改善計画 13

3.1　計画構想および方針 13
3.2　給水改善のための必要な対策 14
3.3　計画・設計条件 14
3.4　水需要予測 15
3.5　2015 年における水収支 17
3.6　上水道システムの改善方針 17
3.7　浄水計画 19
3.8　送配水計画 20
3.9　WSPCB の計画上水道システムの概要 20
3.10　Basrah 中央部水道計画（WSPCB）と Mini M/P の関係 28

第 4 章　送配水管理 29

4.1　送配水管理システムの導入 29
4.2　効率的な配水管理のための GIS 適用 29

第 5 章　無収水削減計画 30

5.1　Basrah 水道局の給水システムの水収支の現状 30
5.2　無収水率の将来目標 30
5.3　無収水対策計画 30

第 6 章　WSPCB の組織制度強化 32

6.1　Basrah 水道局（BWD）の将来像とそのビジョン 32
6.2　Basrah 水道局の将来像のための戦略 32
6.3　公共事業省（MMPW）への提言 33
6.4　Basrah 水道局への提言 33

第 7 章　WSPCB の実施計画と事業費 36

7.1 積算条件 36
7.2 建設事業費 36
7.3 組織制度強化プログラム費 37
7.4 事業の年次実施費用 37
7.5 WSPCB の維持管理費用 37

第 8 章 WSPCB の段階的実施 39

8.1 整備優先順位 39
8.2 段階的開発計画 40

第 9 章 WSPCB の全体計画の事業評価 43

9.1 事業便益 43
9.2 財務評価 43
9.3 経済評価 45
9.4 受益者の満足度に対する評価 47
9.5 WSPCB の初期環境影響評価 48

第 10 章 Basrah 中央部水道計画の結論と提言および優先事業の選定 49

10.1 結論と提言 49
10.2 優先事業の選定 51

第 11 章 優先事業の事業化調査 52

11.1 事業内容 52
11.2 設計条件 52
11.3 計画施設 52
11.4 優先事業のための組織制度強化 61
11.5 優先事業の実施計画および費用積算 61
11.6 優先事業の維持管理費用 63
11.7 事業評価 64
11.8 優先事業の初期環境影響評価 68
11.9 優先事業の技術評価 69

第 12 章 事業化調査の結論及び提案 70

12.1 結論 70
12.2 提案事項 71

表　目　次

表 2.1　Basrah 州の水源の概要 3
表 2.2　Basrah 中央部及びその近郊の浄水場の概要 5
表 2.3　推定水源取水量 6
表 2.4　給水サービスの問題点（需要者の要求） 10
表 3.1　計画策定方針 13
表 3.2　需要者要求に対する改善対策 14
表 3.3　計画・設計条件及び基準 15
表 3.4　将来人口予測 16
表 3.5　Mini M/P が採用した計画水需要原単位 16
表 3.6　水需要予測 17
表 3.7　計画対象地域の既存浄水能力及び 2015 年の水収支 17
表 3.8　2015 年において必要な浄水場及び RO 施設能力 20
表 3.9　WSPCB の計画上水道施設の概要（2015 年） 21
表 3.10　有効利用される既存水道施設（2015 年） 21
表 3.11　計画配水区の 2015 年の人口と水需要量（日平均、日最大） 22
表 7.1　積算条件と仮定 36
表 7.2　建設事業実施計画 36
表 7.3　WSPCB の建設事業費内訳 37
表 7.4　組織制度強化プログラム費 37
表 7.5　年次別事業実施費用 37
表 7.6　2015 年における WSPCB 実施後の BWD の維持管理費用 38
表 8.1　施設建設の制約条件からの開発順序 39
表 8.2　施設整備の優先順位 40
表 8.3　WSPCB の段階的開発と便益 41
表 8.4　段階的開発の事業費 42
表 9.1　既存の給水状況、本計画での対策及び事業便益 43
表 9.2　WSPCB の各ステージの財務評価の結果 44
表 9.3　維持管理費用のみを水道料金から回収するための料金設定 45
表 9.4　経済評価結果 47
表 9.5　各ステージにおける改善ポイント及び改善ポイント当たりの建設投資費用 48
表 11.1　優先事業の計画施設の概要 53
表 11.2　優先事業に必要とされるトレーニングプログラム 61
表 11.3　優先事業の実施スケジュール 62
表 11.4　優先事業のための組織制度強化プログラムの実施スケジュール 62
表 11.5　優先事業の初期投資費用 63

表 11.6　優先事業の年次実施費用 63
表 11.7　2015 年における優先事業実施後の BWD の年間維持管理費 64
表 11.8　優先事業の便益 64
表 11.9　優先事業の実施による給水サービス改善効果の推定 65
表 11.10　財務評価指標の計算（全費用回収） 67
表 11.11　維持管理費を回収するために必要な水道料金レベル 67
表 11.12　優先事業の実施による影響と緩和処置の要約 68
表 11.13　逆浸透膜（RO）施設の技術評価結果 69

図　目　次

図 1.1　Basrah 州位置図及び Basrah 州主要都市位置図 2
図 2.1　水道水源の蒸発残留物（TDS）と電気伝導度（EC） 4
図 2.2　原水送水幹線と Basrah 市内及び Al Hartha の既存浄水場 7
図 2.3　Basrah 市内の既存配水幹線 8
図 2.4　用途別の使用水量比率 9
図 2.5　一日当たりの給水時間 10
図 2.6　MMPW の組織図 12
図 2.7　BWD の組織図 12
図 3.1　計画配水区割り 22
図 3.2　計画送水システム及び基幹配水施設（WSPCB） 23
図 3.3　計画浄水場一般平面図（WSPCB） 24
図 3.4　計画送水基幹施設一般平面図（WSPCB） 25
図 3.5　計画送水システムの管路口径（WSPCB） 26
図 3.6　計画基幹配水施設（WSPCB） 27
図 3.7　Mini M/P と WSPCB の上水道施設の概略図 28
図 6.1　BWD の組織改革の提案 34
図 8.1　ステージ毎の既存浄水場の活用能力及び新設浄水場及び RO 施設の容量拡張計画. 41
図 11.1　優先事業の計画水収支（2015 年） 54
図 11.2　既存送水幹線を含む計画水道システム（優先事業） 55
図 11.3　新浄水場の施設配置（優先事業） 56
図 11.4　新浄水場一般配置図（優先事業） 57
図 11.5　新送水基幹施設一般配置図（優先事業） 58
図 11.6　既存送水幹線を含む計画送水システム（優先事業） 59
図 11.7　配水幹線の増強計画（優先事業） 60

略　語

BWD	Basrah Water Directorate	バスラ水道局
C.U.	Compact units	コンパクトユニット
E. Coli.	Eschericha Coliform	大腸菌群
EC	Electric conductance	電気伝導度
GIS	Geographical Information System	―
ID	Iraqi Dinar	イラクデナール
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人　国際協力機構
MMPW	Ministry of Municipalities and Public Works	都市公共事業省
Mini M/P	Mini Master Plan for the Drinking Water Supply for the Governorate of Al Basra, January 2005	バスラ州水道ミニマスタープラン
NRW	Non-revenue water	無収水
OJT	On-the-Job-Trainng	オンザジョブトレーニング
O&M	Operation and maintenance	維持管理
PS	Pumping station	ポンプ場
RO	Reverse osmosis	逆浸透膜
SAA	The Shat Al Arab	シャトルアルアラブ川
SWC	Sweet Water Canal	淡水運河
TDS	Total dissolved solid	溶解性蒸発残留物
TP	Transmission pumping station	送水ポンプ場
TR	Transmission reservoir	送水配水池
US$	United State’s dollars	米ドル
WSPCB	Water Supply Plan for Central Basrah	バスラ中央部水道計画
L/人/日	Liter per capita per day	1人1日需要水量

第1章　　導入

Basrah 州は Tigris 川、Euphrates 川流域の末端に位置し、2003 年の推定人口は 176 万人である。州都 Basrah 市は、人口 74 万人を擁するイラク国第 2 の都市でである（図 1.1）。

同州の上水道施設は、20 年以上にわたって劣化してきており、同州は、慢性的な水不足の状況にある。水道水源についても同様に質の劣化および量的な不足が発生している。Basrah 市の従来水源である Shat Al Arab（SAA）川では、Euphrates 川と Tigris 川の水量低下および含有塩分濃度の増加に起因し、蒸発残留物（TDS）に代表される塩分濃度が上昇している。一方、SAA 川の代替水源として建設された Sweet Water Canal（SWC：淡水運河）においては、構造および設備上の欠陥から安定な水量の供給には至っていない。

Basrah 州の上水道整備計画については、2005 年に 2025 年を目標年次とする「Mini Master Plan for the Drinking Water Supply for the Governorate of Al Basra, January 2005（Mini M/P）」が作成されている。その総事業費は約 2,000 百万 US$である。しかし、Mini M/P は州全体の上水道整備の最終的な形を示すものの、各事業コンポーネントの優先順位及び、最終形に至るまでの実施計画を必ずしも明確に示した計画とはなっていない。

本調査の目的は以下の 3 点であり、調査ではイラク国の不安定な治安状況を考慮しつつ、実現可能な事業形成が必要とされた。

(1) 対象地域の給水状況を緊急的に改善するための上水道整備計画を策定する。
(2) 水道事業の組織改善計画を策定する。
(3) Mini M/P の見直しを行なう。

Basrah 州の給水事業を改善するため、イラク政府は Basrah 州の上水道整備について日本政府に円借款を要請してきた。本調査は、この円借款の具体的な内容を検討するための調査として位置づけられている。最終的に、Basrah 州に対する上水道整備にかかる円借款事業の規模は、イラクに対する円借款プログラム全体の中で、関係する日本政府機関による検討と JBIC（国際協力銀行）による円借款アプレイザルにより決定されることとなる。

本調査の計画対象区域は、Basrah 州中央部、すなわち、Basrah 市及び Al Hartha 地区とした。ただし、Mini M/P の見直し対象地域は Basrah 州全体とする。

なお、当初、計画対象区域は、SWC を水源とする浄水場が供給する Basrah 市およびその周辺地域であったが、イラク側との協議の結果、給水事情が特に深刻で、改善に対する優先度が最も高い地域として、Basrah 州中央部（Basrah 地区：Basrah 市 及び Hathra 都市部と農村部）を計画対象地域とした。従って、本調査で作成される水道計画は Basrah 州の中央部に重点を置いていることから、本水道計画を Basrah 中央部水道計画（Water Supply Plan for Central Basrah：WSPCB）

と称する。

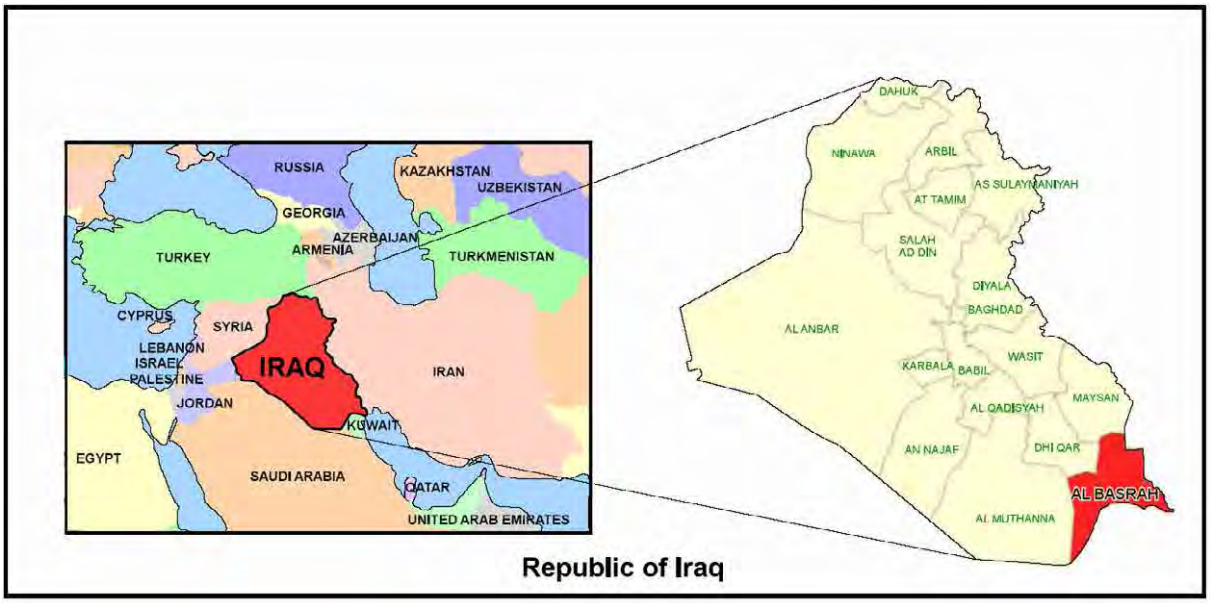


図 1.1　Basrah 州位置図及び Basrah 州主要都市位置図

第2章　　既存水道システム

2.1　　水道水源

Basrah 州の水道水源は、SWC、Tigris 川、Euphrates 川、SAA 川、Garma Ali 川及び地下水である。現在、SWC が最大の水道水源となっている。水道用水としての各水源の特性を次表に示す。

表 2.1　Basrah 州の水源の概要

水源	水量	水質	飲料に供すための方策	給水地域
Tigris 川	豊富	塩分濃度が高いが Euphrates 川及びSAA 川に比べ良好	凝集沈澱＋脱塩処理	Al Quorna 地区
Euphrates 川	豊富	Basrah 州で最も高塩分濃度	凝集沈澱＋脱塩処理	Al Medaina 地区
SAA 川と Garma Ali 川	豊富	高塩分濃度、Basrah 市中流域以下では人為汚染が確認	凝集沈澱＋脱塩処理	Al Hartha 地区、Al Basrah 市、Shat Al Arab 地区、Abu Al Khaseeb 地区、Al Al Fao 地区
Sweet Water Canal　(SWC)	限定（設計最大送水能力 8.5m³/s）	良好（TDS700mg/前後）	凝集沈殿処理	Al Hartha 市、Al Basrah 市、Shat Al Arab 地区、Abu Al Khaseeb 地区、Al Zubail 地区
地下水	限定	高塩分濃度 ホウ素含む （RO 処理に不向き）	ろ過＋脱塩処理	Um Qsir 地域（Al Zubail 地区）

調査団は、現地会社に外部委託し 2006 年 6 月と 8 月に水質調査を実施した。下記に調査結果を示す。

- 上記 5 水道水源の水質の特徴は、電気伝導度（EC）や蒸発残留物（TDS）で代表される無機塩分濃度、降雨・河川流量に影響される濁度（濁質による色の変化も含む）の 2 項目を除けば、概ね同じ水質である。ただし、SAA 川の中流から下流においては人為的な汚染による影響が認められる。
- 次表は EC と TDS の関係を示している。SWC の TDS が最も低く、次いで Tigris 川である。Euphrates 川は最も高く、両川の合流後の SAA 川はその中間的な値となっている。Garma Ali 川は概ね SAA 川と同じである。

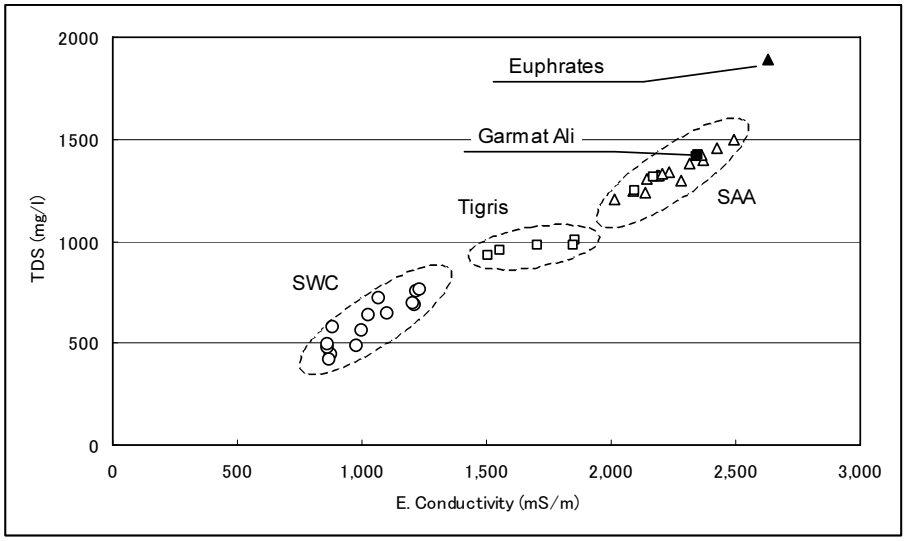


図 2.1　水道水源の蒸発残留物（TDS）と電気伝導度（EC）

- イラク国の飲料水基準においては、TDS は 1,500 mg/l 以下と規定されており、WHO の基準では 600mg/l 以下が推奨されている。しかし、TDS が 1,000mg/l までは人の健康に悪影響はないとされ、味のみに影響を与える。WHO の基準に準拠すると、SWC が通常の浄水処理で飲用に供することができる唯一の水源となる。その他の水源を飲用とするためには TDS を低減するための脱塩処理が必要となる。
- 濁度（及び色度）は通常の浄水処理により低減可能である。
- SAA 川において n-ヘキサン抽出物が検出されており、下流ほど高い濃度になっている。この汚染源は Basrah 市の工場排水あるいは SAA 川内の沈船と考えられる。

2.2　既存水道システム

過去 20 年に及ぶ水道事業への投資及び施設の維持管理不足により、送配水能力及び浄水能力は極度に低下している。

(1)　浄水場

Basrah 州には合計 37 ヶ所の既存浄水場がある。このうち、計画対象地域である Basrah 州中央部には 13 ヶ所の浄水場があり、SWC から原水が供給されている Basrah 市近郊の衛星都市には、7 ヶ所の浄水場が位置する（表 2.2 及び図 2.2）。

既存浄水場には 2 種類の浄水方法がある。凝集沈殿ろ過方式（通常処理）の浄水場と簡易処理であるコンパクトユニット（CU:簡易ユニット式浄水場）である。これらの浄水場では、老朽化と維持管理の不足から飲用及び調理用に不適な水が生産されている。水質調査を実施した 33 ヶ所の浄水場の処理水質の特徴を以下にまとめる。

a) 24 ヶ所の浄水場の浄水で飲料水の濁度基準を満足していない。更に、19 ヶ所の浄水場の浄水で色度基準を満足していない。

b) 13 の浄水場の浄水で残留塩素が検出されず、一般細菌群及大腸菌群が検出された。

上記の結果から、多くの浄水場では、凝集沈殿及びろ過処理が十分に機能していないこと及び塩素消毒が十分に実施されていないことが推測される。なお、現在、Basrah 州では、飲料水の需要に対しては、塩分を低減するための小規模な逆浸透膜（Reverse Osmosis：RO）施設と、その浄水を運搬する給水車からなる給水システム、あるいはボトル詰め飲料水が普及している。

表 2.2　Basrah 中央部及びその近郊の浄水場の概要

番号	浄水場名	浄水処理	地域	水源		建設年	改修年	能力(m³/日)		
								ユニット数	設計	推定実
	Basrah 中央部									
1	R-Zero	C.U.	Al Basrah	SWC	-	1996	2005	25	120,000	96,000
2	Al Hartha 25	C.U.	Al Hartha	SWC	SAA	1986	2003	25	120,000	96,000
3	Basrah Unified	通常	Al Hartha	SWC	SAA	1978	2003	-	80,000	72,000
4	Garma 1	C.U.	Al Basrah	SWC	Garma Ali	1986	2005	8	38,400	30,700
5	Garma 2	C.U.	Al Hartha	SWC	Garma Ali	1986	2004	7	8,400	6,700
6	Al Maqil (Basrah	通常	Al Basrah		SAA	1936	-	-	13,500	12,200
7	Al Maqil 1	C.U.	Al Basrah	SWC	SAA	2004	-	3	14,400	11,500
8	Jubaila Old UP	通常	Al Basrah	SWC	SAA	1936	2005	-	24,000	21,600
9	Jubaila 2 CU	C.U.	Al Basrah	SWC	SAA	1986	2005	2	24,000	19,200
10	Ribat CU	C.U.	Al Basrah	SWC	SAA	1985	2005	3	14,400	11,500
11	Brad'ia 1	通常	Al Basrah	SWC	SAA	1957	-	-	24,000	21,600
12	Brad'ia 2	通常	Al Basrah	SWC	SAA	1964	2004	-	24,000	21,600
13	Brad'ia 3 CU	C.U.	Al Basrah	SWC	SAA	1987	-	1	4,800	3,800
	小計								509,900	424,400
	Basrah 市周辺部									
14	Shat Al Arab Old	通常	Shat Al Arab	SWC	SAA	1979	2004	-	24,000	21,600
15	Shat Al Arab CU	C.U.	Shat Al Arab	SWC	-	2002	-	2	9,600	7,700
16	Abu Al Khasseb UP	通常	Abu Al Khaseeb	SWC	-	1970	2000	-	14,400	13,000
17	Abu Al Khasseb CU	C.U.	Abu Al Khaseeb	SWC	SAA	1986	2003	3	19,200	15,400
18	Al-Shauaiba Old	通常	Al Zubair	SWC	-	1986	2000	-	19,200	17,300
19	Al-Shauaiba CU	C.U.	Al Zubair	SWC	-	1980	2000	4	16,000	12,800
20	Khor Al Zubair UP	通常	Al Zubair	SWC	-	1983	2004	-	19,200	17,300
	小計								121,600	105,100
合計									631,500	529,500
通常処理		9	ヶ所						242,300	218,200
ｺﾝﾊﾟｸﾄﾕﾆｯﾄ		11	ヶ所					83 CU	389,200	311,300

注：推定実能力は、設計能力に 0.9（通常処理）及び 0.8（コンパクトユニット）をかけて算出した。
通常：凝集沈殿ろ過方式
C.U.：コンパクトユニット
出所：JICA 調査団作成

(2)　原水送水及び送配水システム

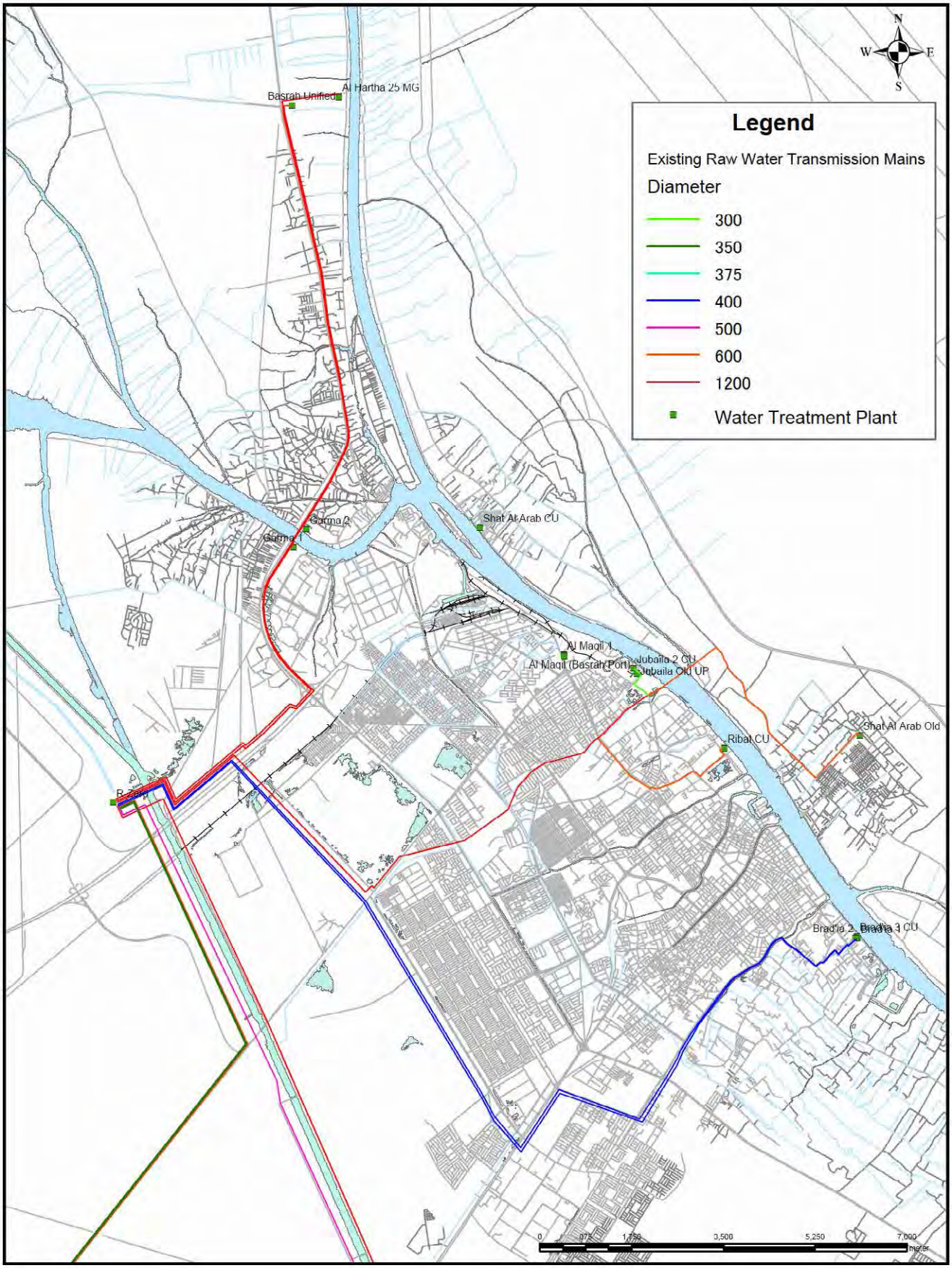
Basrah 中央部の浄水場の多くが水源として SWC と SAA を利用している。SWC の水は、一旦、R-Zero 地点に貯水され、R-Zero ポンプ場から既存浄水場へ原水送水管システムをとおして送られている（図 2.2)。水源の運用方法としては、SWC を最大限に使用し、不足分を SAA で補うような運用が

とられている。Basrah 市及びその周辺地区の浄水場の 2006 年 7 月現在の推定水源取水量は以下のとおりである。

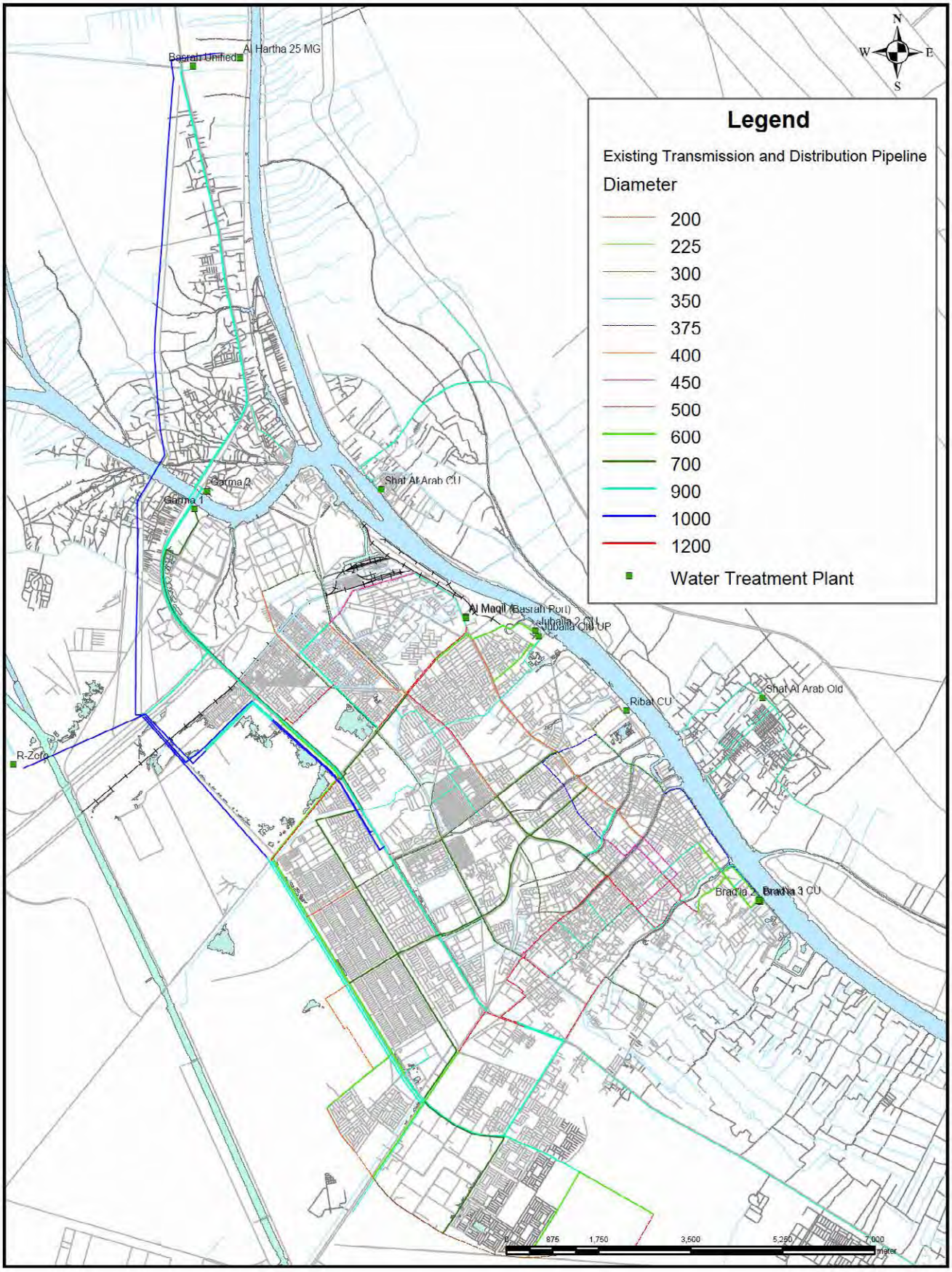
表 2.3　推定水源取水量

項目	水量(m^3/日)
SWC を水源とする浄水場能力の合計	529,500
SWC 推定水源量（2006 年 7 月）	433,500
SAA 川あるいは Garma Ali 川の推定水源量	96,000

浄水場で生産された浄水は、既存送配水管網（図 2.3）により給水されている。なお、管網の老朽化は著しく、その漏水率は、調査団により、約 50%と推定されている。



イラク国 バスラ上水処理場及び送水システム 改善計画調査	既存原水送水幹線と Basrah 市内及び Al Hartha の 既存浄水場	図 2.2



イラク国 バスラ浄水処理場及び送水システム 改善計画調査	Basrah 市内の既存送配水幹線	図 2.3

2.3　　給水サービス

(1)　給水の現状

給水サービスの状況を把握するため、調査団は、400 世帯を抽出し社会経済調査を実施した。調査結果を以下に示す。

98%の世帯が公共水道給水サービスを受けており、追加的に、ほぼ全ての世帯が飲料及び調理用に瓶詰め飲料水を購入している。自己申告による調査対象世帯の平均給水量は 144 l/人/日（範囲は 40～513 l/人/日）であり、瓶詰め飲料水の平均消費量は 4.5 l/人/日である。

給水水質（色・濁度・味・臭い）に関しては、約 90%の世帯が、水道水は生活用水として不適であると回答した。従って、飲用としては瓶詰め飲料水を使用している。

次図に、用途別の使用水量比率を示す。洗濯・清掃及びシャワー・風呂用に約 60%の水が使用されている。次いで、トイレ、散水、クーラーの順となっている。

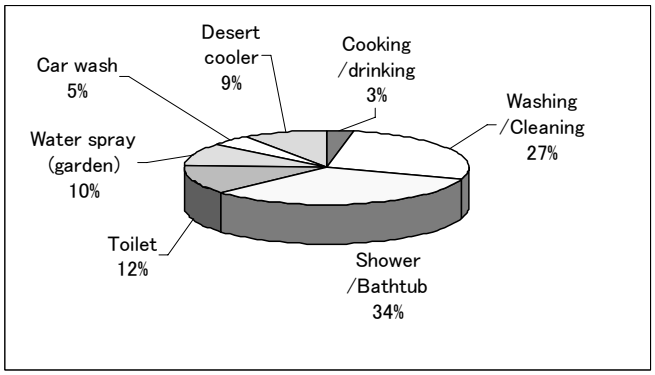


図 2.4　用途別の使用水量比率

次図に給水時間を示す。調査世帯の 41%が 6 時間/日以下、更に 25%が 6～12 時間/日の給水時間となっている。

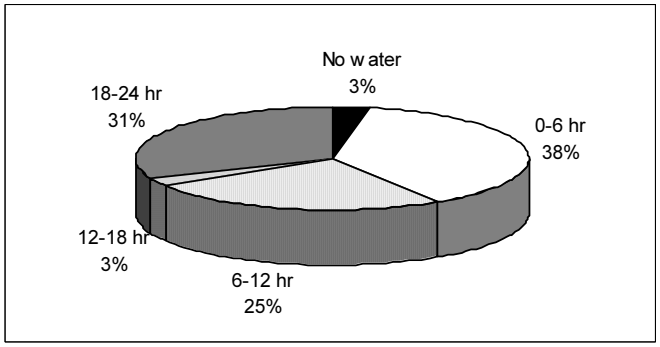


図 2.5　一日当たりの給水時間

未給水時間においても水を使用するために、ほぼ全ての世帯で、貯水槽と増圧ポンプを設置している。更に、低給水圧を補うために、多くの世帯で吸引ポンプを設置している。

世帯当たりの平均水道料金は、2,300 ID/月/世帯（範囲 1,000～5,000 ID/月/世帯）である。一方、瓶詰め飲料水の平均支出額は、12,200 ID/月/世帯（範囲 1,000 ～140,000 ID/月/世帯）である。市民は、水道料金の約 5 倍の金額を瓶詰め飲料水に支出している。平均すると、平均世帯収入（836,000 ID/月）の 0.3%を水道水、1.5%を瓶詰め飲料水に支出し、合計約 1.8%を水のために支出している。

(2)　現況の給水サービスの問題点

JICA 調査団により実施された社会経済調査により明らかになった現況の給水サービスに対する問題点（需要者の要求）を表 2.4 にまとまる。この中で、需要者は、改善すべき最も深刻な問題として、給水量・給水圧の不足、次いで給水水質の問題を上げている。

表 2.4　給水サービスの問題点（需要者の要求）

問　題　点		回答世帯比率注
給水量不足（給水圧不足）		94%
給水サービス時間の不足		67%
給水水質の問題	色（濁りも含む）	89%
	味（高 TDS）	97%
	匂い（汚水臭）	85%
水道料金（高価である）		2%
メンテナンス不備		60%

注：複数回答

(3)　給水サービスに対する支払意思額

給水サービスに対する各世帯の支払意思額調査の結果を以下にまとめる。

1)　現況の給水サービスに対する支払意思額

- 43%の世帯で現況の給水サービスに対して支払意思がない。
- 57%の世帯で現況の給水サービスに対して支払意思があり、その支払意思額の平均は2,500 ID/月/世帯である。
- 支払意思額は、実際の水道料金支払額である2.300 ID/月/世帯とほぼ一致し、平均世帯収入の0.3%に相当する。

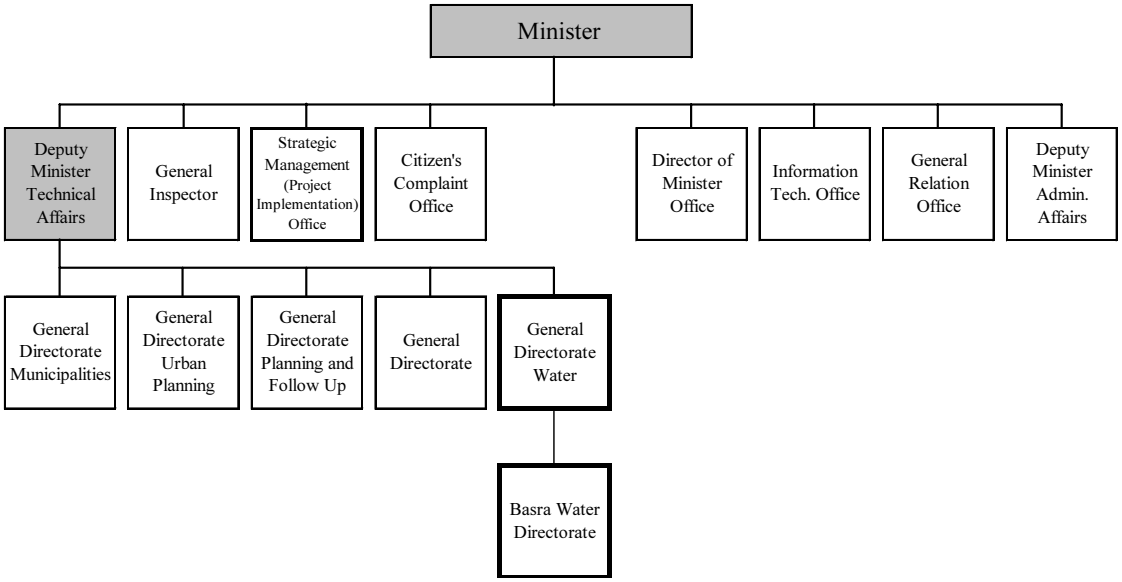
2)　改善された満足できる給水サービスに対する支払意思額

- 満足できる給水サービスに対する支払意思額の平均は8,600 ID/月/世帯である。これは平均世帯収入の約1.0%に相当する。平均世帯使用水量を30 m^3/月と仮定すると給水単価は286 ID/m^3（0.19 US$/$m^3$）となる。
- 満足できる給水サービスに対する支払意思額は、現況の給水サービスの支払意思額の3.4倍に相当する。

2.4　水道セクターの組織

都市公共事業省（Ministry of Municipality and Public Works: MMPW）は、Baghdad市を除く全国の都市公共サービスを管轄する省である。 その業務は、水道、環境衛生（汚水処理及び廃棄物処理)、都市開発、道路、土地利用管理からなる。

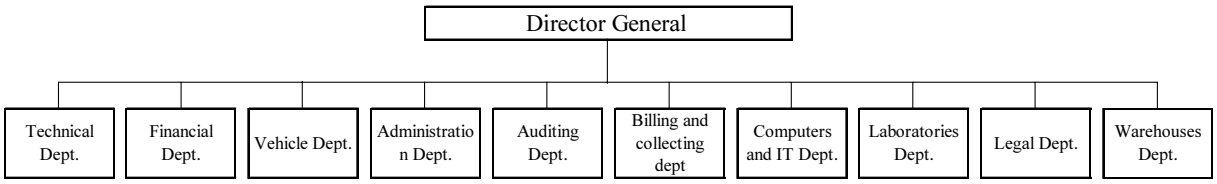
水総局（General Director Water: GDW）は、MMPWの1部局であり、Baghdadと3北部州を除く水道行政を管轄している。Basrah水道局（Basrah Water Directorate: BWD）はGDWの管轄下にある。



出所：MMPW

図 2.6　MMPW の組織図

Basrah 州の水道事業は、BWD によって運営されている。下図に示すとおり、BWD は 10 部署からなる 1,423 人により構成されている。最大の部署は、技術部（TD）であり、水道施設の設計、維持管理を担当している。



出所： BWD

図 2.7　BWD の組織図