

ミャンマー国

ヤンゴン市給水改善計画調査

ファイナル・レポート

和文要約

2002年9月

株式会社 東京設計事務所
株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツ



1170317(0)

為替レート:

マスタープラン

US\$ 1 = JPY 120

US\$ 1 = Kyat 500

(2001年12月)

プレ・フィージビリティ調査

US\$ 1 = JPY 130

US\$ 1 = Kyat 500

(2002年3月)

序文

日本国政府は、ミャンマー国政府の要請に基づき、同国のヤンゴン市給水改善計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成13年5月から平成14年5月までの間、3回にわたり、株式会社 東京設計事務所の百瀬和文氏を団長とし、株式会社 東京設計事務所及び株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツから構成された調査団を現地に派遣しました。

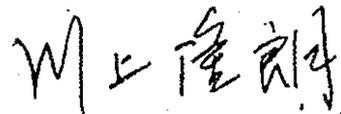
調査団は、ミャンマー国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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いただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成14年9月

国際協力事業団
総裁 川上 隆朗



伝達状

国際協力事業団

総裁 川上隆朗 殿

今般、ミャンマー国政府におけるヤンゴン市給水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、気事業団との契約に基づき、弊社及び株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツからなる共同企業体が、平成 13 年 3 月より平成 14 年 9 月までの 18 か月にわたり、現地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、ミャンマー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。

本整備計画調査は給水改善を目的としたヤンゴン市の水供給システムの改善計画の実施のために作成したものです。計画には実施可能な改善対策を提案しております。改善計画で提案している対策は、ヤンゴン市の水供給状況を改善、問題解決に寄与するものと確信しております。

なお、調査期間中、貴事業団、作業監理委員会、外務省、厚生労働省、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、ヤンマー国政府諸機関の関係各位、在ミャンマー国日本大使館及び貴事業団ミャンマー事務所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 14 年 9 月

共同企業体代表者

株式会社 東京設計事務所

ヤンゴン市給水改善計画調査

調査団長 百瀬和文

伝達状

国際協力事業団
総裁 川上隆朗 殿

今般、ミャンマー国政府におけるヤンゴン市給水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、気事業団との契約に基づき、弊社及びエヌジェーエス・コンサルタンツからなる共同企業体が、平成13年3月より平成14年9月までの18か月にわたり、現地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、ミャンマー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。

本整備計画調査は給水改善を目的としたヤンゴン市の水供給システムの改善計画の実施のために作成したものです。計画には実施可能な改善対策を提案しております。改善計画で提案している対策は、ヤンゴン市の水供給状況を改善、問題解決に寄与するものと確信しております。

なお、調査期間中、貴事業団、作業監理委員会、外務省、厚生労働省、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、ミャンマー国政府諸機関の関係各位、在ミャンマー国日本大使館及び貴事業団ミャンマー事務所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14年9月

共同企業体代表者
株式会社東京設計事務所
ヤンゴン市給水改善計画調査
調査団長 百瀬和文

百瀬和文

1. 計画概要

調査対象地区であるミャンマー国ヤンゴン市は、33 のタウンシップからなり、面積約 610 km²、人口 388 万人（2000 年推計値）を擁する大都市圏である。本調査では、目標年次を 2020 年とする水道 M/P（マスタープラン）と Pre-F/S（プレフィジビリティスタディ；目標年次 2010 年）を行った。

ヤンゴン市の水道の歴史は古く、1842 年に井戸水源を市の中心部 30 ヶ所で建設して給水を開始してから現在まで 159 年の歴史を持つ。その後、水源は、河川水に比べ水質の良い湖（貯水池）水が段階的に開発され、現在に至っている。

1879 年 Kandawadyi Lake (1906 年給水廃、おそらく水質汚濁のため。市の中心部に位置する)

1884 年 Inya Lake (同上の理由にて給水廃止)

1904 年 Hlawga Reservoir (現在も使用；市の中心部より 27km)

1940 年 Gyobyu Reservoir (現在も使用；市の中心部より 50km)

1989 年 Phugi Reservoir (現在も使用；市の中心部より 70km)

しかし、水源開発も 1950 年代より始まる急激な人口増には間に合わず、また、資金不足により、ヤンゴン市水道システムは、その後大きな投資が行われてない。よって、施設の老朽化、供給量不足による慢性的な水不足が発生している。現在（2000 年）の普及率を以下にまとめる。

表一 1 普及率

YCDC WATER	46 %
①Piped System	37 %
②Tube Well	2%
③Pond	7%
Non-YCDC WATRE	54%
①Dug Well	1%
②Tube Well	52%
③Others	2%

表より分かるように、YCDC（ヤンゴン市）の Pipe System の普及率は、僅か 37%であり、殆どの市住民が個人の井戸水に頼っている状況である。これは、表流水の開発が計画的に行われなかった結果であり、多くの市民、企業がヤンゴン市の水道水の給水を望んでいる。因みに、37%の普及率の給水人口は、144 万人であり、この人口は 1970 年頃のヤンゴン市の人口である。この観点からは、現状の給水システムは、30 年前の人口規模に適する規模である。よって、本 M/P では、大規模な水源開発計画、施設計画が必要となった。

(1) 将来計画フレーム

水道計画の諸元（需要量予測）を以下の表にまとめる。

表-2 予測需要量

Year				2000	2005	2010	2015	2020	
Total Population				(persons)	3,887,000	4,403,000	4,955,000	5,541,000	6,159,000
Service Ratio				(%)	37%	50%	60%	65%	70%
Served Population				(persons)	1,443,441	2,201,500	2,973,000	3,601,650	4,311,300
Daily Average Consumption	Domestic	percapita	(lpcd)	140	150	170	190	200	
		Total	Consumption (m ³ /day)	202,703	330,225	505,410	684,314	862,260	
	Department	Total	Consumption (m ³ /day)	46,480	63,838	76,101	88,624	101,080	
		Commercial & Industry	Consumption (m ³ /day)	7,123	56,138	85,920	116,333	146,584	
		Industrial Zones	Consumption (m ³ /day)	0	44,930	65,581	81,467	85,532	
		Total	Consumption (m ³ /day)	7,123	101,068	151,501	197,800	232,116	
Leakage	Ratio	(%)	50	45	40	35	25		
	Amount	(m ³ /day)	256,306	405,107	488,675	522,705	398,485		
Design Daily Average Demand				(m ³ /day)	512,612	900,238	1,221,687	1,493,443	1,593,941
Design Daily Average Demand per capita				(lpcd)	355	409	411	415	370
Design Daily Maximum Demand				(m ³ /day)	615,134	1,080,286	1,466,024	1,792,131	1,912,729
Design Daily Maximum Demand per capita				(lpcd)	426	491	493	498	444
Peak Factor					1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

目標年次	: 2020年
人口	: 6,159,000人
普及率目標値	: 70%
給水人口	: 4,311,300人
漏水率目標値	: 25%
原単位	: 200 lpcd
日最大需要量	: 1,912,700 m ³ /day

(2) 水源ポテンシャル

水源は、表流水、地下水に分類され、さらに表流水は、河川（Hlaing River）水、貯水池水に分類される。本計画では、以下の方針に沿ってポテンシャルを求めた。

地下水：Haing川左岸（West Block, Central Block）にある207の井戸数を75に減らし、大量・安定給水の為、表流水源を開発し給水する。Hlaing川右岸については、地下水が豊富にあることが見込まれる事及び、河川により分断された遠隔（リエ-ト）地であることから単独水源として地下水を開発する。

表流水：既存の3つ貯水池（Gyobyu, Phugyi, Hlawga）に加え、新たな貯水池水源として Ngamoeyeik Reservoir、河川水として Hlaing川からの取水を計画する。市の東部を流れる Bago川からの取水を検討したが、ミョ-ジョン

の結果、乾季に水量不足であることが判明した。また、貯水池系において、Lagunpyin Reservoir からの取水も約 45,000 m³/day 可能と判断されたが、現在、ヤンゴン市水道局と灌漑省の間で協議を行っている段階であるので、本計画には含めないものとした。

2. 施設計画

(1) ゾーニングシステム (配水ブロック化)

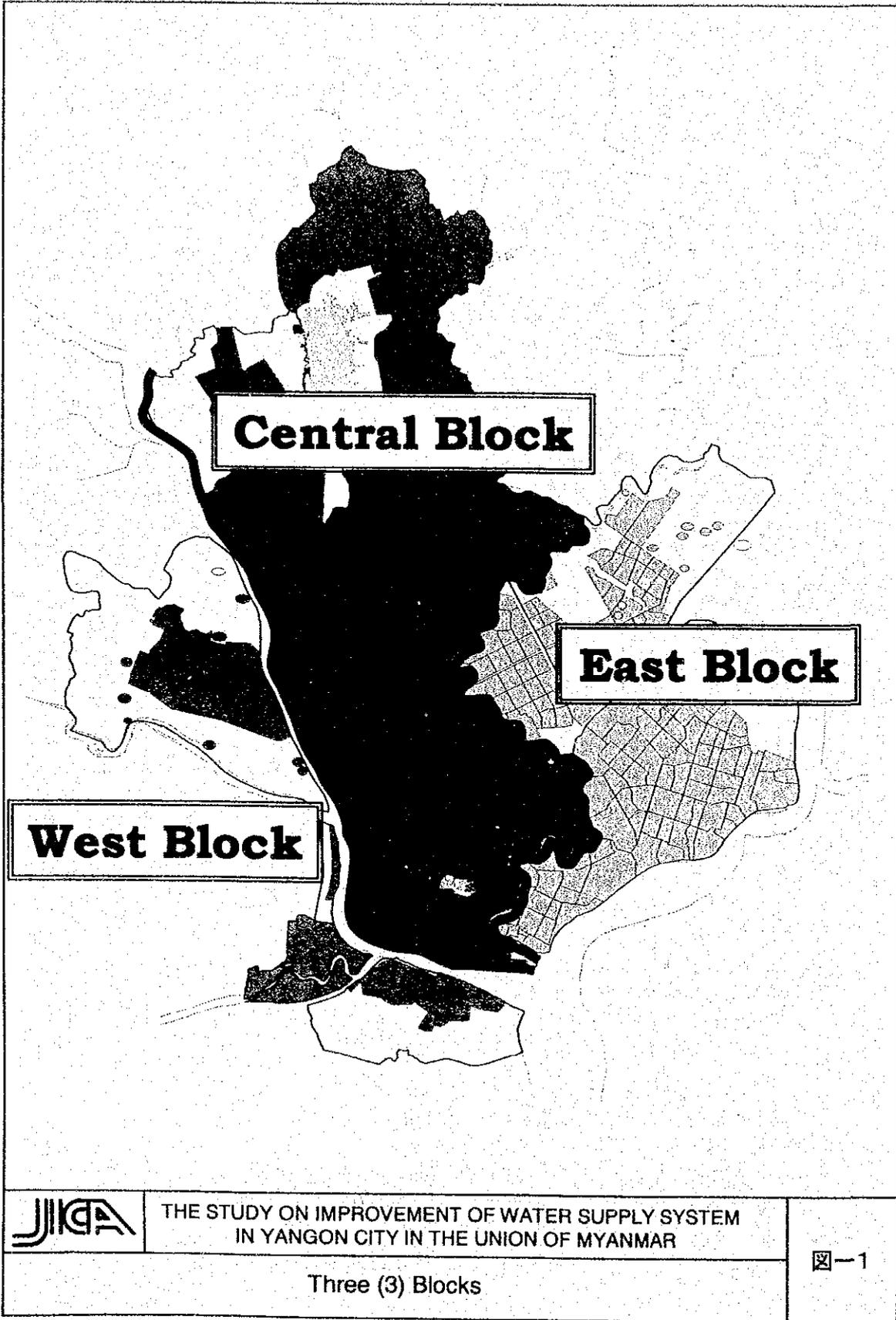
全市を大きく3つのブロック (West Block, Central Block, East Block) に分け (図一1)、さらに各ブロックを配水区 (Zone 11Zone) に分割し、維持管理、水量コントロールが容易なシステムを構築した (3Block 11Zone System)。また、既設の Central Block の Downtown Zone を除き、1配水区 (Zone) 1配水池とし、8時間分の容量を設計思想とした。

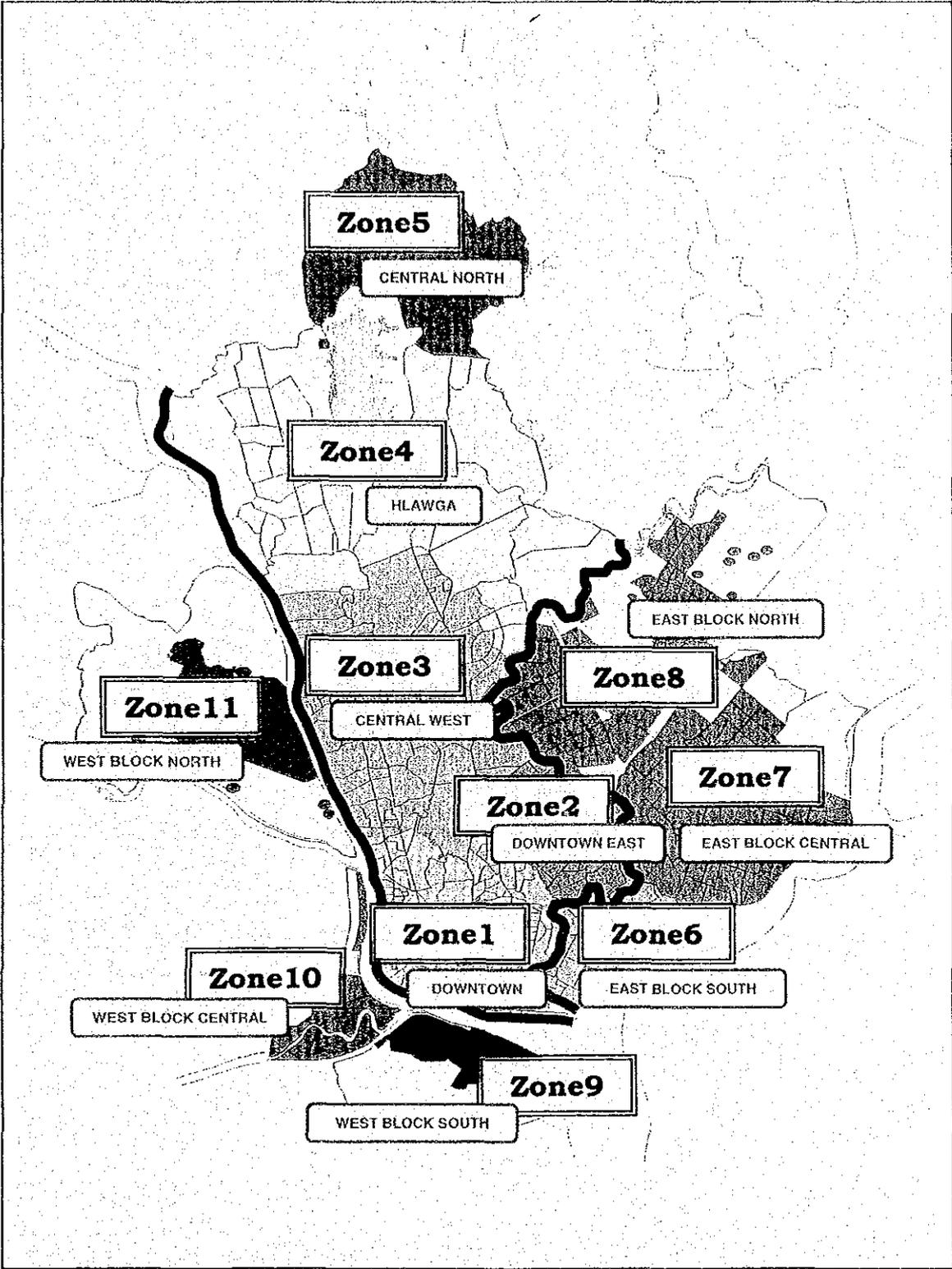
図一1に3Blockを、図一2に11Zone図、図一3に計画施設図を示す。

(2) 主要施設計画

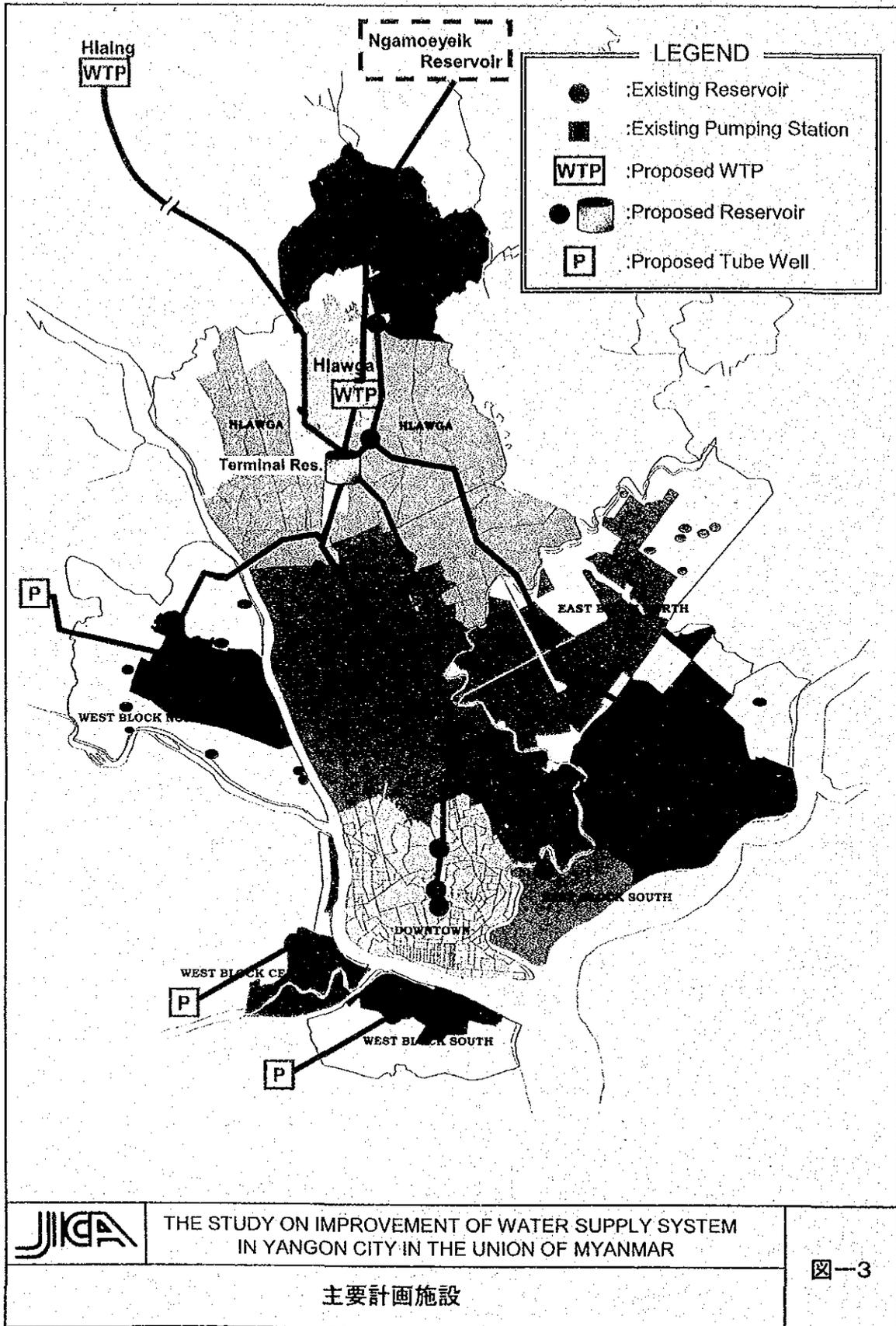
以下に主要な施設計画を示す。なお、文中の Phase 1 (2004年～2010年) が Pre-F/S 対象、Phase 2 が 2010年から2020年までの計画である。

- ① 既設老朽管のリハビリテーション (約350 km) (Phase1)
- ② 浄水場の新設 (Hlaing WTP)
施設能力94万m³/day、Hlaing川からの取水
(1/2能力 Phase1、1/2能力 Phase2)
- ③ 浄水場の新設 (Hlawga WTP) :
施設能力82万m³/day、貯水池系の水を処理
(Phase2)
- ④ Ngamoeyeyik導水管・ポンプ場の新設
水道局が既に獲得しているNgamoeyeyik貯水池からの取水量90MGD : Million Gallon per Day=409、100m³/day (Phase1)
- ⑤ 配水池の新設 (11箇所) (Phase1 : 6箇所 Phase2 : 5箇所)
- ⑥ 既設地下水 (217箇所) の適正化及びリハビリ計画 (75箇所 : Phase1)
- ⑦ West Block North (Phase1)、Central (Phase2)、South (Phase2)ゾーンにおける地下水開発
- ⑧ 各ゾーン (11) における送水管、配水管、ポンプ場の整備 (Phase1 & Phase2)
- ⑨ 既設Gyobyuポンプ場 ポンプ更新 (3台) (Phase1)
- ⑩ 既設Pyugyiポンプ場 ポンプ追加 (1台) (Phase1)





	<p>THE STUDY ON IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM IN YANGON CITY IN THE UNION OF MYANMAR</p>	<p>図-2</p>
<p>Eleven (11) Zones</p>		



3. 事業費

全体の建設期間は 2004 年から 2020 年までの 17 年間である。優先順位、施工可能性及び需給関係を考慮し、全体期間は 2010 年を境に 2 Phase に区分された。よって、M/P においては、Phase-1 には優先度の高い工事（プロジェクト）が計画されている。

Phase	施工年
Phase-1	2004 - 2010
Phase-2	2011 - 2020

注) Phase 1 の開始（実施設計）は、2003 年からとした。

M/P における全体工事費、Phase 毎の工事費を以下に示す。

Phase	事業費（百万 US\$）
Total	1,473
Phase-1	830
Phase-2	653

注) 事業費単位=百万 US\$

注) レート 1 US\$ = 120 円 (M/P 時)

さらに、7 年間ある Phase-1（Pre-F/S 対象施設：目標年 2010 年）は、M/P 時と同様に、優先順位、施工可能性及び需給関係を考慮し、以下の 2 Stage に区分される。よって、優先順位の高い工事は Stage-1 に計画されている。

Stage	施工年
Phase-1	2004 - 2010
Stage-1	2004 - 2006
Stage-2	2007 - 2010

Stage-1 に計画されている、特に優先順位の高い工事を以下に示す。

- ① 既設老朽管のリハビリテーション（漏水量削減）
- ② Ngamoeyek 導水管・ポンプ場の新設（供給水量の増加約 40 万 m³/day）
- ③ 既設井戸の適正化・リハビリテーション（Regular Well 75 本）
- ④ 既設 Gyobyu ポンプ場 ポンプ更新（3 台 : 送水能力の増加）
- ⑤ 既存 Phugyi ポンプ場 ポンプ追加（1 台 : 送水能力の増加）

下図はステージごとのプロジェクトコストを示している。（網掛けの部分は優先順位の高い工事である。）

No.	Facility	Phase 1								Total Cost
		Stage 1				Stage 2				
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
1	Rehabilitation of Aged Pipeline		2,302	2,302	3,944	3,947	3,949	1,650	1,650	19,744
2	Development of Reservoir System		29,183	28,015	37,153	15,235				109,586
3	Hlaing River System						92,226	94,286	135,768	322,280
4	Terminal System			2,304	53,488	8,007	0	3,528	20,100	87,427
5	Transmission and Distribution System		2,365	3,018	39,683	64,664	81,043	32,239	14,365	237,377
6	Connections							4,696		4,696
7	Groundwater Management			94	1	1	3	3	3	105
	Grand Total	0	33,850	35,733	134,269	91,854	177,221	136,402	171,886	781,215
	Subtotal of Priority Works		31,485	30,411	41,098					
	Total of Priority Works				102,994					

Note) unit = Thousand US\$

Pre-F/S における工事費を以下に示す。

Phase	事業費 (百万 US\$)
Total	781
EIRR	5.43%
FIRR	8.53%

注) 事業費単位=百万 US\$

注) レート 1 US\$ = 130円 (Pre-F/S時)

なお、料金体系については、支払い意思額・能力、財務の健全性を考慮し、2005年より5年毎に改定する計画とした。以下に改定料金表を示す。

表-3 改定料金表

Water Price to Be Applied (US\$/m ³)					
Sector	2005	2010	2015	2020	Share rate
Domestic sector	8.47	12.65	15.62	17.92	70%
Public sector	5.65	8.43	10.41	11.95	10%
Industrial/commercial sector	38.11	56.93	70.29	80.65	20%

目次

計画概要

PART 1: マスタープラン

1. はじめに	1
(1) 調査の背景	1
(2) 調査対象地域	1
(3) 調査の目的	3
(4) 調査の体制	3
2. 調査対象地区の概要	4
(1) 政局・政府	4
(2) 経済	4
(3) 社会環境	4
1) 民族	4
2) 宗教	4
3) 教育	5
4) 世帯	5
5) 健康指標	5
6) マスメディア	5
7) 就業率、家庭内収入	5
(4) 行政組織概括	5
(5) 地勢	6
(6) 気候	6
(7) 人口	6
1) 過去のデータ	6
2) 人口の分布	7
3) 人口予測	8
(8) 土地利用	9
3. 水道システムの現況	10
(1) 水源	10
1) 表流水	10
2) 地下水	10
(2) 水供給形態の分類	13

1) サービスレベル.....	13
2) 共同タンク.....	15
3) 共同栓.....	15
4) ポンド（溜池）.....	15
5) その他.....	15
(3) サービス状況.....	17
1) 接続件数.....	17
2) 給水時間.....	17
3) 水圧.....	18
(4) 水質.....	20
1) 分析期間.....	20
2) 分析項目.....	20
3) 採水ポイント.....	20
4) 塩水遡上調査.....	20
5) 考察.....	21
4. 水道計画-----	22
(1) セクターポリシー.....	22
(2) 水使用量.....	22
1) 水道料金.....	22
2) 家庭用使用量.....	23
3) 政府関連使用量.....	23
4) 商業・工業用使用量.....	23
(3) 需要量予測.....	24
(4) 水源可能供給量.....	24
1) 表流水.....	24
2) 地下水.....	25
(5) 配水ブロック化概念.....	27
1) 送配分離.....	27
2) ブロック化のメリット.....	27
3) 計画設計基準.....	28
4) 需要量.....	28
5) 水源量.....	28
6) 浄水場.....	29
(6) 配水ブロック化の提案.....	29
5. 施設設計-----	34
(1) 浄水場.....	34

(2) 導水管.....	34
(3) ポンプ場.....	34
(4) 配水池及び配水ポンプ場.....	35
(5) 配水幹線及び配水枝管.....	35
(6) 地下水開発.....	35
(7) 老朽配水管更新.....	36
6. 無収水削減計画.....	37
(1) はじめに.....	37
(2) 現況把握.....	37
1) 現況概括.....	37
(3) 無収水コントロールの正当化.....	38
1) オペレーションコスト.....	38
2) 無収水コントロールと需要の関係.....	38
(4) 無収水削減計画のアウトライン.....	39
(5) 無収水削減計画の流れ.....	39
(6) 無収水削減の活動計画.....	40
(7) 人員・組織.....	41
1) 組織.....	41
2) スタッフ.....	41
3) トレーニング.....	41
4) 技術協力.....	41
5) 機材関連.....	41
(8) 概算費用.....	41
(9) 提言.....	42
7. 組織・維持管理計画.....	43
8. 事業費積算.....	48
9. プロジェクトの経済財務評価.....	51
(1) 経済評価.....	51
(2) 財務評価.....	54
1) 支払意思額及び支払可能額に基づいた財務評価.....	54
2) 新規の料金体系案に基づく財務評価.....	55
(3) 住民の水料金支払可能性.....	57
(4) プロジェクト当局の償還可能性の検討.....	58
(5) 会計運営.....	59

10. 初期環境調査	62
(1) ミャンマー国の環境行政・法整備状況	62
(2) 優先プロジェクトの初期環境調査（スクリーニング）	62
(3) 本格環境影響評価	62

PART 2: プレ・フィージビリティ調査

1. はじめに	64
(1) 計画諸元	64
1) 目標年次	64
2) 水需要量	64
3) 計画給水量	64
2. 施設設計	66
(1) 取水施設	66
1) 取水池取水施設	66
2) 河川水取水施設	66
3) 地下水取水施設	66
(2) 原水送水施設	67
1) Gyobu ポンプ場	67
2) Phugyi ポンプ場	68
3) Ngamoeyeik ポンプ場	68
4) Ngamoeyeik 送水管	68
(3) 浄水場	68
(4) 浄水送水施設	69
1) Hlaing 浄水場浄水送水管	69
2) Terminal 配水池	69
3) 配水池間送水管	70
4) その他接続管	70
(5) 配水池	70
(6) 給水施設	71
1) 老朽管の布設替え	71
2) 給水幹線	71
3) 給水枝線	71
3. 無収水量削減の計画	72
(1) 緊急業務計画 T	72
(2) 既設管網整備に係る UfW コントロール	73
(3) 長期的防止策	74
1) 損失量とその増加率	74
2) 管網ネットワークのモニタリングとコントロール	74
(4) 関連業務及び間接的 UfW コントロール方法	74
1) YCDC の人事及び組織	75

2) 施策及び法規.....	75
(5) UfW コントロールに関する優先エリアの選定.....	75
(6) コスト概算.....	76
(7) 全体計画.....	76
1) 長期的な UfW コントロール計画.....	76
4. 組織・制度改革の計画.....	78
5. 施工計画及び事業費積算.....	83
(1) 施工計画.....	83
1) 工事内容.....	83
2) 施工スケジュール.....	83
(2) 工事費積算.....	85
1) 積算条件.....	85
2) 事業費.....	85
3) 維持管理費.....	86
6. 経済・財務評価.....	87
(1) 経済評価.....	87
(2) 財務評価.....	89
(3) 住民の水料金支払可能性.....	90
(4) プロジェクト当局の償還可能性の検討.....	91
(5) 会計運営.....	92
(6) 料金体系の提案.....	94
7. 環境影響評価.....	96
(1) プレ F/S 調査の優先プロジェクト.....	96
(2) プロジェクトサイトの環境状態.....	96
1) 一般.....	96
2) 送配水管の新設、老朽配水管の更新、配水池の建設.....	96
3) Hlaing 浄水場及び関連施設.....	96
(3) プロジェクトによる環境影響.....	96
1) 評価結果の考察.....	96
2) 主要な潜在的影響.....	98
3) 主要な予期される影響.....	98
(4) 環境管理計画.....	98
1) フェーズ1 プロジェクトに関する環境管理の提案.....	98
2) 環境対策の実施条件.....	99

表リスト

PART 1 : マスタープラン

表 2-1	人口データと成長率.....	6
表 2-2	人口分布	7
表 3-1	YCDC管轄の井戸.....	11
表 3-2	タウンシップごとの給水状況.....	14
表 3-3	タウンシップ毎の給水時間推計値.....	17
表 3-4	採水ポイント及び採水検体数.....	20
表 3-5	貯水池・Hlaing 川水質分析結果.....	21
表 3-6	地下水水質分析結果.....	21
表 4-1	優先ポリシー.....	22
表 4-2	水道料金	23
表 4-3	メーター設置数.....	23
表 4-4	需要量予測.....	24
表 4-5	需要量	28
表 4-6	水源量	28
表 6-1	無収水削減計画の概算費用.....	42
表 8-1	事業実施スケジュール.....	49
表 9-1	経済便益	51
表 9-2	(a) 水因性疾病の低減による医療費の節約	52
	(b) 水因性疾病の低減による収入損失分の低減効果	52
表 9-3	推定工事費の財務価格及び経済価格.....	53
表 9-4	維持管理費の経済価格.....	53
表 9-5	オプションごとの財務便益.....	55
表 9-6	財務評価	55
表 9-7	水料金体系.....	56
表 9-8	財務評価	56
表 9-9	戸当たりの水支出額と家計収入.....	57
表 9-10	フェーズ 1 の償還計画	59
表 9-11	YCDC 水道当局の損益予測	60
表 9-12	YCDC の資金フロー	61

表リスト

PART 2 : プレ・フィージビリティ調査

表 1 - 1	水需要量	64
表 1 - 2	計画給水量.....	64
表 2 - 1	Hlaingthaya システムの概要	67
表 2 - 2	Hlaing 浄水場の主要施設	68
表 2 - 3	Terminal 配水池ポンプ場概要	69
表 2 - 4	配水池間送水管.....	70
表 2 - 5	配水池仕様.....	70
表 2 - 6	給水幹線口径別延長.....	71
表 2 - 7	給水枝管口径別延長.....	71
表 5 - 1	主要工事内容.....	83
表 5 - 2	事業実施スケジュール.....	84
表 5 - 3	フェーズ 1 事業費.....	85
表 6 - 1	水供給プロジェクト実施による年次毎の経済便益.....	87
表 6 - 2	医療費及び収入損失分の低減効果による年次毎経済便益.....	87
表 6 - 3	フェーズ 1 の推定工事費の財務価格ならびに経済価格.....	88
表 6 - 4	年次毎の維持管理費の経済価格.....	88
表 6 - 5	給水原価案.....	89
表 6 - 6	最低所得層にある所帯戸当りの水支出額と家計収入の関係.....	90
表 6 - 7	フェーズ 1 全体の償還計画.....	92
表 6 - 8	YCDC 水道当局の損益予測.....	93
表 6 - 9	YCDC・水供給・衛生局の将来にわたる年次毎の貸借対照表.....	93
表 6 - 1 0	現在のヤンゴン市の水道料金体系.....	94
表 6 - 1 1	料金体系の提案.....	95

図面リスト

PART 1 : マスタープラン

図1-1	調査対象地域（33タウンシップ）	2
図1-2	調査体制	3
図2-1	人口予測	9
図3-1	既設水道システム	12
図3-2	給水エリア	16
図3-3	水圧分布図	19
図4-1	表流水ポテンシャル図	26
図4-2	Zoning System 概念図	27
図4-3	Tree (3) Blocks	30
図4-4	Eleven (11) Zones	31
図4-5	計画施設	32
図4-6	計画施設 Elevation Map	33
図7-1	水道・衛生部組織図（現行）	45
図7-2	計画・監理課組織図（計画案）	46
図7-3	給水課組織図（計画案）	47
図9-1	戸当たりの水支出額と家計収入の関係	58

PART 2 : プレ・フィージビリティ調査

図1-1	フェーズ1対象水道施設	65
図4-1	水道・衛生部組織図	81
図4-2	水道・衛生部組織図（計画案）	82
図6-1	平均所得中に占める水支出額の割合	91

PART 1

マスタープラン

CHAPTER 1 はじめに**(1) 調査の背景**

ミャンマー国（以下「ミ」国）の首都であるヤンゴン市は、経済の中心であると同時に行政、ビジネス、通信の中心地である。

ヤンゴン市の給水システムの歴史は古くは1842年から始まり、現在では老朽化した施設は増えつづける需要に対応できなくなっている。現況システムは多くの問題を抱えるが、老朽施設のリハビリと、将来の水需要に対応できるように供給能力の拡大が急務である。

2000年8月、日本国政府のプロジェクト形成調査調査団がヤンゴン市に派遣され、水供給セクターへの緊急援助の必要性を確認した。その結果、「ミ」国政府は日本国政府にヤンゴン市給水改善計画調査の実施を要請した。

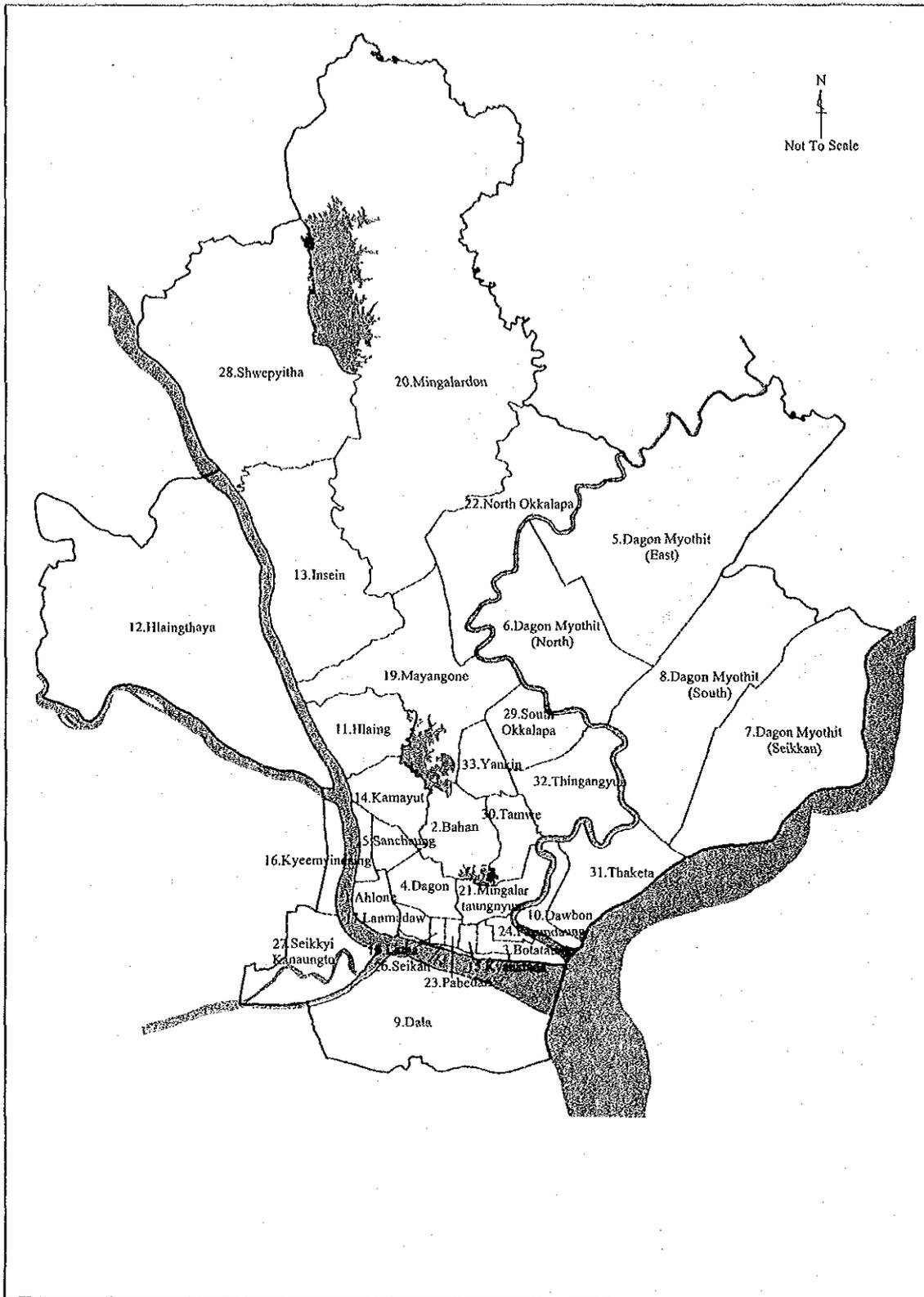
係る状況を受け、国際協力事業団（以下「JICA」）はヤンゴン市に事前調査団を派遣し、「ミ」国政府とS/W（Scope of Work）の確認を行い、2000年11月17日、Minutes of Meeting を締結した。

このような背景の下、JICAは「ミ」国政府側と密接に協力し調査を行うこととし、本調査団を派遣し調査を開始した。

(2) 調査対象地域

調査対象地域はヤンゴン市（YCDC）の行政区である 33 のタウンシップである。図 1-1 に示す。

市の中心はヤンゴン川から 34km のところに位置しており、4つの川（(a) Pazundaung Creek, (b) Hlaing River (c) Pan Hlaing River and (d) Thunday Canal）によって5つに分けられている。



	<p>THE STUDY ON IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM IN YANGON CITY IN THE UNION OF MYANMAR</p>	<p>図1-1</p>
<p>調査対象地域(33タウンシップ)</p>		

(3) 調査の目的

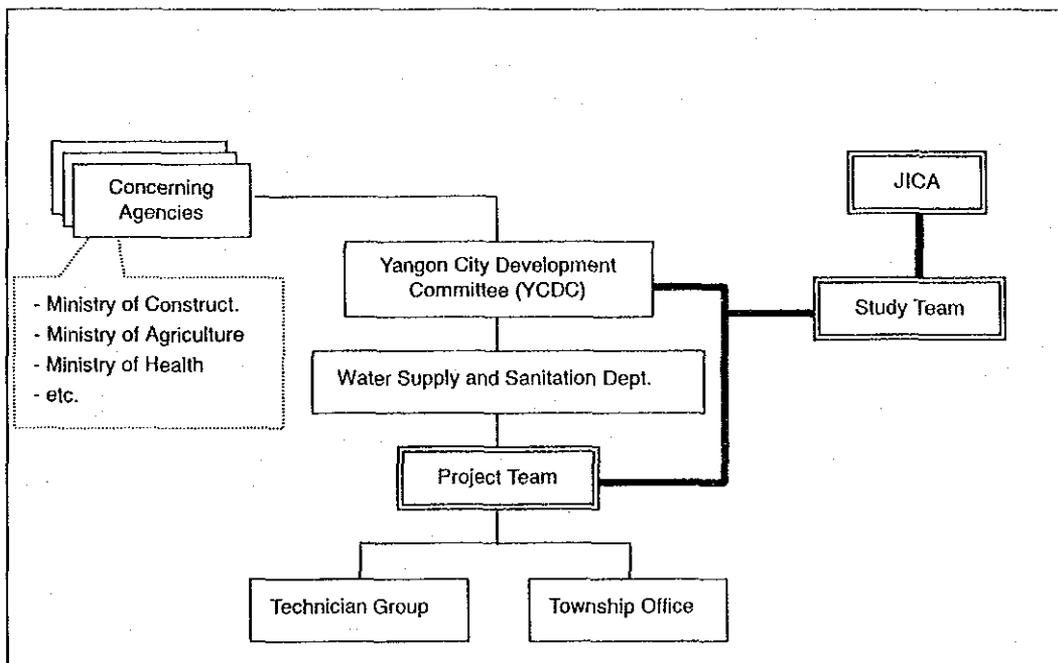
調査の目的は以下のとおりである。

- 2020年を目標とする水供給システム改善のマスタープランを作成する。
- マスタープランによって選ばれた優先順位が高いプロジェクトのプレ・フェージビリティ調査を行う。
- カウンターパートに技術移転を行う。

(4) 調査の体制

調査の体制を以下図1-2に示す。

図1-2 調査体制



CHAPTER 2 調査対象地区の概要

(1) 政局・政府

ミャンマー国は、軍事政権が1988年より続いており、SPDC(The State Peace and Development Council)が政権を把握している。同国は、7つのDivision(地区)と7つのState(州)から成る。

ヤンゴン市においては、社会、経済、商業、レクリエーション、環境、文化面等あらゆる面において、YCDC(Yangon City Development Committee)が省レベルと同格の権限を有し管轄している。

(2) 経済

主たる経済活動は農業である(GDPの50%)。2000年における一人当たりのGDPは1,800Kyatsである。過去10年におけるGDPの平均増加率は3.83%。

同国における主な工業は、セメント、製薬関連、酒類とタバコであるが、国の支出は過去10年歳入を上回っている。歳入は、46%が税金、41%が国営企業、その他が19%となっている。

(3) 社会環境

1) 民族

約135の民族が存在する多民族国家である。人口の69%は、ビルマ族である。その他インド・パキスタン人が、全体の1.3%、中国人が0.7%、ヨーロッパ人・他が3.3%である。

2) 宗教

1983年のセンサスによると、5つの宗教が主で、以下の構成となっている(人口比)。

仏教	: 89.4%
キリスト教	: 4.9%
イスラム教	: 3.9%
アニミズム	: 1.2%
ヒンズー教	: 0.5%

3) 教育

国民の約 86%が教育を受けており、Yangon Division においては 90%、調査対象地域 (Yangon City) においては 94%である。識字率は 66.5% (2000 年) である。

4) 世帯

世帯の人数は、全国平均で 5.25 人/世帯、Yangon Division においては 5.22 人/世帯、1997 年のヤンゴン市の住民調査では、5.16 人/世帯であった。

5) 健康指標

平均寿命は、1993 年において、男性 60.0 歳、女性 63.9 歳。2000 年においては、平均寿命が若干延びており、男性 61.0 歳、女性 65.1 歳となっている。

また、出生率は、1996 年において人口 1000 人当たり 24.3 人、1998 年においては減少し、18.1 人となっている。また、死亡率は、人口 1000 人当たり、1996 年で 7.9 人、1998 年で 9.3 人と増加している。

都市部における死亡要因で最大のものは、腸疾患で 38.3 人死亡/100,000 人で、次いでマラリア (29.5 人死亡/100,000 人)、そして気管支炎 (13 人死亡/100,000 人) となっている。

6) マスメディア

都市部の人口 35 歳から 49 歳の中で、およそ 25%が新聞を読んでいる。年齢層 15 から 59 歳にいたっては、その 79%が新聞の読者層である。

7) 就業率、家庭内収入

就業率は全国平均で、2.38 人/世帯であり、ヤンゴン市においては、同指標が 1.90 人と低下する。世帯の平均月收入は、Yangon Division で 16,660Kyats、ヤンゴン市では、18,997Kyats である。

(4) 行政組織概括

調査対象地区における政府関連組織における監督省は、自治省・一般行政局 (General Administration Department, Ministry of Home Affairs) とヤンゴン市 (YCDC) である。YCDC(ヤンゴン市)の行政区は、33 のタウンシップ (township)、さらに 595 のワード (ward) に分割されている。いくつかのタウンシップには、村 (village) が存在し、その総数は 30 である。タウンシップの歴史もまちまちで、最近 (1959 年以降) サテライトタウンシップが、市街地に集中した人口を緩和するために創設されている。それらの地域 (サテライトタウンシップ) での開発は遅れている。

(5) 地勢

市域は、川と丘陵により、特徴づけられる。市は5本の川に分断され、大きく5つの地域に分かれる（東部、中央部、西部北、西部南、南部 図1-1参照）。さらに市の中央（中央部）を南北に丘陵（標高 30mぐらい）が走り、中央部を3つに分断している（中央部東部、中央部西部、中央部南部＝旧市街地）。丘陵部を除き、他地域はフラットな地形となっている。

(6) 気候

熱帯モンスーン気候で、3つの季節に分かれる。

Summer — 3月から5月中旬

Rainy — 5月中旬から10月

Cool — 10月から2月

年間降雨量は、2,700 mm、平均蒸発量 1347 mm、平均気温 27.4℃、平均最高気温 33.0℃ 平均最低気温 21.8℃である。

(7) 人口

1) 過去のデータ（1836年～1998年）

過去の人口データを表2-1に示す。

表2-1 人口データと成長率

YEAR	POPULATION* (Persons)	ANNUAL GROWTH RATE (%)	
		(1836-1855) 1.26	(1836-1872) 3.35%
1836	30,000	(1836-1855) 1.26	(1836-1872) 3.35%
1855	38,055	(1855-1856) 20.88	
1856	46,000	(1856-1860) 7.56	
1860	61,570	(1860-1865) 2.56	
1865	69,866	(1865-1872) 4.97	
1872	98,138	(1872-1921) 2.58	(1872-1973) 3.04%
1921	341,962	(1921-1931) 1.59	
1931	400,415	(1931-1953) 2.81	
1953	737,079	(1953-1973) 5.19	
1973	2,027,256	(1973-1983) 2.00	(1973-1998) 2.43%
1983	2,472,176	(1983-1998) 2.71	
1998	3,691,941		

2) 人口の分布

各タウンシップ毎に人口分布を表 2-2 に示す。

表 2-2 人口分布

No.	Township	Population (persons)		
		1973	1983	1998
1.	Ahlon	46,547	51,849	43,569
2.	Bahan	85,757	102,112	95,114
3.	Botataung	44,057	49,168	52,653
4.	Dagon	35,746	35,541	39,967
5.	Dagon Myothit (East)	-	-	55,192
6.	Dagon Myothit (North)	-	-	101,673
7.	Dagon Myothit (Seikkan)	-	-	18,279
8.	Dagon Myothit (South)	-	-	140,387
9.	Dala	43,503	54,167	77,236
10.	Dawbon	37,439	49,967	79,582
11.	Hlaing	131,587	171,687	167,881
12.	Hlaingthaya	-	-	199,190
13.	Insein	143,625	196,809	240,704
14.	Kamayut	67,309	75,177	82,943
15.	Kyauktada	37,772	37,634	44,076
16.	Kyeemyindaing	64,145	69,866	87,491
17.	Lanmadaw	42,691	41,663	40,597
18.	Latha	31,646	31,061	32,535
19.	Mayangone	108,749	152,616	183,024
20.	Mingalardon	80,867	108,303	170,950
21.	Mingalartaungnyunt	96,287	110,435	109,796
22.	North Okkalapa	155,259	190,905	289,068
23.	Pabedan	40,718	41,913	47,461
24.	Pazundaung	34,763	38,806	38,363
25.	Sanchaung	66,593	68,867	78,788
26.	Seikan	7,732	5,285	1,379
27.	Seikkyi Kanaungto	12,458	15,393	25,586
28.	Shwepyitha	-	-	172,377
29.	South Okkalapa	149,409	183,264	220,214
30.	Tamwe	106,682	119,914	128,455
31.	Thaketa	145,888	193,028	279,799
32.	Thingangyun	141,209	194,100	240,417
33.	Yankin	68,818	82,646	107,195
	TOTAL	2,027,256	2,472,176	3,691,941

3) 人口予測

予測式は、以下のトレンド分析を行い、将来の予測式としては、べき曲線 (power curve) を採用した (図2-1)。予測結果は以下である。

1973年	:	2,027,256	人	(実績値)
1983年	:	2,472,176	人	(実績値)
1998年	:	3,691,941	人	(実績値)
2000年	:	3,887,045	人	(予測値)
2005年	:	4,402,558	人	(予測値)
2010年	:	4,954,885	人	(予測値)
2015年	:	5,541,135	人	(予測値)
2020年	:	6,158,975	人	(予測値)

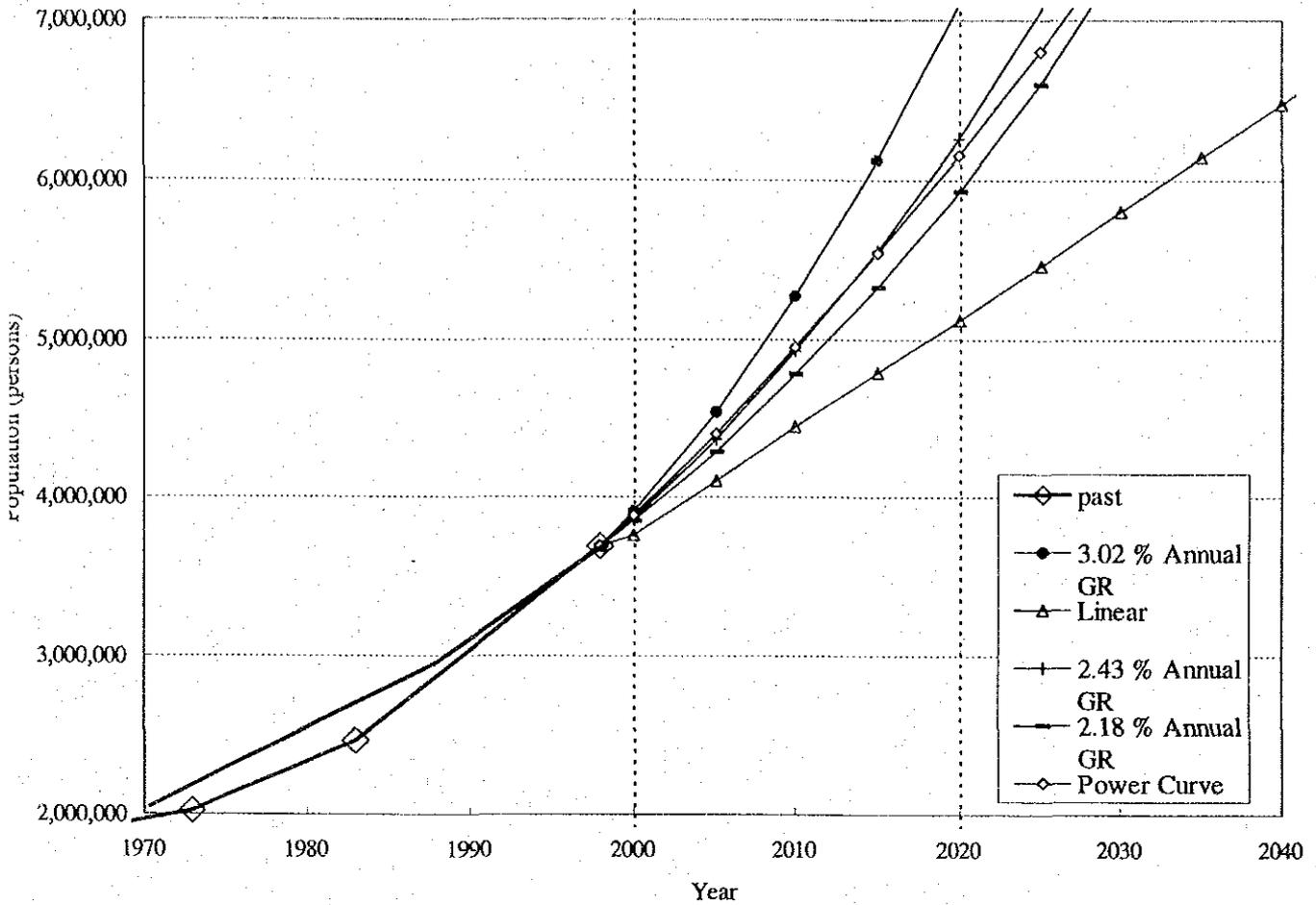


図 2-1 人口予測

(8) 土地利用

現在の土地利用状況は以下である。

- 住居地 : 37%
- 政府用地 : 19%
- 商工業用地 : 5%
- 農場地 : 22%
- その他 : 17%

CHAPTER 3 水道システムの現況**(1) 水源**

既設の水道水源は、表流水（貯水池）、地下水に2分される。2000年における供給量は、439,440 m³/dayである。

表流水（貯水池） : 395,550 m³/day

地下水 : 43,890 m³/day

合計 : 439,440 m³/day

1) 表流水（貯水池）

3つの既設表流水（貯水池）源と1つの将来可能水源（④）が存在する。

① Gyobyu Reservoir

ヤンゴン市から北へ約 64 km (40 Miles) 離れており、1940年に完成。

供給量 : 93,300 m³/day

② Phugi Reservoir

1992年完成。市より北へ約 50 km。

供給量 : 245,700 m³/day

③ Hlawga Reservoir

1906年完成、市から北へ約 27km。

供給量 : 7,500 m³/day

④ Ngamoyeik Reservoir

貯水池は建設済み（1995年）、YCDCは90MGD（409,500 m³/day）の取水権があるが、資金不足のため導水ポンプ、導水管が未建設。

2) 地下水

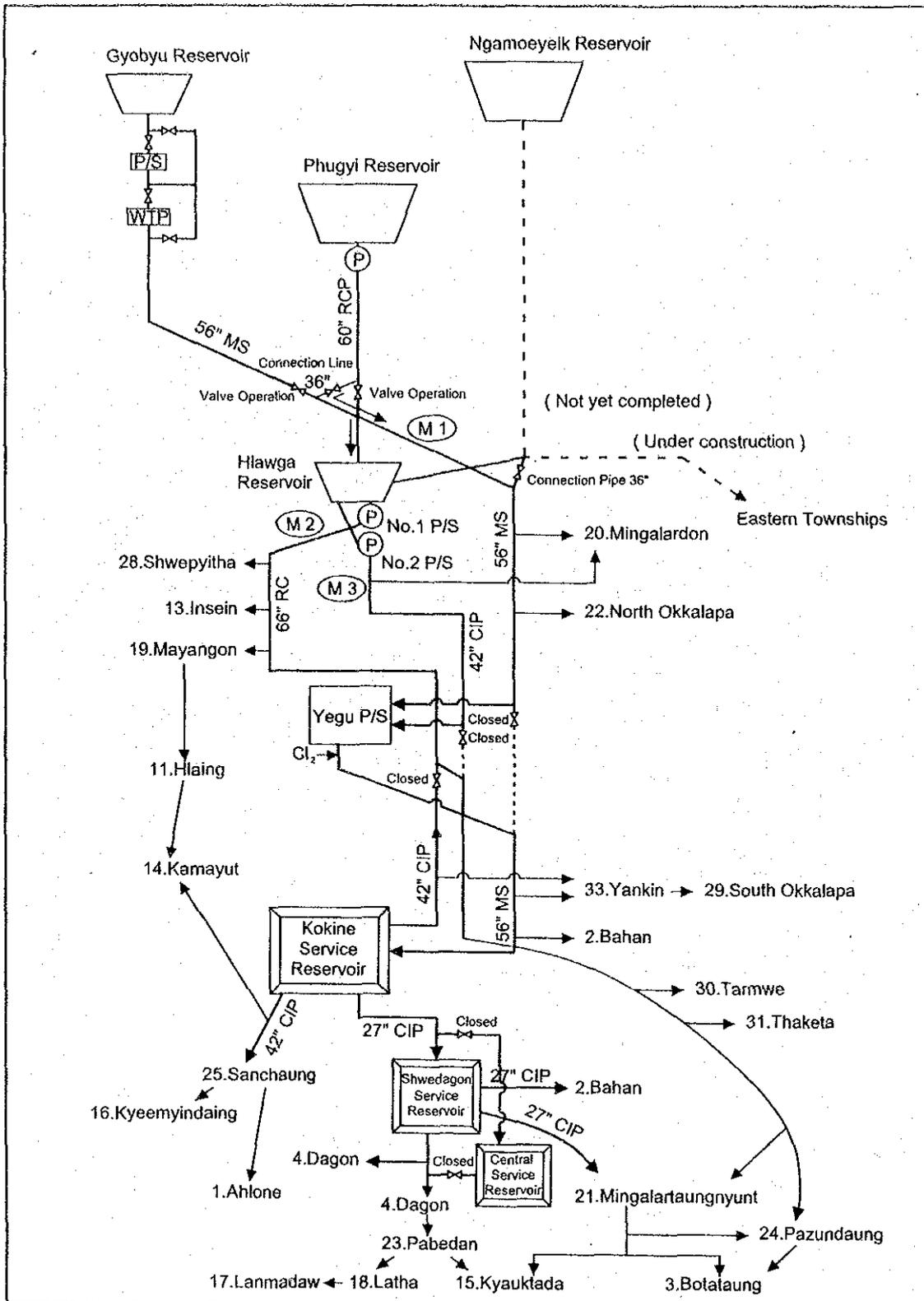
市内における地下水の利用方法としては、YCDCによるもの与其他（大半が私設）に分けられる。YCDCは217本の井戸を有する（22タウンシップに存在、2001年7月）。表3-1にYCDC井戸の総括を示す。年間（2000年実績）で16.02 MCM/Year供給されている。平均ポンプ運転時間は、3.1~12.0時間/dayである。

表 3 - 1 YCDC 管轄の井戸

Category & Parameter		Description		
		Valid No.	Range	Remarks
Location	Township	217 wells	-	22 Townships
	Ward			
	Street			
	Numbering			
Structures	Diameter	217 wells	50-300mm	22 Townships
	Depth	217 wells	24-146m	
	Year Completed	45 wells	1965-2001	5 Townships
Performance	Water Quality	16 wells	pH, Fe, Cl	10 Townships
	Discharge	217 wells	50-2,270lpm	Av. 744m ³ /day
	Pump	100 wells	50-250mm	Air-lifting
117 wells		100-300mm	Submersible	
Utility	Level-I	74 wells	74 facilities	6 Townships
	Level-II GW	5 wells	2 systems	2 Townships
	Level-III GW	31 wells	16 systems	6 Townships
	Level-III SW/GW	104 wells	1 system	15 Townships
	Hydrant	3 wells	200mm	3 Townships
Operation	Monthly Q Jan/98-Dec/00	199 wells	2,128-620,529 m ³ /month	3 wells: Hydrant 2 wells: Standby 13 wells: No Records

Remarks; GW=Groundwater, SW=Surface Water, Q=Discharge
Sources; YCDC Township Office, as of July 2001

図 3 - 1 に既設水道システムのフロー図を示す。



	<p align="center">THE STUDY ON IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM IN YANGON CITY IN THE UNION OF MYANMAR</p>	<p align="right">図 3-1</p>
<p align="center">既設水道システム</p>		

(2) 水供給形態の分類

1) サービスレベル

以下の4つを定義し、情報を集めた。

- ① 個人 (Individual) : 個人で所有するもの (パイプなし)
- ② Level I : パイプでの供給なし、受益者は水汲みに行く。
- ③ Level II : パイプでの供給はあるが、共同栓、共同タンク。
- ④ Level III : パイプでの供給で、しかも個人栓を有する。

表3-2に、全タウンシップでの給水状況調査結果を示す。

表3-2 タウンシップごとの給水状況

Township Name	Pop.	YCDC Owned Facilities									Privately Owned Facilities							Total		
		Pipe-SW		Pipe-SW/GW		Pipe-GW		T/W	Boat	Pond	Dug/Driven Well			Tube Well			Pond		Rain	
		L-II	L-III	L-II	L-III	L-II	L-III	L-I	L-I	L-I	Indiv.	L-I	L-II	Indiv.	L-I	L-II	L-III		L-I	Indiv.
01. Ahlone	45,870	0%	0%	0%	26%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	13%	1%	0%	0%	0%	0%	100%
02. Bahan	100,139	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	100%
03. Botataung	55,434	0%	0%	0%	12%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	12%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
04. Dagon	42,079	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	100%
05. Dagon Myothit East	58,108	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	0%	0%	0%	42%	43%	0%	4%	0%	0%	100%
06. Dagon Myothit North	107,045	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	22%	0%	23%	0%	0%	100%
07. Dagon Myothit Seikkan	19,245	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	6%	0%	0%	0%	15%	0%	0%	2%	0%	6%	100%
08. Dagon Myothit South	147,804	0%	0%	0%	0%	5%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
09. Dala	81,317	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	0%	0%	0%	0%	0%	12%	1%	0%	0%	0%	0%	100%
10. Dawbon	83,787	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	39%	32%	0%	13%	0%	0%	100%
11. Hlaing	176,751	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	10%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	100%
12. Hlaingthaya	209,714	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	10%	0%	0%	0%	15%	0%	0%	1%	0%	0%	100%
13. Insein	253,421	0%	10%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
14. Kamayut	87,325	0%	0%	0%	24%	0%	23%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
15. Kyauktada	46,405	0%	0%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
16. Kyeemyindaing	92,113	0%	0%	0%	20%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	0%	0%	33%	4%	0%	9%	0%	17%	100%
17. Lanmadaw	42,742	0%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	100%
18. Latha	34,254	0%	24%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
19. Mayangone	192,694	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
20. Mingalardon	179,982	0%	19%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	3%	0%	0%	40%	34%	0%	0%	0%	0%	100%
21. Mingalartaungnyunt	115,597	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	100%
22. North Okkalapa	304,339	34%	25%	4%	3%	0%	0%	6%	0%	6%	2%	4%	0%	4%	11%	0%	0%	0%	0%	100%
23. Pabedan	49,969	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
24. Pazundaung	40,390	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
25. Sanchaung	82,951	0%	0%	0%	40%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	38%	19%	0%	3%	0%	0%	100%
26. Seikan Port	1,452	0%	0%	0%	0%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	40%	40%	0%	0%	0%	0%	100%
27. Seikkyi Kanaungto	26,938	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	43%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
28. Shwepyitha	181,484	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	32%	0%	0%	0%	0%	100%
29. South Okkalapa	231,849	0%	0%	0%	13%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	22%	11%	0%	0%	0%	0%	100%
30. Tamwe	135,242	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
31. Thaketa	294,582	5%	2%	6%	2%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	0%	0%	15%	0%	0%	0%	0%	100%
32. Thingangyun	253,119	0%	0%	0%	0%	1%	6%	3%	0%	1%	0%	0%	0%	20%	38%	0%	30%	0%	0%	100%
33. Yankin	112,859	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	41%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
City Total	3,887,000	3.1%	23.3%	0.9%	8.5%	0.2%	1.2%	1.7%	0.7%	7.1%	0.8%	0.3%	0.0%	24.2%	23.4%	0.0%	4.0%	0.0%	0.6%	100%

Individual There is water source without pipeline network supply. Only house owner can access to the water source facility for fetching water.
 Service Level-I There is water source without pipeline network supply. Beneficiaries access to the water source facility for fetching water.
 Level-II There is/are water source(s) with pipeline network supply. However, beneficiaries access to the communal/public faucets for fetching water.
 Level-III There is/are water source(s) with pipeline network supply. Beneficiaries can utilize the water from the in-house faucet (house connection).

現況での供給率は、以下であり、YCDCによる供給は、46%であり、いわゆる普及率は37%と低い状態である。YCDCによらない（Non-YCDC Supply）のほとんどは、個人所有の井戸によるものであることが分かる。将来においては、公共水であるYCDC供給水を増やす必要がある。

YCDC供給水	: 46%
YCDC 管網による供給	: 37%
YCDC 井戸による供給	: 2%
YCDC ポンド等による供給	: 7%
Non-YCDC給水	: 54%
井戸による供給	: 53%
その他	: 1%

2) 共同タンク (Communal Tank)

YCDCでは、貧困層への供給形態として、共同タンクを設置している。世帯数での比率では、約3.7%の世帯がこの恩恵に属している（推定利用世帯数 19,890世帯）。Communal Tankは、13タウンシップに分布し、2タウンシップを除いて無料である。有料の2タウンシップでは、水使用料として3.25%のproperty Taxを課している。しかし金額的には、わずかで約11 Kyats/4ヶ月である。

3) 共同栓(Standpipes)

1980年に2500栓、1993年には825栓であり（Myanmar General Consultants 1993 Report）、政策的にも減らす方向が示されている。

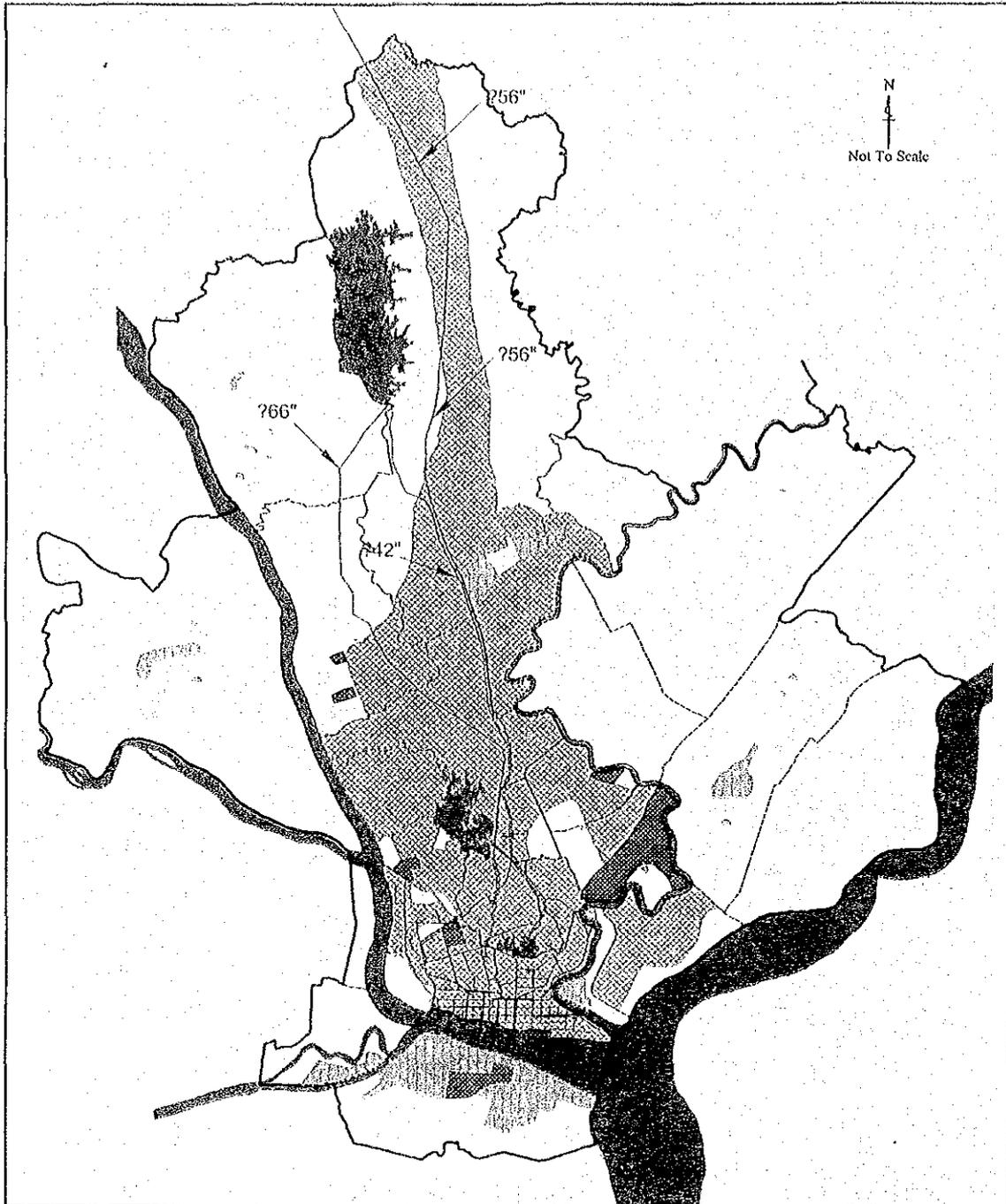
4) ポンド (溜池)

12のタウンシップにおいて、ポンドによる供給が主流である（261箇所）。261箇所のうち、飲料用と使用さえているのは118箇所である。

5) その他

川に分断さえたりモート地にある Scikky Kanaungto タウンシップでは、乾季の水不足は深刻で、これに対し YCDC は対岸の Ahlone タウンシップの地下水をボートで輸送している。2001年の実績では、3月からの3ヶ月間で4,480,000 gallonの水が輸送された。

図3-2にYCDCによる給水エリアを示す。



Legend	YCDC owned facilities		Private owned facilities	
	— City Boundary - - - Township Boundary - - - River or Lake - - - Primary Mains	Piped System Pipe SW Pipe SW/GW GW with independent network	Non piped System	Tube Well Boat Pond

	THE STUDY ON IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM IN YANGON CITY IN THE UNION OF MYANMAR	図3-2
	給水エリア	

(3) サービス状況

1) 接続件数

全接続数は、112,355 で、接続割合は以下である。

家庭	: 93%
商業	: 6%
政府	: 1%
外人	: 0.03%

メーター設置率は、僅かに 22% であり、今後この設置率を上げることが望まれる。

2) 供給時間

基本的に配水（送水幹線）に近いタウンシップは、24 時間給水を受けているが（8 タウンシップのみ）、大半のタウンシップでは給水時間が少なく、不平等な給水となっている。調査結果を表 3-3 に示す。

表 3-3 タウンシップ毎の給水時間推計値

Township	Supply Duration (Hours per day)	Number of Wards with Water Supply to Total Wards Number
Ahlon	10	10:11
Bahan	15	21:22
Botataung	24-10	10:10
Dagon	8	5:5
Dagon Myothit (East)	No pipe water supply system	0:54
Dagon Myothit (North)	No pipe water supply system	0:25
Dagon Myothit (Seikan)	No pipe water supply system	0:39
Dagon Myothit (South)	6	5:33
Dala	6	3:23
Dawbon	24-16	3:14
Hlaing	24	12:16
Hlaingthayar	4	7:29
Insein	24-2	4:21
Kamayut	12	10:10
Kyauktada	24	9:9
Kyeemyindaing	6	18:21
Lanmadaw	24	11:12
Latha	24	10:10
Mayangone	24-14	8:10

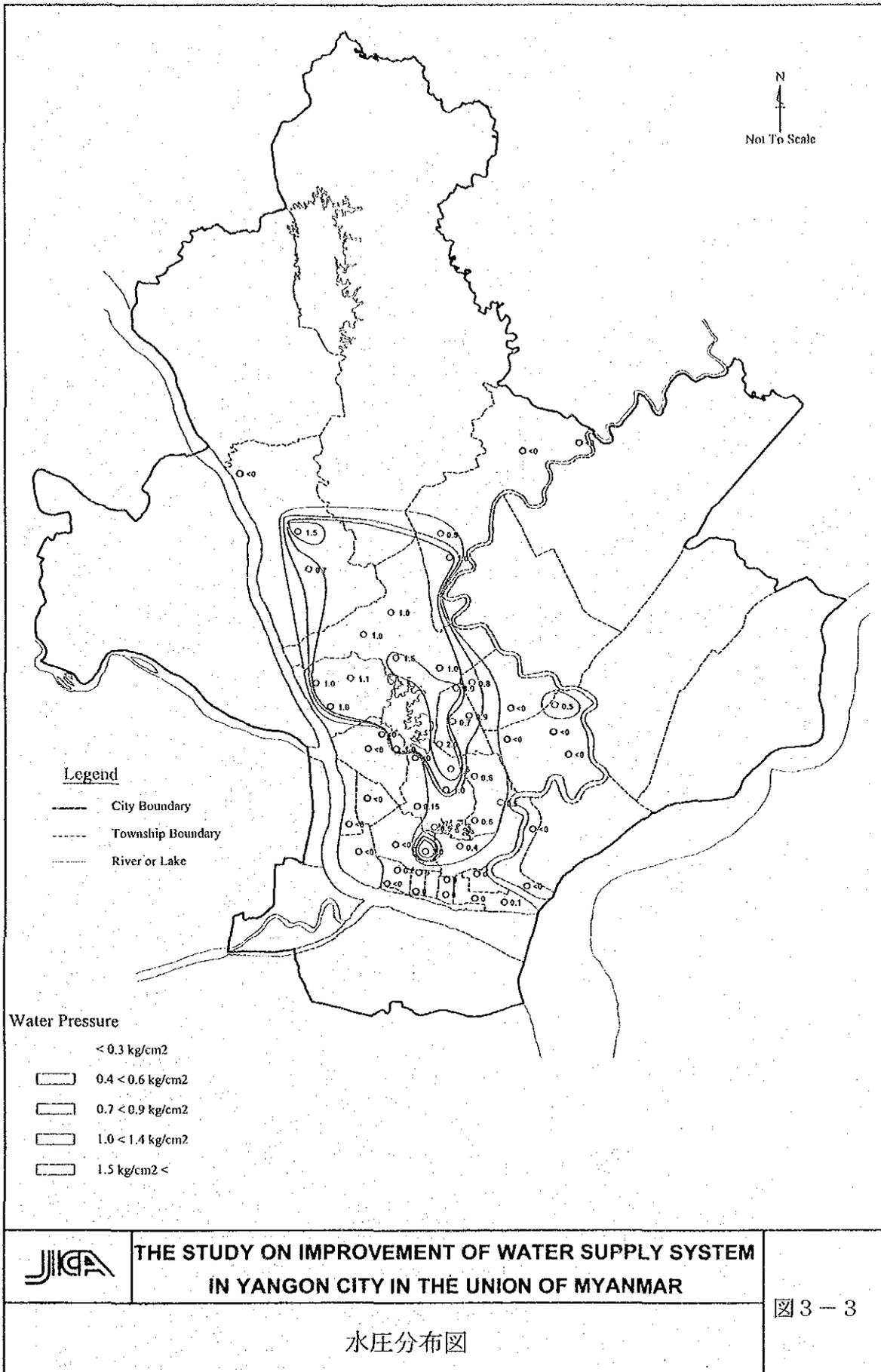
Mingalardon	24	18:31
Mingalartaungnyunt	24	20:20
North Okklapa	24-8	18:19
Pabedan	24-15	11:11
Pazundaung	24	10:10
Sanchaung	5-1	18:18
Seikkan (Port)	No pipe water supply system	0:3
Seikkyi Kanaungto	No pipe water supply system	0:8
Shwepyitha	4	13:21
South Okklapa	24-10	13:13
Tamwe	24	17:20
Thaketa	24-8	17:19
Thinganchaung	24-8	24:38
Yankin	24-18	15:16

Source: JICA Study Team

3) 水圧

比較的水圧の高い地区は Bahan, Hlaing, Insein, Mayangone, Tamwe, Yankin タウンシップである。 Bahan タウンシップの北側は、比較的高い。しかしながら、高いと言っても水圧は 1.5 Kg/cm² であり、ヤンゴン市の中では高いという事で、一般常識からすれば水圧は全体的に低い。

図 3 - 3 に水圧分布図を示す。



THE STUDY ON IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
IN YANGON CITY IN THE UNION OF MYANMAR

图 3 - 3

水庄分布图

(4) 水質

1) 分析期間

既存水源の水質を把握するため、2001年5月から2002年3月に到る期間、毎月水質分析を行なった。ほぼ1年に亘る水質分析結果に基づき、水源毎の水処理方法を検討・提案した。

2) 分析項目

以下の項目につき、水質分析を行なった。

生物学項目	BOD、溶存酸素
物理学項目	温度、色度、濁度
化学項目	硬度、アルカリ度、pH、COD、砒素、カドミウム
陽イオン	カルシウム、マグネシウム、カリウム、ナトリウム
負イオン	塩素、硫黄、シアン、硝酸塩、アンモニア性窒素
追跡子項目	鉄、マンガン、亜鉛、銅、鉛

3) 採水ポイント

以下の40ポイントについて採水した。

表3-4 採水ポイント及び採水検体数

採水ポイント	検体数	備考
既存貯水池	Gyobyu 貯水池	1
	Phugyi 貯水池	1
	Hlawga 貯水池	1
計画貯水池	Ngamoeyeik 貯水池	1
	La Gun Pyin 貯水池	1
河川	Hlaing 川	12 満潮・干潮、3 深度（表層・中層・低層）
	Bago 川	12 同上
井戸		11
合計		40

4) 塩水遡上調査

標記調査は河川水取水箇所を適切に決定するために行なった。雨期においては、Bago川・Hlaing川両河川で実施、乾期においてはHlaing川のみで行なった。Hlaing川での調査は、予定取水地点Gwedansheの約15 km下流のWatayaを最上流とし、ヤンゴン港に到るまでの数ヶ所で電気伝導度を計測した。周辺住民への聞き取り調査も並行して行なった。Watayaでの伝導度は258 μ S/cmであり、「淡水域」と判断されたため、GwedansheをHlaing川取水点とした。

5) 考察

以下の既存水源水質分析結果について考察を加えた。

- 貯水池
- Hlaing 川
- 地下水

表 3-5 貯水池・Hlaing 川水質分析結果

分析項目	単 位	ミャンマー国 飲料水基準	貯水池	Hlaing 川
濁度	NTU	20	N.D. ~ 3	237 ~ 800
色度	TCU	5 - 50	N.D. ~ 7.5	17.5 ~ 575
PH		6.5 - 9.2	6.7 ~ 7.8	7.2 ~ 8.1
アルカリ度	CaCO ₃ mg/L	-	40 ~ 58	40 ~ 125

表に示すように、貯水池水質は良好であるが、Hlaing川については飲料水としての利用に当たっては適切濁度除去処理が必要である。また両水源につき、常時滅菌処理が必要である。

表 3-6 地下水水質分析結果

分析項目	単 位	ミャンマー国 飲料水基準	地下水
濁度	NTU	20	2 to 48
色度	TCU	5 - 50	15 to 50
pH		6.5 - 9.2	7.0 to 8.7
鉄	Ppm	0.5 - 1.5	0.3 to 3.6
マンガン	Ppm	0.3	N.D. to 0.7
電気伝導度	μS/cm	1,500	340 to 23,200

上記の表はYCDC所有の既存井戸から揚水した地下水水質試験結果であるが、ミャンマー国基準を超過している分析項目がある。水質分析と並行し、217本のYCDC所有井戸の電気伝導度調査を実施したが、特に市の西部・北部で高い伝導度が計測されている。これらを総合判断し、以下の結論に達した。

「以下の3T/Sについては、現在の地下水利用を将来表流水利用に切り替えるべきである」

- Dagon South T/S
- North Okkalapa T/S
- Thaketa T/S

CHAPTER 4 水道計画

(1) セクターポリシー

YCDC水道セクターが抱える全ての問題に対処することは、本計画の範囲を超える。

表4-1に本計画で採用した優先ポリシーを示す。

表4-1 優先ポリシー

項目	優先ポリシー
対象	33 タウンシップ
供給方法	配水・給水管による Pipe System
供給形態	メーターによる各戸給水
水源・浄水場	表流水源の開発と既設地下水数の縮小 供給第1優先地区は、CB (Central Block.) 原水水質を考慮した新浄水場の新設
既設施設	老朽管のリハビリテーション 配水ブロック化に伴う既設設備の更新、廃止
工業団地	YCDCによる水供給の開始

上記の計画ポリシーに基づき、マスタープランでは、目標年次2020年までに達成されるべき以下6つの目標を定めた（計画目標）。

- 普及率を現況の37%から70%とする。
- 現況漏水率50%を目標値25%とする。
- 現況26タウンシップに水供給されているが、33タウンシップ（全タウンシップ）に供給する。
- 2つ浄水場の新設（河川水水源、貯水池系水水源）。
- 配水ブロック化による給水レベル（水量、水圧）の向上および水平化。
- YCDC職員に対する水道計画、モニタリング能力の強化。

(2) 水使用量

1) 水道料金

現況の水道料金を表4-2、メーター設置数を表4-3に示す。

表 4 - 2 水道料金

		家庭 Domestic	政府 Dept.	商業・工業 Com.&Ind.	その他 Others
メーター用 Metered	(Kyats/1000 gallon)	30	20	135	-
	(Kyats/m ³)	6.60	4.40	29.70	-
メーターなし Un-Metered	(Kyats/bill/month)	120	-	-	202

表 4 - 3 メーター設置数

	家庭 Domestic	政府 Dept.	商業・工業 Com.&Ind.	合計 Total
メーター設置数 Metered	22,612	101	2,939	25,652
メーターなし Unmetered	82,020	1,171	3,472	86,663
Total	104,632	1,272	6,411	112,315

メーター設置率（家庭、政府、商業・工業用）は、わずかに 2.3% であることが分かる。2000 年における料金収入は、308 million Kyats であり、その 2.7% がメーターによる収入（84 million Kyats）、7.3% がアンメーターからの収入であった（224 million Kyats）。

2) 家庭用使用量

メーターとアンメーター利用者による 2000 年の使用量推計は以下である。

メーター : 5,648,000 m³/year

1 人あたり使用量 最高 271 lpcd (l/person/day)

最低 75 lpcd

アンメーター : 25,340,000 m³/day (推計値)

3) 政府関連使用量

この範疇のメーター設置率は、約 8% と低い。2000 年における使用量推計値は、16,965,000 m³/year である。

4) 商業・工業用使用量

2000 年における推計値は以下である。

メーター	: 1,486,000 m ³ /year
アンメーター	: 1,115,000 m ³ /year
合計	: 2,601,000 m ³ /year

2000年における各用途別使用量率は以下である。

家庭用	: 61%
政府関連	: 34%
商業・工業用	: 5%

(3) 需要量予測

表4-4に需要量予測を示す。

表4-4 需要量予測

Year		2000	2005	2010	2015	2020
Total Population		(Persons) 3,887,000	4,403,000	4,955,000	5,541,000	6,159,000
Service Ratio		(%) 37%	50%	60%	65%	70%
Served Population		(Persons) 1,443,441	2,201,500	2,973,000	3,601,650	4,311,300
Daily Average Consumption	Domestic	Per capita (lpcd) 140	150	170	190	200
	Total Consumption	(m ³ /day) 202,703	330,225	505,410	684,314	862,260
		Department Total Consumption (m ³ /day) 46,480	63,838	76,101	88,624	101,080
	Commercial & Industry	Consumption (m ³ /day) 7,123	56,138	85,920	116,333	146,584
		Industrial Zones Consumption (m ³ /day) 0	44,930	65,581	81,467	85,532
	Total Consumption (m ³ /day) 7,123	101,068	151,501	197,800	232,116	
Leakage Ratio	Ratio (%) 50	45	40	35	25	
	Amount (m ³ /day) 256,306	405,107	488,675	522,705	398,485	
Design Daily Average Demand (m ³ /day) 512,612		900,238	1,221,687	1,493,443	1,593,941	
Design Daily Average Demand per capita (lpcd) 355		409	411	415	370	
Design Daily Maximum Demand (m ³ /day) 615,134		1,080,286	1,466,024	1,792,131	1,912,729	
Design Daily Maximum Demand per capita (lpcd) 426		491	493	498	444	
Peak Factor		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

(4) 水源可能供給量

1) 表流水

水収支のシミュレーションを5つの貯水池について行った。結果を以下に示す。

Gyobu Reservoir	: 118,200 m ³ /day
Phugyi Reservoir	: 245,400 m ³ /day
Hlawga Reservoir	: 75,000 m ³ /day
Ngamoyeik Reservoir	: 409,100 m ³ /day
Lagunbyin Reservoir	: 45,460 m ³ /day

Lagunbyin Reservoir は、飲料用として供給が可能と判明したが、未だ YCDC と灌

漑省との間で取水権に関する交渉が始まっていないので、本計画では対象外とし、交渉開始を推奨した。

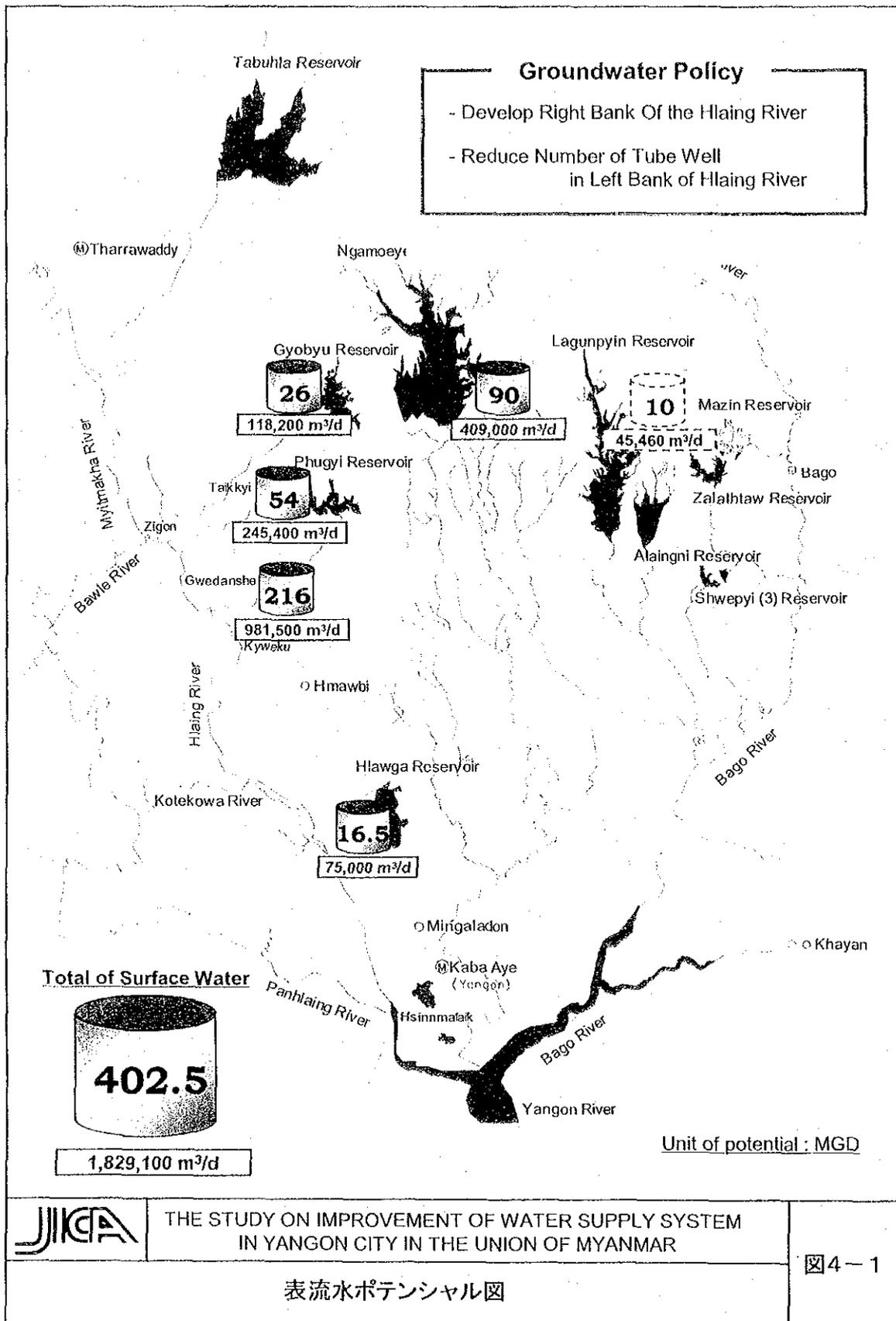
河川水源については、Bago 川、Hlaing 川について調査し、Bago 川は、水量不足が判明し、Hlaing 川については、Gwedanshe 地点（市より約 70 km 北西）において 11.4 m³/s 程度可能であると判明した（より詳細な実測調査が、実施段階で必要である）。

図 4-1 に表流水源のポテンシャル図を示す。

2) 地下水

地下水に関しては、以下を基本方針とした。

- ▶ 地下水開発は、Hlaing 川右岸地区とする（川に分断された地区であることと、地下水が使用可能であると推測されたため）。タウンシップとしては Dala, part of Kyeemyindaing の一部、Seikkyi Kanaungto, Hlaingthaya である。また、Hlaing 川左岸地区の既設地下水については、水質・安定供給の面から、その数を減らすこととする
- ▶ 目標年 2020 年において、約 160,000 m³/day が地下水から供給されることとなる。これは、全需要量 (1,912,729 m³/day) の 8% である。



THE STUDY ON IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
IN YANGON CITY IN THE UNION OF MYANMAR

図4-1

表流水ポテンシャル図

(5) 配水ブロック化概念 (Zoning System)

維持管理・モニタリングの容易さ、水圧、水量コントロールをよりよくするため、Zoning Systemを提案した。

1) 送配分離

現行のシステムでは、送水管から配水管（給水管）を分岐しており、本来の機能が低下している。送配分離によるメリットを以下に示す。

- 送水量、配水量別の流量把握、水圧把握
- 配水区への容易な配水量分配コントロール

2) ブロック化のメリット

- 各ブロック毎の容易な水量・水圧コントロール
- 漏水の容易なモニタリング
- 各ブロック毎の容易な維持管理

図4-2に送配分離・Zoning Systemの概念図を示す。

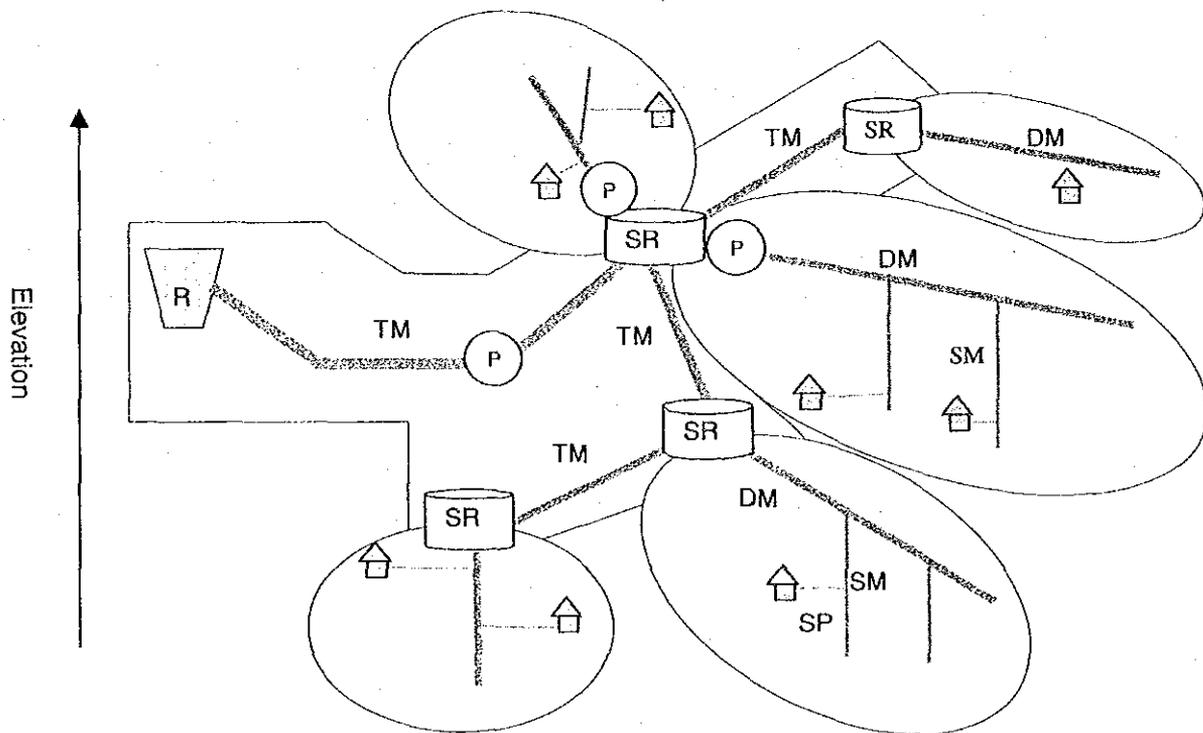


図4-2 Zoning System 概念図

3) 計画設計基準

計画のための基準を以下に示す。

- 日最大需要量 (Daily maximum water demand : m³/day): Qmax

$$Q_{max} = 1.2 \times Q_{ave}$$
 ただし、Qave : 日平均需要量 (Daily average water demand : m³/day):
- 時間最大需要量 (Hourly maximum water demand : m³/day): Qhr

$$Q_{hr} = 1.4 \times Q_{max}$$
- 計画配水池容量 : 日最大需要量の8時間分
- 最小水圧 : 1.5 m (1.5 kg/cm²), 2~3階への直結給水可能
- 管網解析
 Hazen-Williams formula 使用
 新管のC値 (Hazen-Williams C-factor) は120とした。
 管網解析ソフト : Info Works WS Ver.3.5, Water Research Center

4) 需要量

需要量のまとめを以下に示す。

表4-5 需要量

	2000	2005	2010	2015	2020
人口 Population	3,887,000	4,403,000	4,955,000	5,541,000	6,159,000
給水人口 Service Population	1,443,441	2,201,500	2,973,000	3,601,650	4,311,300
普及率 Service ratio (%)	37	50	60	65	70
使用量 Net consumption (m ³ /day)	256,306	495,131	733,012	970,730	1,195,456
漏水率 Leakage ratio (%)	50	45	40	35	25
日平均需要量(m ³ /day)	512,612	900,238	1,221,687	1,493,443	1,593,941
日最大需要量 (m ³ /day)	615,134	1,080,286	1,466,024	1,792,131	1,912,729

5) 水源量

対象とする各水源の供給量を以下に示す。

表4-6 水源量

水源名	既設/新設	供給可能量 (m ³ /day)
A. 貯水池系		
a) Hlawga reservoir	Existing source	75,000
b) Gyobyu reservoir	Existing source	118,200
c) Pyujyi reservoir	Existing source	245,400
d) Ngamoiyeik reservoir	New source	409,000
Sub-total		847,600
B. 地下水	Existing and new	161,600

C. Hlaing 川	New source	981,500
合計		1,990,700

6) 浄水場

貯水池系の水を1箇所を集め (Hlawga)、簡易処理 (生物接触ろ過) をする浄水場を新設 (Hlawga 浄水場) する。

Hlaing 川からの取水は、水質面から凝集沈殿、砂ろ過が必要であるので、取水地点近傍に Hlaing 浄水場を新設する。

(6) 配水ブロック化の提案 (Zoning System)

土地利用状況、地盤高、行政境界等を考慮し、配水ブロックを決定した。

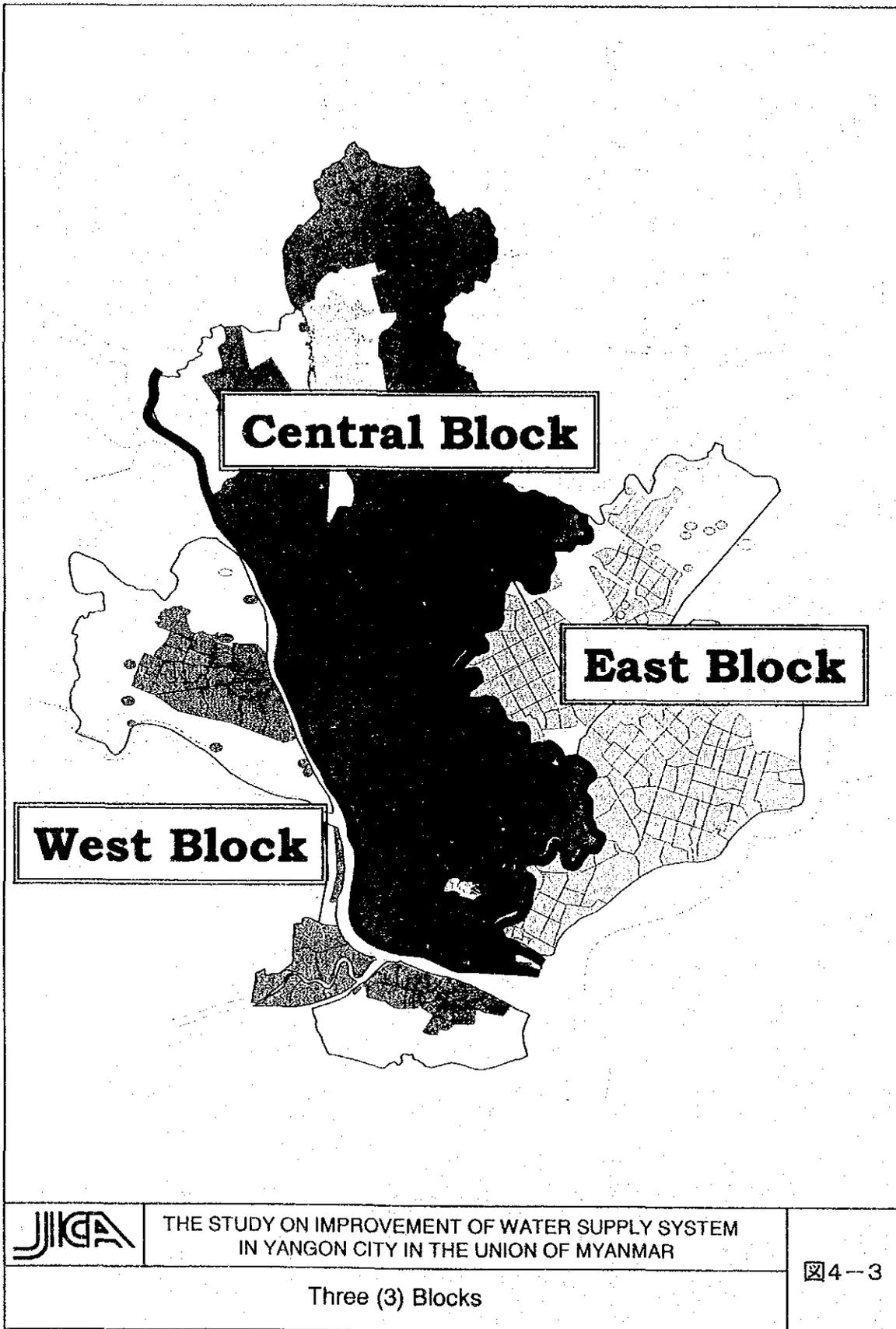
まず、調査対象地域を地勢的条件 (主に河川) から3つの大きなブロックに分け、East Block、Central Block、West Block とした (図4-3)。

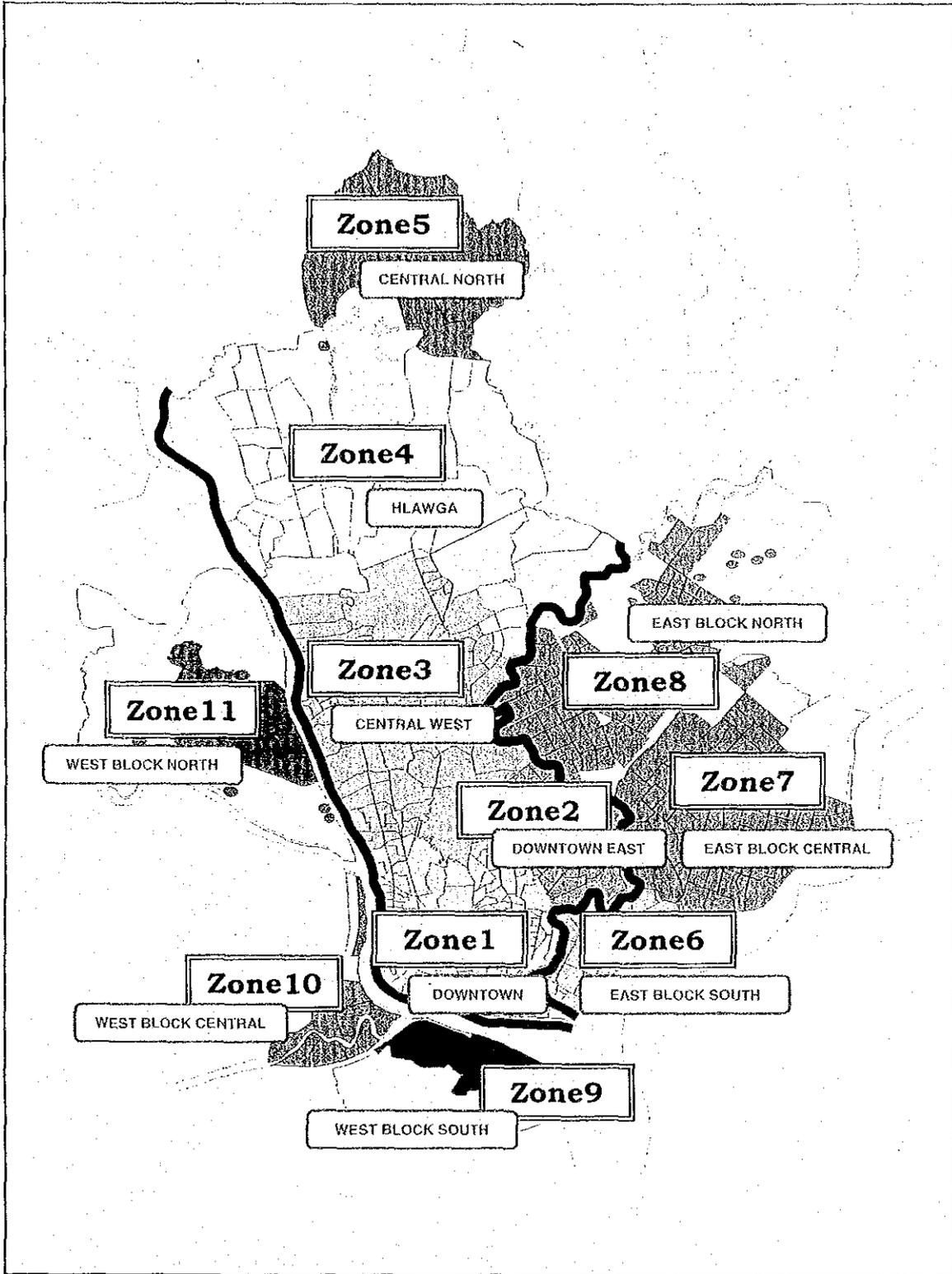
さらに、各ブロックにおいて、配水ブロック (Zone) を計画した (全部で11 Zone)。

East Block (3 Zone)、Central Block (5 Zone)、West Block (3 Zone)。

図4-4に11 Zoneを示す。

また、本計画で計画された施設を図4-5、6に示す。

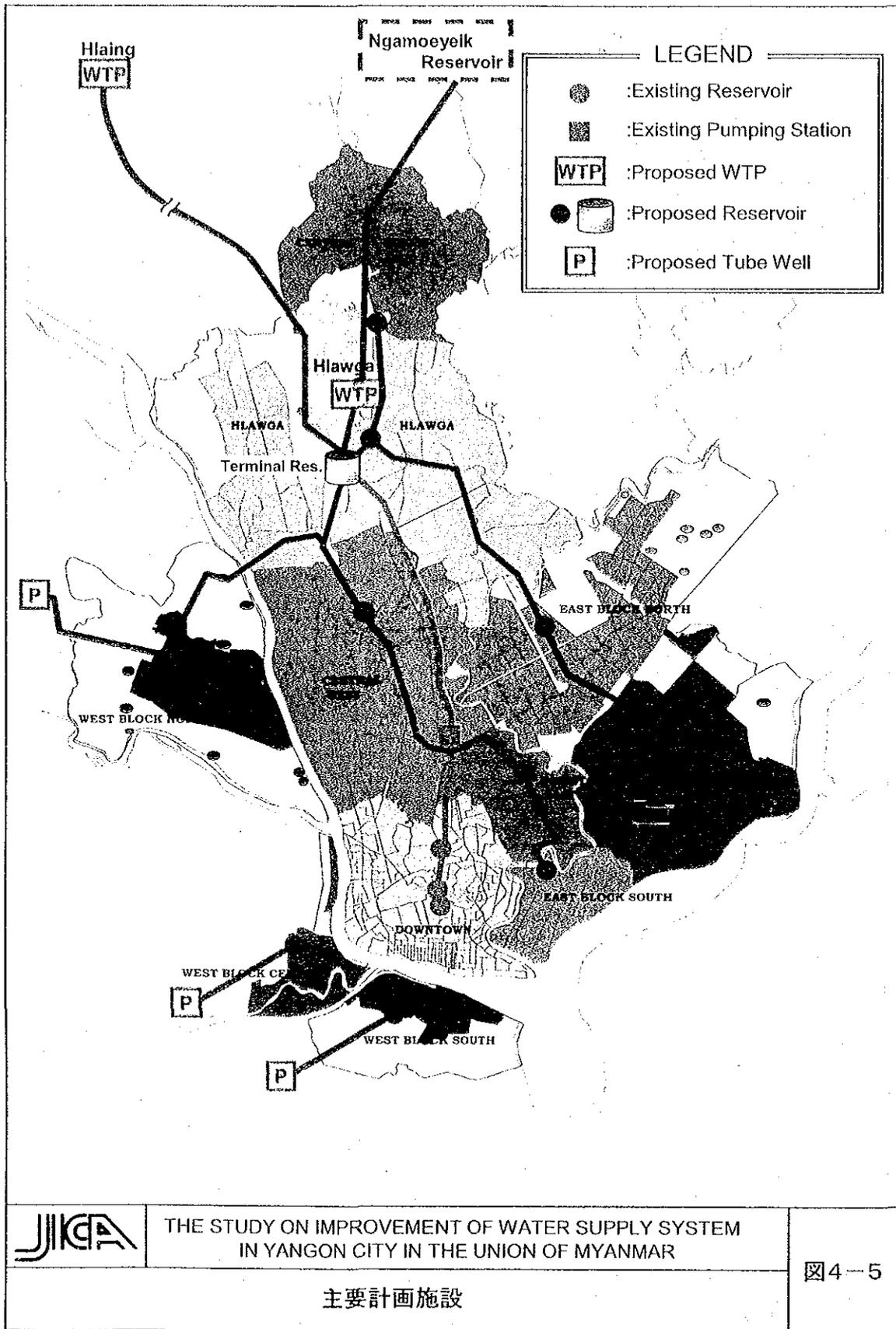




THE STUDY ON IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
IN YANGON CITY IN THE UNION OF MYANMAR

図4-4

Eleven (11) Zones



THE STUDY ON IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
IN YANGON CITY IN THE UNION OF MYANMAR

図4-5

主要計画施設

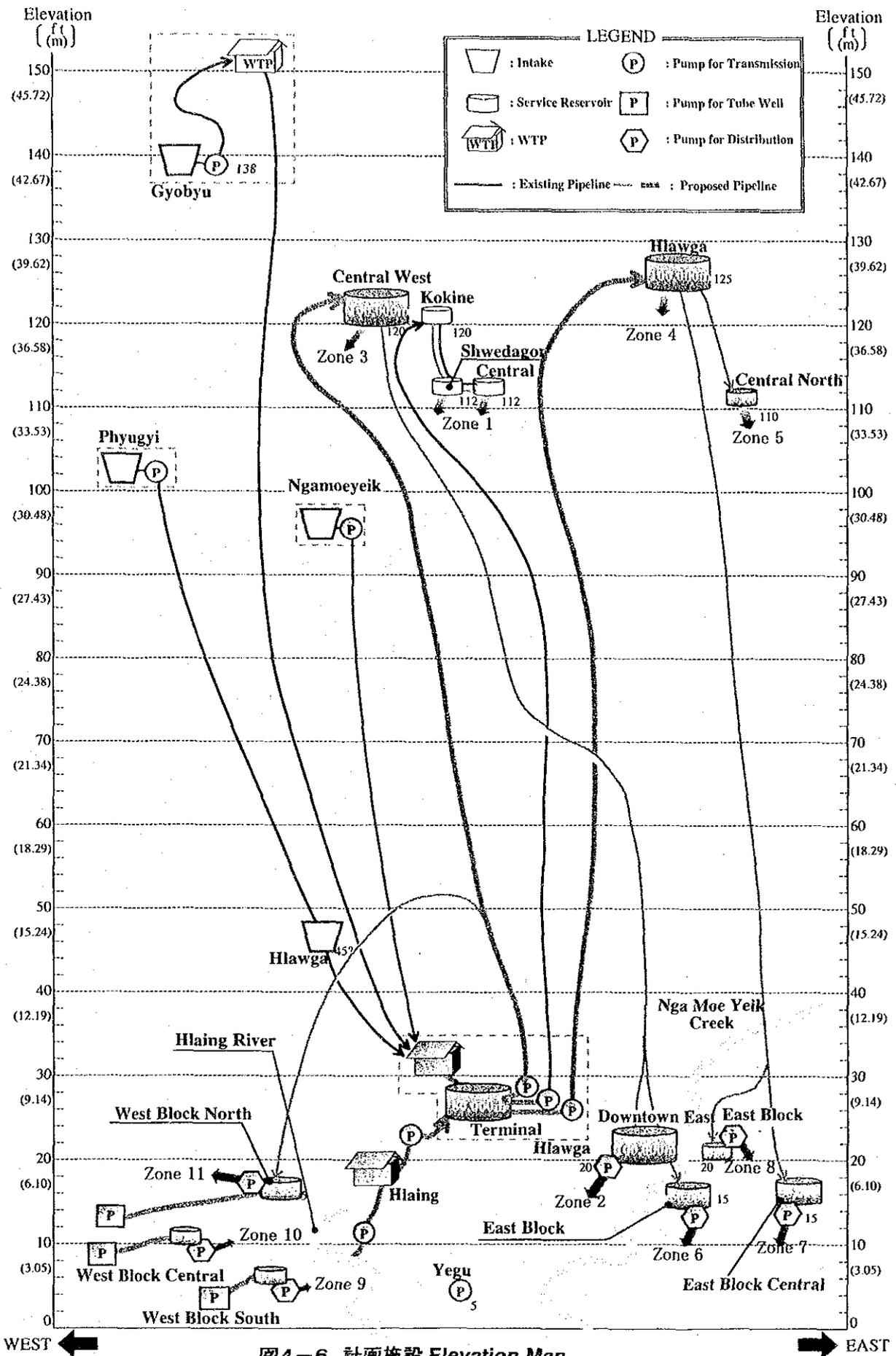


圖4-6 計畫施設 Elevation Map