

10 NaqbおよびThemed地域の地下水開発

調査地域は乾燥地域に位置しているため、El-ArishやRafah以外の地域では深刻な生活用水不足に悩まされている。

これを解消するため、NaqbおよびThemedに対する予備的な給水施設の設計を行った。使用する水源の有用性及び水質についてはRIWRの試掘井Sheira-2によって確認されている。

この試掘井の生産性は100m³/dayで、2000年までのNaqbおよびThemedの水需要を賄うのに十分な水量である。

施設の配置は図 10-1～10-4に示す通りである。設計条件は下記にまとめた。

<設計条件>

	Themed	Naqb	合計
設計人口	1,000人	600人	1,600人
日需要	301/cap/day	301/cap/day	-
設計容量	30m ³ /day	18m ³ /day	48m ³ /day

<給水施設>

水源	深井戸	: Turonianの帯水層
パイプライン	φ 50mm	: 7,500m
	φ 80mm	: 64,600m
貯水施設	25m ³	: Themed
	16m ³	: Naqb
配水施設	φ 80mmx2,500m	: Themed
	φ 50mmx6,750m	: Naqb

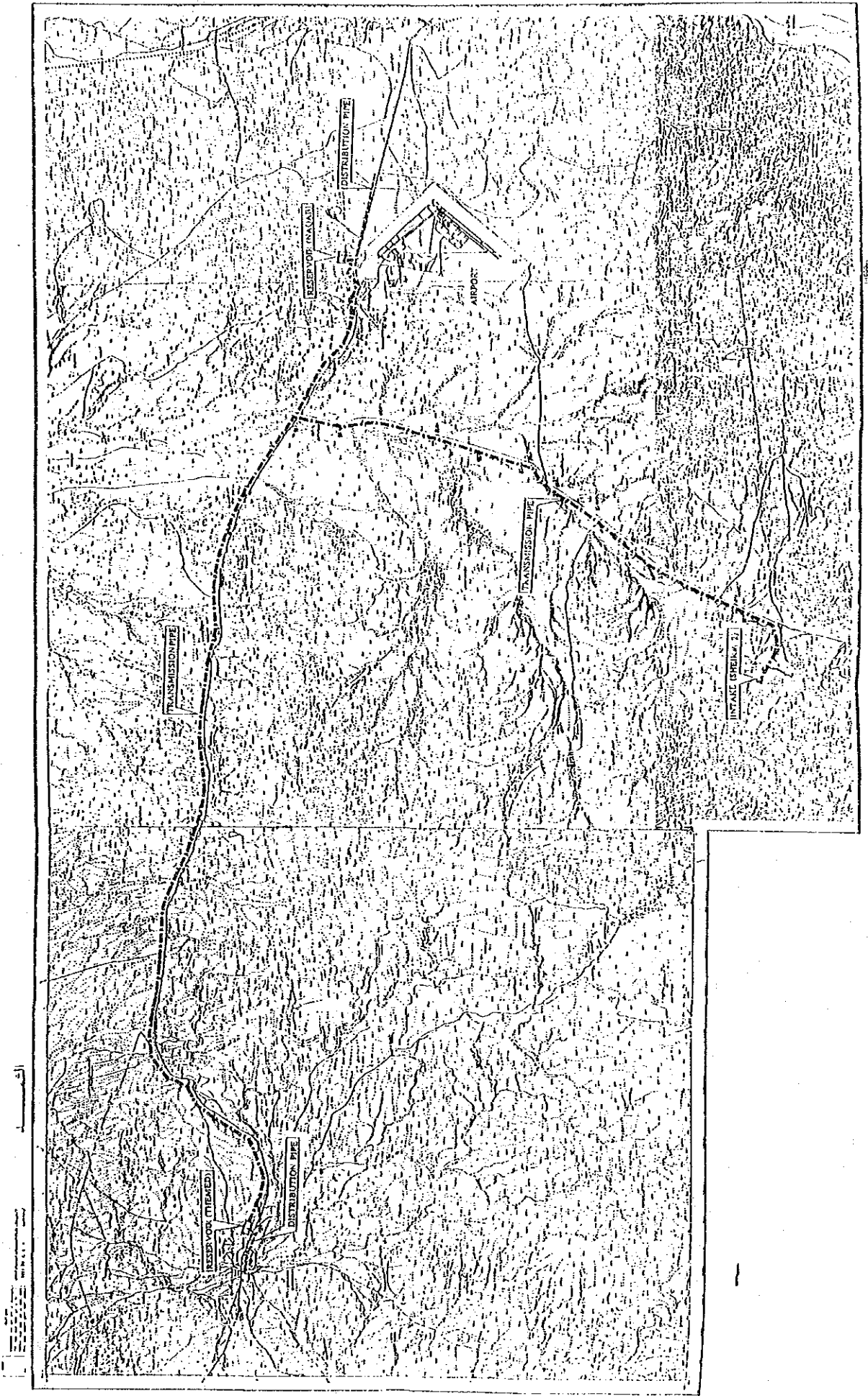


図 10-1 給水施設概要図

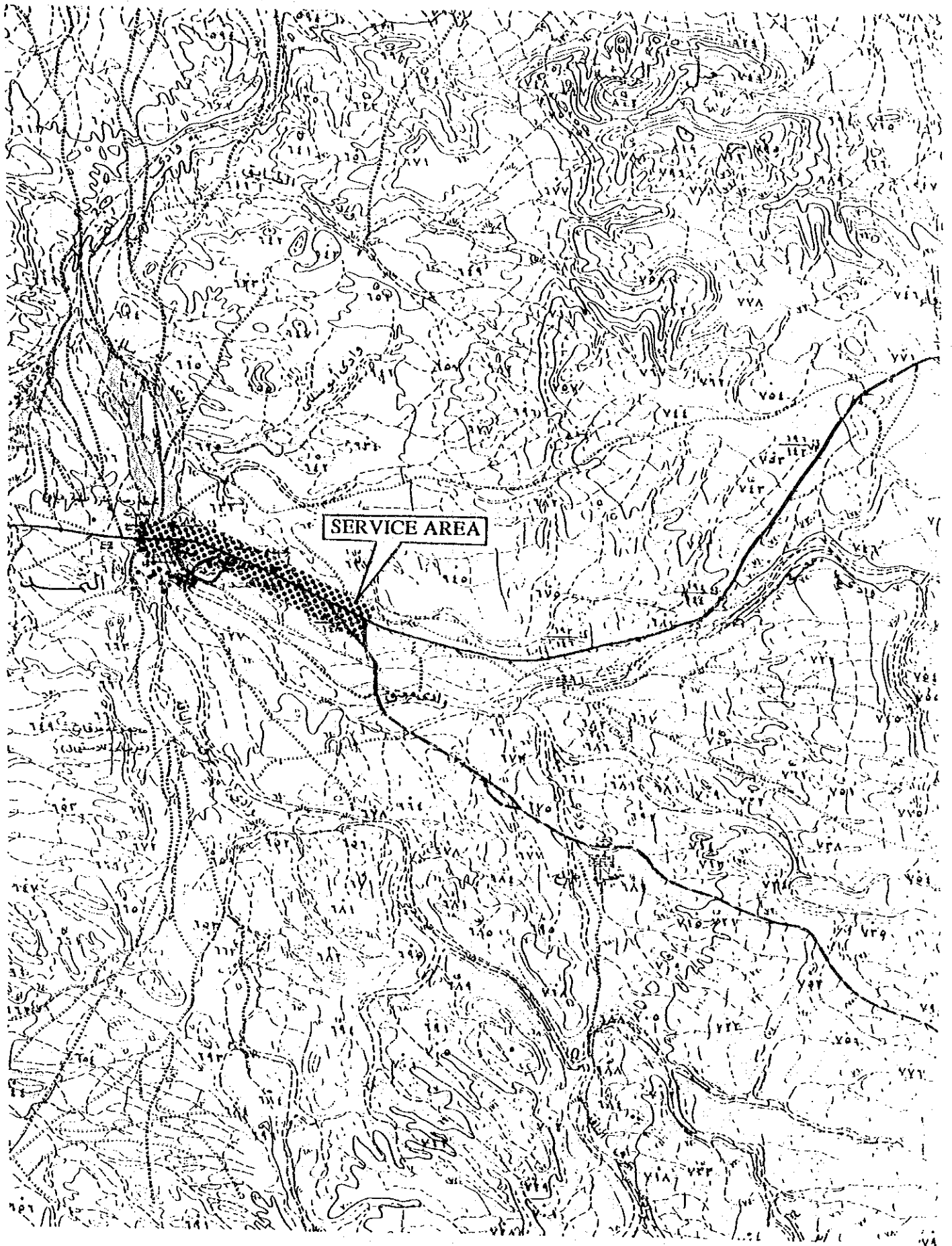


圖 10-2 給水地域 (THEMED 地域)

1:50,000

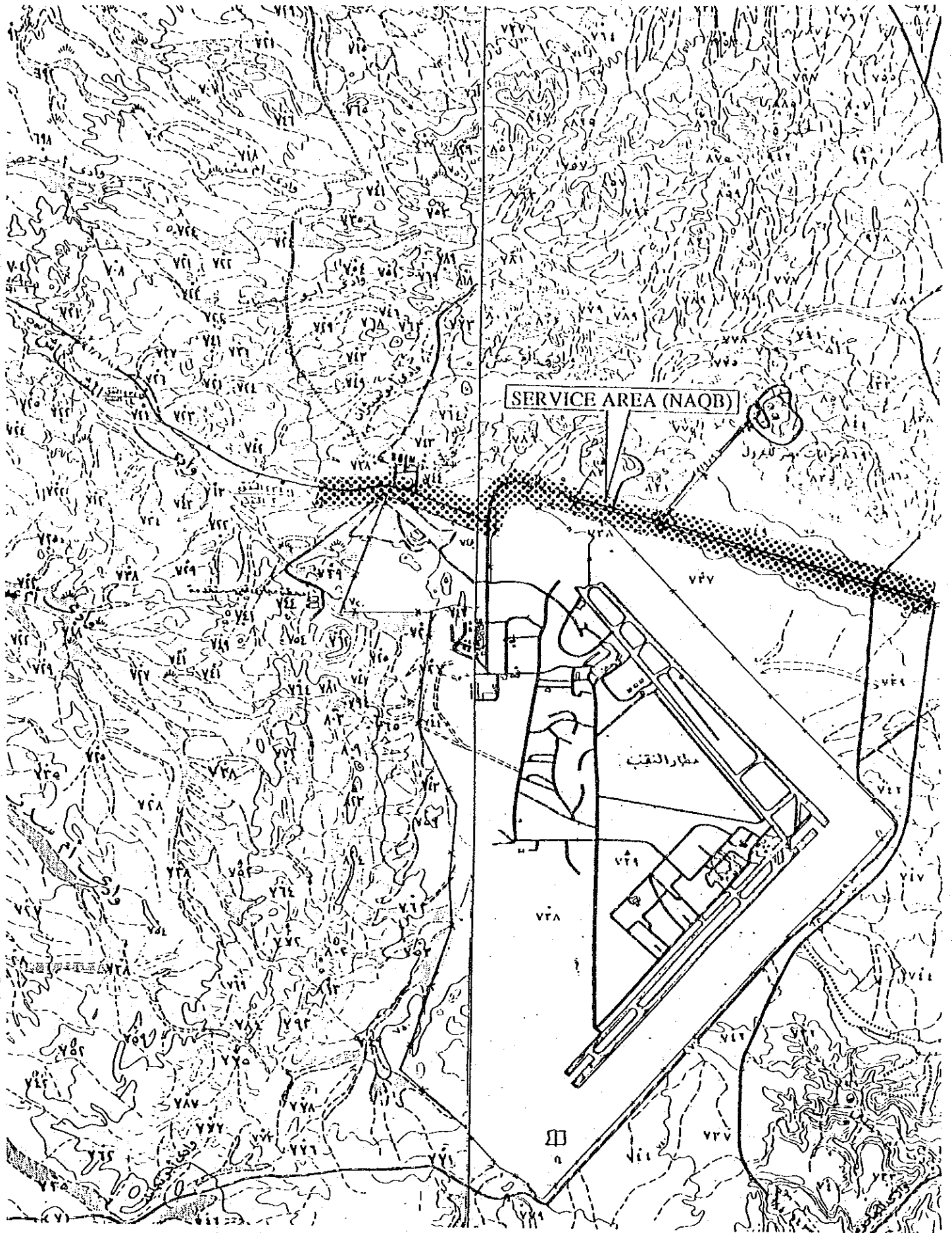


图 10-3 给水地域 (NAQB地域)

1 : 50,000

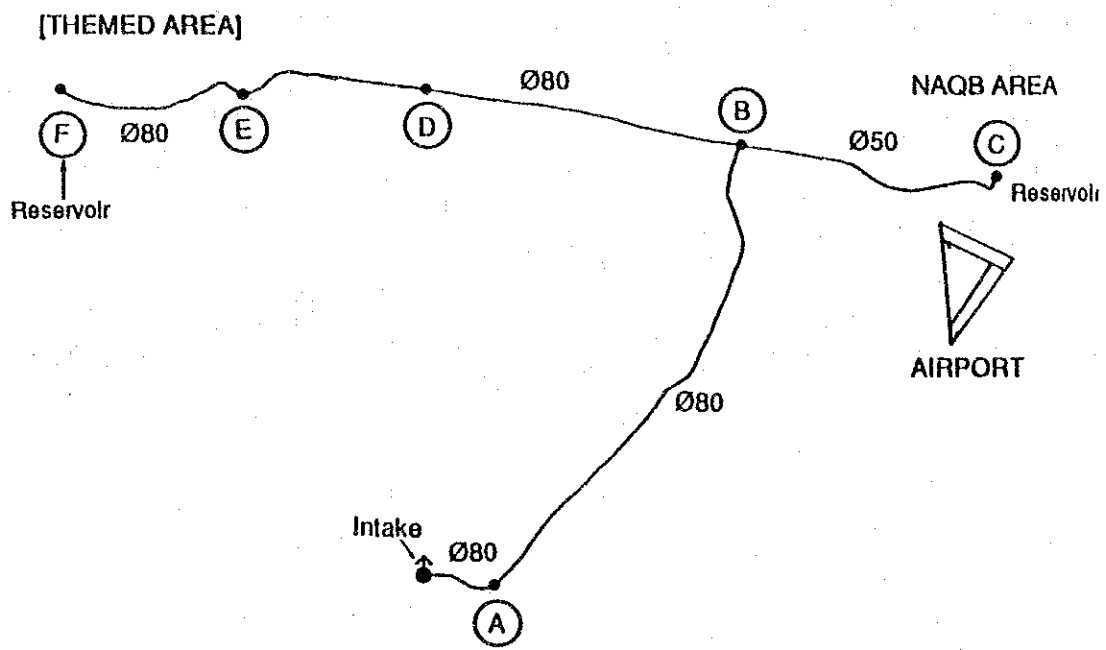


圖 1 0 - 4 配水施設

1 1 結論および提言

11-1 結論

11-1-1 第四紀帯水層

El-ArishからRafahへかけての海岸平野には厚い第四紀層が10~15kmの幅で分布している。その層厚は80から100mである。

第四紀層の最下部はkurkarと呼ばれる石灰質砂岩である。kurkarの下位は先第四紀の主として頁岩であり、ときには砂岩あるいは石灰岩となっている。kurkarの層厚は10~30mであるが、所によっては尖滅している。

第四紀層の分布値の大部分では、kurkarは旧海浜砂に覆われ、これはさらに砂丘に覆われている。礫層及び粘土層は地域によって様々な層厚で混在して分布する。

kurkarが厚い粘土層に覆われる地域では被圧帯水層が形成され、粘土層を欠く地域では不圧帯水層が形成されている。これらの帯水層中には水理学的な連続性が認められる。第四紀帯水層中の地下水面は、不圧帯水層中であってもkurkar中の被圧地下水面によって決定されている。

第四紀帯水層の主要な地下水源はkurkarである。しかしながら、kurkar自身も他の先第四紀帯水層からの地下水の供給をうけていると考えられる。

第四紀帯水層に対する涵養が幾分かあることはもちろんであるが、第四紀帯水層からの現在の揚水量はEl-Arish地域の年間の降水量をはるかに上回っている。

kurkar中の地下水のTDS値は2,000~5,000ppmである。現代の深井戸による揚水が開始された当時は、第四紀帯水層中には現在の気候条件下における涵養によって形成された淡水レンズが存在したものとみられる。

現在の気候による涵養は限られているため、揚水量が増大するにつれて淡水レンズは消費されてしまい、kurkar中の塩分濃度の高い地下水にとって替わられたものと考えられる。

このことが、ある井戸ではTDS値が増加し、ある井戸では20年以上の揚水が行われているのに拘らずTDS値が揚水開始時の値を保っている理由である。

現在では、El-Arish地域およびSheikh ZuwayidからRafahにかけての海岸平野ではきわめて大量の揚水が行われている。これらの地域での総揚水量は90,000m³/dayに及んで

いる。現在では、地下水位は1962年当時より大幅に低下し、ある地域では海水面より1~2m低い位置にある。水理地質学的構造から判断すると、この地域におけるTDS値の増加は避けられず、さらに水位降下が続けば海水の浸入も避けられないと考えられる。

海水浸入を防ぐためには地下水揚水は厳密に規制管理されるべきである。このため、データが得られる地域では安全揚水量を算出したが、他の全ての地域で安全揚水量が早急に決定される必要がある。

海岸砂丘の中の帯水層はkurkarの帯水層とは独立していると考えられる。この帯水層は現在の気候下で涵養を受け、TDS値は300~700ppmと非常に低いが、地下水の産出量はkurkarと比較すると小さい。この帯水層の正確な分布状況が把握されるべきである。

このような条件下で、地下水の揚水規制は今後の開発よりも緊急な課題である。さらに、El-ArishからSheikh Zuwayidにかけての海岸平野の未開発の第四紀帯水層の調査及び評価が求められる。

11-1-2 先第四紀帯水層

先第四紀層には様々なタイプの帯水層が発達する。その中で、実際に地下水利用の対象となるのは次の帯水層である。

- 1) 第三紀始新世石灰岩の帯水層
- 2) 上部白亜紀石灰岩の帯水層
- 3) 下部白亜紀砂岩の帯水層

始新世石灰岩の帯水層はQuseima地域にみられる。この地域では始新世の地層は台地を形成して分布している。地下水はAin Gudeiratの湧泉として湧出しており、産出量は1,500m³/day、TDS値は1,440ppmである。これと同様の水理地質学的条件を備えた地域は、南へ広がりQuseima地域のGebel Risha、Nakhl地域南方のGebel El-Shara当の台地にみられる。

Turonianの石灰岩中の帯水層はSheira-2の井戸でみられる。TDS値は1,100ppmで、地下水面までの深度は81mである。この帯水層はさらに南西方へ連続しているものと考えられる。

以上の帯水層には良好な地下水が胚胎されているが、これらは現段階では直ちに開発に着手するより、さらにデータを蓄積して評価を行うべきであろう。

ただちに開発に着手できる帯水層として有望な帯水層は下部白亜紀砂岩層中の帯水層

である。

下部白亜紀砂岩層は石英質砂岩からなり、頁岩を挟在する。頁岩の含有率は調査地域北部で高く、南部では低い。調査地域北部では石灰岩に層相が変化する。

層厚は地域によって異なるが、概して200～300mである。Halalでは厚く600mに達している。頁岩を除いた下部白亜紀砂岩層の層厚は約200mである。

水質(TDS)は地質構造の擾乱が少ない地域で1,200～1,500ppmである。このような地下水はHasana、NakhlおよびKuntillaに囲まれた地域に分布している。

帯水層までの深度は300～1,000mで、調査地域の中央部で浅く、ドーム構造の周辺で浅い。

地下水面までの深度は161～340mである。浅い地域は調査地域の中央部で、深い地域はQuseima、KuntillaおよびSadr El-Heitan等の地域である。Ragabet El-Naam Faultの南東部のSheira地域でも地下水面までの深度は深い。

下部白亜紀砂岩層の透水量係数は12～400m³/day/mである。ドーム構造周辺では係数の値が小さく、地質構造の擾乱の影響が小さい地域では係数の値が大きい。透水量係数が大きいのは調査地域中央部である。

下部白亜紀砂岩層の帯水層中に胚胎される地下水のうち、TDS値が1,500ppm以下で、地下水面までの深度が300m以下の範囲にある地下水の量は、30X10⁹m³と推定される。

下部白亜紀砂岩層の評価に当たって重要な要素は地下水のTDS値と帯水層までの深度である。TDS値は地下水の利用範囲についての適用制限があり、帯水層までの深度は揚水コストを決定する。

Hasana、Sadr El-Heitan、NakhlおよびArif El-Nagaに囲まれた広い地域では深度100～200mの範囲に地下水面があり、TDS値はドーム構造の周辺地域を除いて1,500ppm以下の地域である。地下水開発の面からは、これらの地域が有望な地域である(図 9-1)。

下部白亜紀砂岩層は調査地域に様々な地層に覆われて広く分布する。そして、それはRagabet El-Naam Faultの南側にも広がっている。Ragabet El-Naam Faultは、下部白亜紀砂岩層中の地下水の流動を阻害すると考えられる断層である。断層の南側の下部白亜紀砂岩層は、北側の下部白亜紀砂岩層の地下水への供給源と考えられる点で重要である。したがって、断層の両側に分布する下部白亜紀砂岩層の帯水層系を検討することは重要な事項である。

11-2 提言

北シナイ地域に分布する貴重な地下水資源を有効に活用するとともに、その保全を図るため次のことを提言したい。

- (1) 下部白亜紀砂岩の帯水層について評価して得られた A1 および A2 地域について試掘によって確認すること。
- (2) El-Arish および Sheikh Zuwayid から Rafah へ至る地域における地下水位の低下を防ぐための安全揚水量を確立すること。
- (3) El-Arish および Sheikh Zuwayid の間の未確認の第四紀帯水層について調査を行ない、その地下水生産性を確認すること。
- (4) 第四紀帯水層の分布地域周辺に分布する先第四紀帯水層の調査を行い、第四紀帯水層に対して与える影響を検討すること。
- (5) 海岸砂丘についての水理地質学的調査を実施し、その広がりおよび水理地質学的機構を解明すること。
- (6) JICA および RIWR が掘削した試掘井を含めて地下水観測網を確立すること。
第四紀層の下位に先第四紀の砂岩や石灰岩が分布する地域では、新たな観測井を設置する必要がある。観測井は純粹にその目的のために設置するもので、生産井をこれに替えることはできない。観測対象となる帯水層は次の3つである。
 - ① 海岸平野の第四紀帯水層
 - ② 海岸砂丘の帯水層
 - ③ 下部白亜紀砂岩層の帯水層
- (7) 水理地質学的調査を実施する上で重要なことは、現在までに得られている貴重な信頼性の高いデータをデータバンクに蓄積することである。その項目は、地下水位、水質および正確な井戸の柱状図である。
- (8) 本調査を通じて北シナイ地域における唯一貴重な地下水資源についての評価を行うことができた。したがって、この限られた貴重な水資源について効果のある水利用を具体的な開発計画を通じて慎重に検討するべきであろう。

JICA