

第5章 水収支及び水資源開発ポテンシャル

第5章 水収支及び水資源開発ポテンシャル

5.1 調査地域の水収支

5.1.1 水収支の概念と本調査

水収支は物質の保存則を水に適用したものであり、次式で示される内容がそのすべてである。

$$(\text{流入}) - (\text{流出}) = (\text{貯留量の時間変化}) \dots\dots\dots (5.1)$$

図5-1-1は水文循環の概念を模式図として表現してある。実際の水文循環は図5-1-1に表現されたものより複雑、多岐に及んでいる。今回の調査を通し実測された収支項を踏まえてひとつの流域で水の収支式を表現すると以下のようになる。

$$\left. \begin{aligned} P &= D + R + E \\ R &= W + A + I + \Delta G \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5.2)$$

- ここに
- P : 降雨量
 - D : 海への表流水流出量
 - R : 地下水涵養量
 - E : ワジ流域からの蒸発散量
 - W : 水利用量
 - A : 他流域との地下水移動量
 - I : 海への地下水流出量
 - ΔG : 地下水貯留変化量

式5.2の中には、今後の調査の継続を通して解明される項が含まれている。蒸発散量 (E) や他流域との水の移動 (A) がそれに該当する。

今回の調査では収支項の算定は基本的に各流域を上流域 (山間部) と下流域 (海岸部) に分けて行なっている。これは地形的、気象的に砂礫原をはさんで調査地域が2分されていることによる。具体的には、本調査で建設したワジゲージは上記の区分を考慮してその位置を決定した (図5-1-2)。

表5-1-1は収支項をまとめたものである。

表 5-1-1 水収支に関する諸項

記号	収支項	備考
P_i	降雨量	
D_i	海への表流水流出量	$i = 2$ のみ
R_i	地下水涵養量	
E_i	ワジ流域からの蒸発散量	
W_i	水利用量	
A_i	他流域との地下水移動量	
I_i	海への地下水流出量	$i = 2$ のみ
ΔG_i	地下水貯留変化量	$i = 2$ のみ

注： $i = 1$; 上流域 (山間部) , $i = 2$; 下流域 (海岸部)

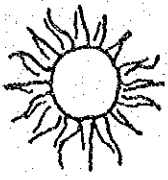
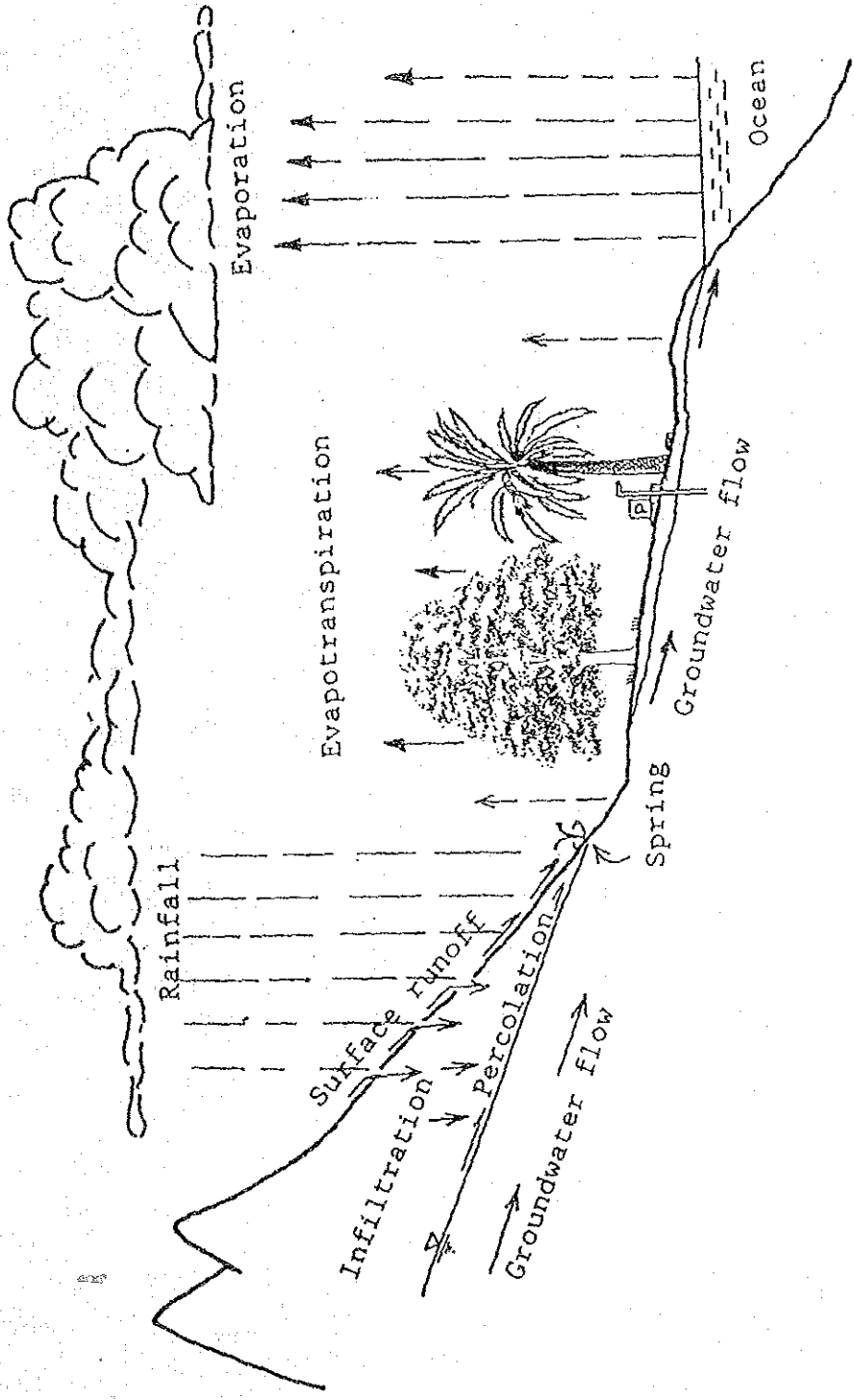
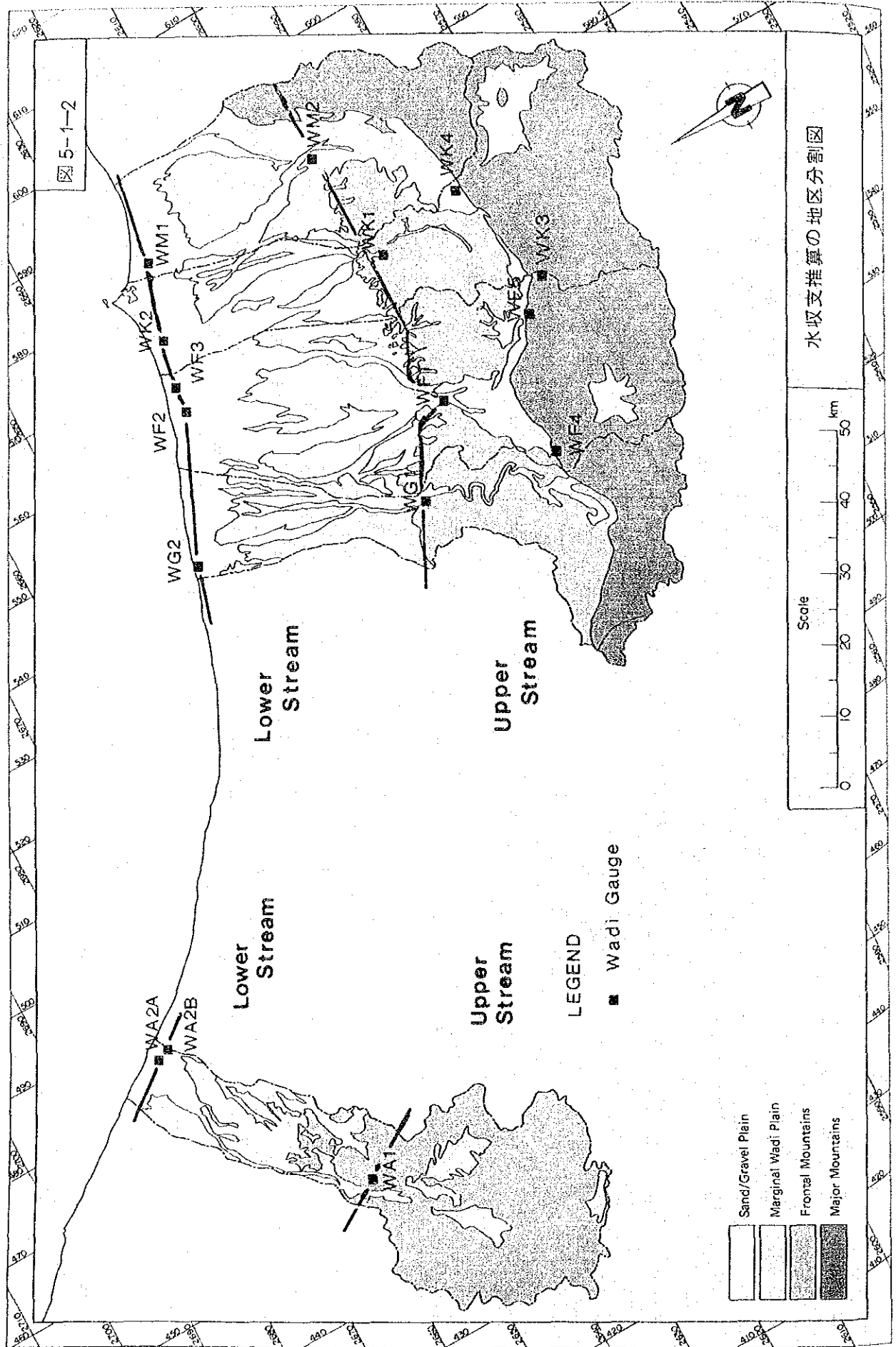


图5-1-1 水循环概念图





5.1.2 水収支項とその算出背景

ここでは調査を通じて直接観測出来た水収支項を挙げ、それらの算定背景を説明する。

(1) 降水量 P_i

調査地域の平均的な降水量を求めるために、1977年1月から1983年7月までの日降水量を、既存の降雨資料を踏まえて推定した（補助報告書B参照）。

図5-1-3はティーセンポリゴンの分割を示したものであり、表5-1-2は降水量を各流域別に水量として表現したものである。

(2) 水利用量 W_i

水利用の調査については主報告4.6と補助報告書Eに述べられている。調査は取水量についてのみ観測したものであるが、本調査の水収支モデルの純粋な単位消費水量は表5-2-2に示したように上流域（山間部）で3000mm/年、耕作率100%、下流域（海岸部）で2258mm/年、耕作率75%としてある。一方、耕作面積は以下のように決めた。現況の耕作面積は今回の調査結果により、過去の面積についてはGibbの調査結果を用い1976年当時の値とした。この間の耕作面積は線形補間により同定した。表5-1-4は耕作面積を各ワジについてまとめたものである。表5-1-5は以上の結果を踏まえ、各ワジ流域での水消費水量を上流域（山間部）、下流域（海岸部）で集計したものである。

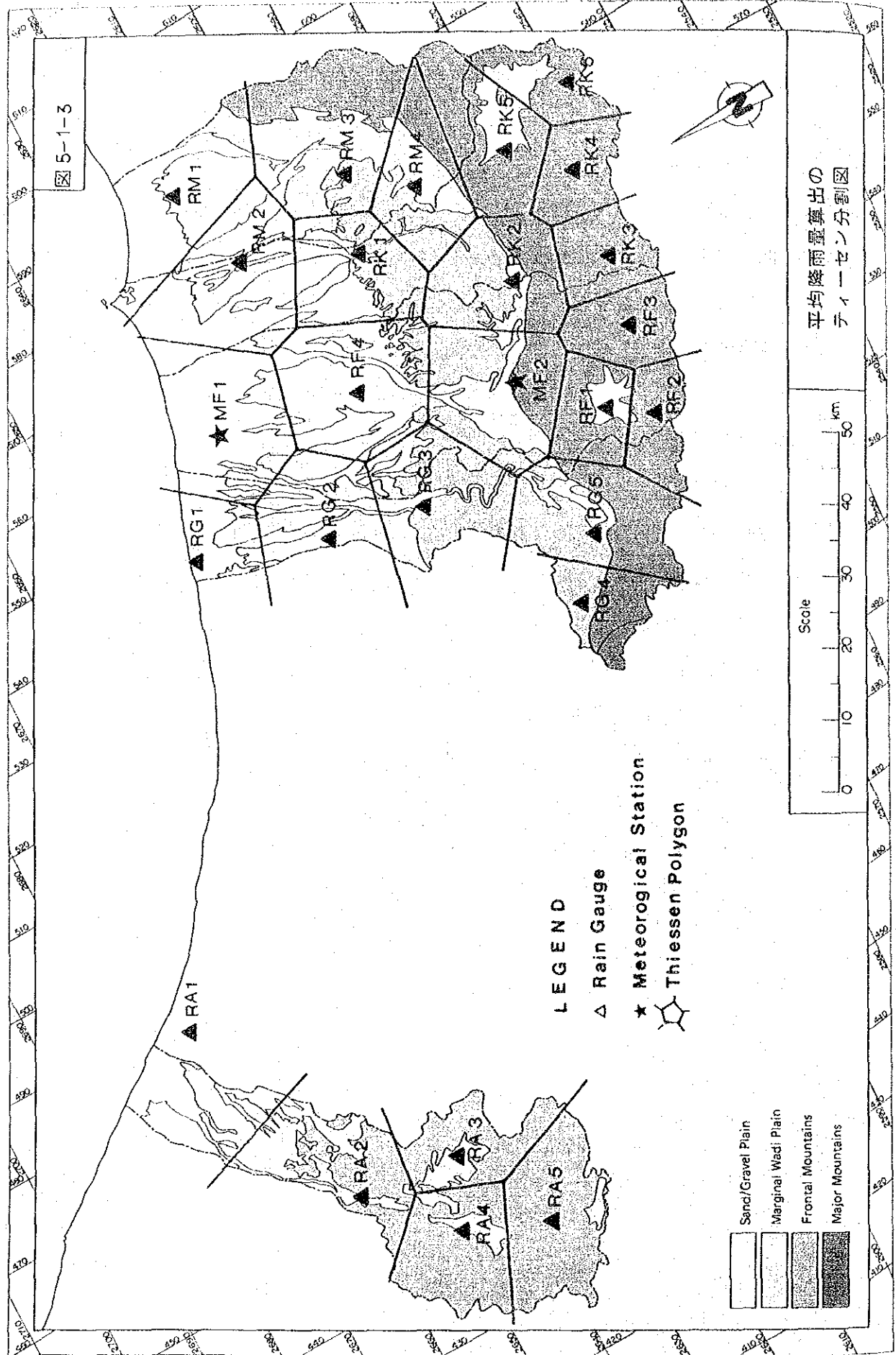


表5-1-2 流域別降雨量経年変化推定表

ワジ・アーヒン

(MCM/年)

	77	78	79	80	81	82	83	84	平均
上流域	121.6	81.4	82.5	40.9	55.6	192.1	128.7	21.4	90.5
下流域	43.7	19.1	38.3	7.2	20.1	49.8	42.9	5.6	28.3
全体	165.3	100.5	120.8	48.1	75.7	241.9	171.6	27.0	118.9

ワジ・バニ・ガーフィル

(MCM/年)

	77	78	79	80	81	82	83	84	平均
上流域	137.0	70.8	78.2	71.2	67.8	238.0	107.1	19.2	98.7
下流域	38.5	9.3	27.0	11.0	18.3	55.3	28.5	6.4	24.3
全体	175.5	80.1	105.2	82.2	86.1	293.3	135.6	25.6	123.0

ワジ・アル・ファラブ

(MCM/年)

	77	78	79	80	81	82	83	84	平均
上流域	172.0	77.4	98.8	90.0	89.8	323.7	129.1	37.8	127.3
下流域	82.4	25.2	58.6	21.3	47.9	146.0	61.8	8.8	56.5
全体	254.4	102.6	157.4	111.3	137.7	469.8	190.9	46.6	183.8

ワジ・バニ・ハルース

(MCM/年)

	77	78	79	80	81	82	83	84	平均
上流域	201.6	100.6	94.9	76.2	119.9	322.0	149.9	42.9	138.5
下流域	57.8	26.0	32.0	5.6	34.5	93.0	43.7	6.1	37.3
全体	259.4	126.6	126.9	81.8	154.4	415.0	193.6	49.0	175.8

ワジ・アル・マアウィル

(MCM/年)

	77	78	79	80	81	82	83	84	平均
上流域	82.0	38.4	37.7	13.9	49.4	130.4	58.7	3.7	51.8
下流域	75.4	31.9	39.6	6.9	49.0	126.9	63.3	13.2	50.8
全体	157.5	70.2	77.4	20.4	98.4	257.3	122.0	16.9	102.6

表5-1-3 推定単位消費水量と耕作率

	単位消費水量	耕作率
上流域 (山間部)	3000mm/年 1/	100%
下流域 (海岸部)	2258mm/年 2/	75%

1/ 上流域（山間部）の推定単位消費水量は250mm/月に相当する。

この値は上流域（山間部）で観測した取水量3108mm/年（84年/85年）を踏まえ仮定した。

2/ 下流域（海岸部）の単位消費水量は本調査を通して観測した値を用いており、

月平均 188.2mm/月となる。

表 5-1-4 流域別耕地面積推定値

ワジ・アーヒン 1/

2/ (ha)

	76	77	78	79	80	81	82	83	84	平均	3/
上流域	(73.0)	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	
下流域	(376.0)	356.6	387.1	417.7	448.3	478.9	509.4	540.0	540.0	49.8	
全体	(399.0)	429.6	460.1	490.7	521.3	551.9	582.4	613.0	613.0	532.8	

ワジ・パニ・ガーフィル

(ha)

	76	77	78	79	80	81	82	83	84	平均
上流域	(295.7)	296.0	296.4	296.7	297.0	297.3	297.6	298.0	298.0	297.1
下流域	(1509.0)	1554.9	1600.7	1646.6	1692.4	1738.3	1784.1	1830.0	1830.0	1709.6
全体	(1804.7)	1850.9	1897.4	1943.3	1989.4	2035.6	2081.7	2128.0	2128.0	2006.7

ワジ・アル・ファラア

(ha)

	76	77	78	79	80	81	82	83	84	平均
上流域	(754.5)	802.3	850.1	897.9	945.6	993.4	1041.2	1084.0	1084.0	963.6
下流域	(1507.0)	1531.7	1556.4	1581.1	1606.9	1630.6	1655.3	1680.0	1680.0	1615.3
全体	(2361.5)	2334.0	2406.5	2479.0	2552.5	2624.0	2696.5	2764.0	2764.0	2578.9

ワジ・パニ・ハルース

(ha)

	76	77	78	79	80	81	82	83	84	平均
上流域	(381.4)	365.3	349.3	333.2	317.2	301.1	285.1	269.0	269.0	311.2
下流域	(834.0)	920.6	1007.1	1093.7	1180.3	1266.9	1353.4	1440.0	1440.0	1212.8
全体	(1215.4)	1285.9	1356.4	1426.9	1497.5	1568.0	1638.5	1709.0	1709.0	1524.0

ワジ・アル・マアウィル

(ha)

	76	77	78	79	80	81	82	83	84	平均
上流域	(499.9)	528.6	557.4	586.1	614.8	643.5	672.3	701.0	701.0	625.6
下流域	(1573.0)	1595.4	1677.9	1760.3	1842.7	1925.1	2007.6	2090.0	2090.0	1873.6
全体	(2072.9)	2124.0	2235.3	2346.4	2457.5	2568.6	2679.9	2791.0	2791.0	2499.2

1/ 1976年値はGibbの調査結果による。

2/ 補助報告書E-2-11

3/ 平均値は1977年から1984年による。

表5-1-5 各流域での推定水利用量

(MCM/年)

	ワジ アーヒン	ワジ・パニ ガーフィル	ワジ・アル ファラア	ワジ・パニ ハルース	ワジ・アル マアウィル	計
上流域 (山間部) 1/	2.2	8.9	28.9	9.3	18.8	68.1
上流域 (海岸部) 2/	7.8	29.0	27.4	20.5	31.7	116.4
計	10.0	37.9	56.3	29.8	50.0	184.5

1/ 上流域の水利用量は単位消費水量を3000mm/年耕作率 100%として計算してある。

2/ 下流域の水利用量は単位消費水量を2258mm/年耕作率 75%として計算してある。

(3) 地下水貯留量変化 ΔG_i

観測期間中に欠測が多かったワジ・アーヒンを除き、他の4ワジについては1975年12月から1984年12月にの9年間にわたる地下水位の記録をもとに、地下水貯留量変化を推定した。(補助報告書G参照)。表5-1-6は流域ごとに地下水貯留量変化を経年的にまとめたものである。

(4) 海への表流水流出量 D_i

本調査観測期間中に観測された上流域から下流域への洪水は5事例であり、1977年1月から1983年11月までの間の洪水の観測記録は無かった。

一方、海への流出量 (D_2) についての観測記録も同様に無かった。このため水収支に用いる海への流出量 (D_2) としては主報告書4.2にも説明したHorn (1979年)の推定値を採用した。これまで説明したように、上流域(山間部)から下流域(海岸部)への流下量のデータ不足から、水収支に関しては1つの流域を2分割せず、流域全体について水収支を行なうのが妥当であると判断する。

* 1986年2月1日、調査地域一帯に流出が発生した(補助報告書H参照)。

表5-1-6 地下水貯留変化量推定値

ワシ・アーヒン

(MCM/年)

	76	77	78	79	80	81	82	83	84	平均
上流域	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
下流域	-	-	-	-	-	-	-	-	1.07	1.07

ワシ・パニ・ガーフィル

(MCM/年)

	76	77	78	79	80	81	82	83	84	平均
上流域	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
下流域	-1.49	-1.06	0.78	0.88	-0.44	1.38	-0.25	-2.93	0.69	-0.23

ワシ・アル・フアラ

(MCM/年)

	76	77	78	79	80	81	82	83	84	平均
上流域	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
下流域	-0.92	-0.98	1.23	0.28	-0.88	0.86	-0.56	-8.55	0.77	-1.05

ワシ・パニ・ハルース

(MCM/年)

	76	77	78	79	80	81	82	83	84	平均
上流域	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
下流域	0.66	-0.26	-0.56	0.39	0.81	-0.12	-1.25	-1.80	-0.93	-0.41

ワシ・アル・マアウィル

(MCM/年)

	76	77	78	79	80	81	82	83	84	平均
上流域	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
下流域	-1.18	-1.29	-1.22	1.54	1.68	0.30	-1.20	-2.93	4.02	-0.03

(5) 海への地下水流去量 I 1

上流域（山間部）から下流域（海岸部）へ流下する地下水量は現段階の調査体制の中では把握できてない。

一方、海へ流去する地下水流去量（ I_2 ）は1985年の地下水面水準測量から推定することができた。その結果、表5-1-7に示すように、ワジアーヒンを除く4ワジでは海へ流去する地下水流去量（ I_2 ）は認められなかった。

表5-1-7 海への地下水流去量推定値

(MCM/年)

	ワジ アーヒン	ワジ・バニ ガーフィル	ワジ・アル ファラ	ワジ・バニ ハルース	ワジ・アル マーウィル
海への地下水流去量	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0

流去量の算定式は次式による。

$$D_2 = I + T + B + 365 \text{ days} \times 10^{-6}$$

ここに、

D_2 : 海への地下水流去量推定値 (MCM/年)

I : 地下水の動水勾配

T : 透水量係数 ($\text{m}^3/\text{日}$)

B : 海岸部帯水層の巾 (m)

$$\begin{aligned} D_2 &= 5.4 \times 10^{-4} \times 2600 \text{ m}^3/\text{日} \times 10000 \text{ m} \times 365 \text{ 日} \times 10^{-6} \\ &= 5.12 \\ &\approx 5.1 \text{ (MCM/年)} \end{aligned}$$

* 主報告書4.3参照。

5.1.3 調査地域の水収支

調査地域の水収支は表流水の海への流去量を除いて直接観測できた収支項を用い表5-1-8のように集約した。次にその詳細について説明する。

(1) 降雨量

これまで幾多の水資源の調査がなされてきたが、雨量観測網の不足のために最も大切な降雨量の把握が明確にできていなかった。今回新たに設置した雨量観測網により本調査地域の降雨量の把握ができた。これによれば地域間の差異は若干あるものの凡そ120mm/年である。総水量としては5ワジ全体で704MCM/年であった。水量として最も多いワジ流域はワジ・ファラア、ワジ・バニ・ハルスであり、ワジ・バニ・ガーフィル、ワジ・アーヒン、ワジ・マアウィルと続く。

(2) 水利用量

水利用量の推定は、単位用水量を山間部で3000mm/年、海岸部で2258mm/年として求めた。これらは水循環系から消散する作物蒸発散量として水循環系内で位置付けられる。降雨量に対するかんがい用水量はワジ・マアウィルの49.3%を最高にワジ・バニ・ガーフィルとワジ・ファラアが30%程の値を示している。これらの水源は全て地下水に存在しているが、地下水涵養量の降雨に対する割合が30%以上でなければ本調査地域の地下水資源はいつか枯渇する事になる。(6)で後述するが地下水涵養量が降雨量に対し、どれ程のものなのかは現段階では残念ながら不明である。

(3) 地下水貯留量変化量

1976年から1984年までの地下水位の観測結果によれば、ワジアーヒンを除く、4ワジ流域で貯留量の減少が示されている(補助報告書C参照)。

減少した地下水総水量は降雨量全体の1%に満たない。一方、海水の浸入についてはどれ程のものかは明確にできなかった。

(4) 海への表流水流去量

この項はHorn(1979年)の推定値を用いている。ワジ・マアウィルが他の4ワジとくらべ降雨量に対する割合が最も少なく0.4%であり、他は2%~5%の範囲にとどまっている。

(5) 海への地下水流去量

1985年の水準測量の結果によれば、ワジャーヒンのみで海への流去が観測された。他の4ワジでは、地下水の海への流去は観測されていない。

(6) 剰余項

降水量に対し50%~80%の量がこの項に含まれている。ここに含まれる収支項の主なものとしては流域からの蒸発散量や、地下水の他流域とのやり取り及び海水の浸入量等が挙げられる。本格的な水文観測開始以来まだ日が浅い現時点では、未だこれらの量は不明である。

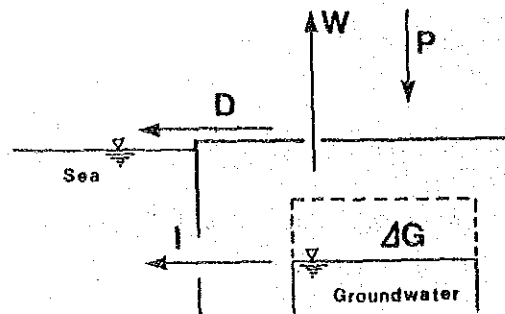
表5-1-8 調査地域の水収支結果

単位：上段：MCM/年
下段：%

流域 項目	ワジ アーヒン	ワジ バニ ガーフィル	ワジ ファアラ	ワジ バニ ハルース	ワジ マアウィル	計
降水量 P	118.9 (100.0)	123.0 (100.0)	183.8 (100.0)	175.8 (100.0)	102.5 (100.0)	704.0 (100.0)
水利用量 W	10.0 (8.4)	37.9 (30.8)	56.3 (30.6)	29.8 (17.0)	50.5 (49.3)	184.5 (26.2)
地下水貯留変化 ΔG	1.07 (0.9)	-0.23 (-0.2)	-1.05 (-0.6)	-0.41 (-0.2)	-0.03 (-0.03)	-0.65 (-0.09)
海への表流水流去量 D	5.5 (4.6)	4.5 (3.7)	4.1 (2.2)	5.4 (3.1)	0.4 (0.4)	19.9 (2.8)
海への地下水流去量 I	5.1 (4.2)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
剰余項	97.23 (81.8)	80.83 (65.7)	124.45 (67.7)	141.01 (80.2)	51.63 (50.4)	495.15 (70.3)

注：剰余項には多くの収支項が含まれている。例えばワジ流域からの蒸発散量、地下水の他流域との交換量、海水の地下水への浸入量等。

—水収支項による模式図—



5.2 水資源開発ポテンシャル

5.2.1 開発可能な資源量

開発可能な水資源は表流水と地下水がある。開発可能量は9年間(1976-1984年)の平均的水収支から次のように推定する。

1) 表流水

開発可能な表流水は海へ流出する洪水である。当初海へ流出する洪水は年に数回発生すると仮定されたが、当調査の観測期間中には観測されなかった。

調査地域の海へ流出する洪水量は Gibb (1976年), ILACO (1976年), HORN (1979年) 等の推定値があるが、これらは水文観測資料の不足から多くの仮定にもとづいている。

今回の調査で過去8年間(1977-1984年)の調査地域の平均降雨量を推定した。水収支に使用した HORN の洪水量の値(19.9 MCM/年)は8年間の流域平均降雨量(704.1 MCM/年)の2.83%にあたる。

今後の洪水観測調査により、降雨と流出の関係を明らかにすることが必要である。

—海への洪水流出量の推定—

(降雨量の2.83%とした場合)

単位: MCM/年

	ワジ・アーヒン	ワジ・バニ ガーフィル	ワジ・アル ファラア	ワジ・バニ ハルース	ワジ・アル アマウィル	計
降雨量	118.9	123.0	183.8	175.8	102.5	704.0
洪水 流出量	3.4	3.5	5.2	5.0	2.9	19.9
Horn 推定値	5.5	4.5	4.1	5.4	0.4	19.9

2) 地下水

9年間(1976-1984年)の地下水位記録から推定した地下貯留量の変化(表5-1-6); 地下水流出量の推定値(表5-1-7)は南の4ワジ(ワジ・バニ・ガーフィル, ワジ・アル・ファラア, ワジ・バニ・ハルース, ワジ・アル・アマウィル)はすでに新規開発のポテンシャルがないことを示している。

ワジ・アーヒンは地下水位記録が1ヶ年のみなので、経年的な地下貯留量の変化は明らかでないが、地下水は5.1 MCM/年海へ流出していることが推定され、ま

だ、開発ポテンシャルがあることを示している。

5.2.2 水利用合理化

現況の海岸部農地の水使用量は 115.2 MCM/年と推定されたが、すでに使いすぎの傾向にある。

新規開発農地 (10,070ha) を考慮すると、今後増加する用水量は、170.6MCM/年となる (単位用水量 2,258^{mm}/年、作付率75%)。

開発可能な水資源は表流水・地下水の開発可能量により限定されるので、新規開発農地の新規水需要に対応するには、開発の規制と水利用合理化によりかんがい効率を最大限に高めることが不可欠である。

現況のかんがい効率を40%と仮定するとかんがい効率を60%、80%に高めることにより、必要用水量は 190.5 MCM/年、142.9/年と推定される。

かんがい効率と用水量との関係

海 岸 部	か ん が い 効 率		
	40%	60%	80%
現 況 農 地 (7,580ha)	115.2 MCM	76.8 MCM	57.6 MCM
新規開発農地 (10,070ha)	170.6	113.7	85.3
計	285.8	190.5	142.9

調査地域の単位用水量とかんがい方法との関係は、今後具体的に調査を進めることが必要である。かんがい方法とかんがい効率の関係は FAOの資料によると次の通りである。

かんがい方法とかんがい効率

かんがい方法	かんがい効率 (%)
散水かんがい法	60~80
水 盤 法	45~75
うねまかんがい法	40~65

Source : FAO Irrigation and drainage Paper 38(1980)、
Drainage design factors

5.2.3 開発順位

開発順位は今後の洪水資料及び地下水かん養機構の結果により設定すべきだろう。

表5. 2. 1から次の点が明らかである。

1. ワジ・アル・ファラ及びワジ・バニ・ハルスは年降雨量及び浸透域の規模からみると、表流水の開発順位は高いと推定される。
2. ワジ・アル・マアウィルは礫原の降雨量が大きく、広範囲の不浸透域を持つので、海岸部の大きな洪水流出が期待される。
3. ワジ・アーヒンは現況農地も他流域に較べ少なく海への地下水流出量からみて地下開発が可能である。

表 5-2-1 ヲジ流域概要

	ヲジ アーヒン	ヲジ・バニ ガーフィル	ヲジ ファラァ	ヲジ・バニ ハルース	ヲジ マーウィル	合 計
流域面積 (全体) (km ²)	1,127.5	951.9	1,546.8	1,292.3	1,029.8	5,948.3
流域面積 (山間部) (km ²)	768.3	591.1	698.2	750.6	319.1	3,127.3
流域面積 (砂礫原部) (km ²)	359.2	360.8	848.6	541.7	710.7	2,821.0
年平均降雨量 mm/年 (流域全体) MCM/年	106.3 (118.9)	132.0 (123.0)	121.0 (183.8)	141.0 (175.8)	102.6 (102.5)	121.1 (704.0)
年平均降雨量 mm/年 (山間部) MCM/年	118.4 (90.5)	151.9 (98.7)	151.3 (127.3)	164.4 (138.5)	121.5 (51.8)	143.8 (506.8)
年平均降雨量 mm/年 (砂礫原部) MCM/年	80.1 (28.3)	86.3 (24.3)	83.4 (56.5)	92.6 (37.3)	88.5 (50.8)	86.1 (197.2)
海への表流水流出量 (ホーンによる) MCM/年	5.5	4.5	4.1	5.4	0.4	19.9
海への地下水流出量 MCM/年	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1
地下水貯留変化量 MCM/年	+1.07	-0.23	-1.05	-0.41	-0.03	-0.65
現況耕地面積 (流域全体) (ha)	613	2,128	2,764	1,709	2,791	10,005
現況耕地面積 (山間部) (ha)	73	298	1,084	269	701	2,425
現況耕地面積 (海岸部) (ha)	540	1,830	1,680	1,440	2,090	7,580
推定現況水利用量mm/年 (流域全体) MCM/年	9.1 (10.3)	38.4 (36.6)	37.9 (58.7)	23.2 (30.0)	51.9 (53.4)	31.8 (189.1)
推定現況水利用量mm/年 (山間部) MCM/年	1.9 (2.1)	9.2 (8.8)	21.5 (33.2)	6.3 (8.1)	21.0 (21.6)	12.4 (73.9)
推定現況水利用量mm/年 (海岸部) MCM/年	7.2 (8.2)	29.2 (27.8)	16.4 (25.5)	16.9 (21.9)	30.9 (31.8)	19.4 (115.2)
山間部の主な かんがい水源	ファラジ	ファラジ	ファラジ	ファラジ	ファラジ	—
海岸部の主な かんがい水源	地下水揚水	地下水揚水	地下水揚水	地下水揚水	地下水揚水	—
新規農地許可面積 (ha)	1,240	1,540	2,970	1,700	2,620	10,070
* 新規農地の推定水需要 MCM/年	(21.0)	(26.1)	(50.3)	(28.8)	(44.4)	(170.6)
将来の推定水需要 mm/年	27.8	65.9	70.5	45.5	95.0	60.5
将来の推定水需要 MCM/年	(31.3)	(62.7)	(109)	58.8	(97.8)	(359.7)

注： *単位用水量：2258mm/年，耕作率：75%

第6章 結論と勧告

第6章 結論と勧告

6.1 結論

1. バートナ・コーストは新しい農地の開発が進んでいるが、現在の水利用の継続は海岸部の地下水の塩水化を招く結果となろう。
2. 南の4ワジ地域（ワジ・バニ・ガーフィル、ワジ・アル・ファラア、ワジ・バニ・ハルース、ワジ・アル・マアウィル）は、9年間（1976-1984年）地下水貯留量収支は減少、海岸部の一部地域の地下水のEC値の上昇傾向から判断して、すでに地下水の開発余力はないものと推定される。
3. バートナ・コーストの水資源の増加をはかるには、海へ流出する洪水を地下水かん養ダム等の施設により地下に浸透させ、地下水源を増加することが必要である。
4. 地下水かん養施設の計画は、今後の洪水流出解析と水理地質調査との結果をもとに決定すべきであり、信頼度の高い計画を策定するには水文観測の継続が不可欠である。
5. 地域の水資源の不足と地下水の塩水化の対策としては、洪水の地下水かん養による水資源開発と平行して、現農地の節水が不可欠である。
6. 開発計画の実施にあたっては、事前に計画の技術的・経済的妥当性を十分に検討することが必要である。そのためには計画策定及び事業評価の基礎となる水文観測の継続と同時に、新しい農業統計等の準備が必要である。

6.2 勧告

調査の結果及び以上の結論にもとづき、オマーン国政府に下記の実施を勧告する：

1. 水文観測の継続と観測網の強化
2. 水資源開発計画の推進
3. 地下水保全／水利用合理化計画の推進
4. その他

調査内容及び調査の流れは図6-2-1のフローに示す。

勧告の詳細は以下に述べる。

6.2.1 水文観測の継続と観測網の強化

今後の水資源開発と地下水保全をはかるには、水文観測の恒久化は不可欠である。当地域の水文条件は地域、年による変動が大きいので、信頼性のある水資源開発計画策定するには、少なくとも10年間程度の観測資料が必要とされている。適正な観測を継続するために以下の実施を勧告する：

- 1) 水文観測網の観測と維持のために、必要な数の観測員と技術者の増員と組織の強化をはかる。

適正な観測と維持管理を継続するには、少なくとも以下の増員が必要である：

	<u>現状スタッフ</u>	<u>増加必要スタッフ</u>
1. 責任者	1	—
2. 観測要員	4	2
3. 資料処理・解析要員	—	3
4. 資機材管理要員	—	1
計	<u>5</u>	<u>6</u>

- 2) 観測マニュアルの順守

観測の恒久化をはかるには、担当者に適正な観測と維持管理とを習慣づけることが重要であり、当調査団が編さんした「観測マニュアル」を順守することが不可欠である。又、精度の高い観測データを収集するために当調査団が作成した「観測作業チェックリスト」の使用も大切なことである。このチェックリストは各観測作業の状況を記録するものである。

- 3) On-the-job training の継続

担当者の観測技術の向上と水文に関する知識の拡大をはかることが必要である。当面の間は定期的に技術顧問や専門家による技術移転が必要だろう。又水文分野の専門技術者の養成をはかることが必要である。

4) 水文年表の編集

観測資料の保管と、広い分野での活用をはかるため水文年表を編集し、定期的に刊行することが必要である。

5) 水文観測網の強化

当調査で設置した農業気象観測所、雨量計、ワジ水位計の観測網は適切に維持する一方で、海岸部の地下水保全と水利用の合理化に係る観測網は、計画の推進に合わせて強化をはかって行く必要がある。

具体的には以下の諸点が挙げられる。

1. 雨量計の設置密度は水資源開発計画を念頭に、数年間の観測後に見直す。
2. 海岸部の地下水塩水化観測井は、1流域当り少なくとも4本とする。
3. 積算流量計は、海岸部の水使用量合理化調査のため、生産井の1割に設置する。
4. 既設観測井で施設の悪化や井戸深が減少しているものは適切な時期に回復する。
5. 礫原の中央部は水理地質構造がまだ明らかでないので、1流域当り観測井を2～3本増設する。

6.2.2 水資源開発計画の増進

信頼性の高い水資源開発計画を策定するには、多数の洪水観測資料を含む水文資料が不可欠であり、水文資料の準備には時間が必要となるが、計画策定の基礎となる地形図（1/5,000 - 1/10,000）の準備や水理地質の補足調査については事前に着手することが必要だろう。又基礎資料をもとに各ワジの開発順位を検討することが望ましい。

水資源開発計画の推進のために以下の実施を勧告する：

1) 水理地質補足調査の実施

礫原の水理地質構造と滞水層の水理定数把握を目的を構造ボーリング、揚水試験を実施する。

2) 洪水解析及び計画位置・規模の検討

洪水流出解析及び水理地質調査の結果をもとに地下水のかん養施設規模の位置・規模を設定する。

砂礫原でかん養能が比較的高い地域は現ワジの河床と、海岸部のワジ末端部に限定されると推定されるので、各ワジの末端部は地下水かん養施設の計画位置として有望だろう。

3) 洪水時の流出土砂量の検討

地形・地表の状況から、洪水時には大量の流出土砂が予想されるので、洪水時の各ワジの流出土砂量について検討する。

4) 水資源開発計画の策定

1. 涵養施設計画の基本調査

－施設計画に必要な地形図（1/1,000 - 1/2,000）の作成

－地質調査（基礎・材料調査）

－施設計画調査

－社会・経済調査

2. 事業評価

開発計画の技術的・経済的妥当性について評価する。

3. 事業実施計画

6.2.3 地下水保全及び水利用合理化の推進

かんがい用水の需要の増加及び海岸部の塩水化対策として、既存の水資源の有効利用をはかることは緊急課題である。

現農地の節水、地下水の塩水化の防止をはかるには、水利用の合理化を実施することが必要である。水利用合理化計画策定にあたり、パイロット地区を設定し、実施の運営の指導的役割を持たせることが必要だろう。

水利用合理化を推進するため、下記の実施を勧告する：

1) 水利用実態調査の実施

1. パイロット地区の選定と観測網の補強

- －地下水保全のために海岸部の塩水化観測井網（各ワジ4井とする）を補強する。
- －水利用調査のためにパイロット地区の水利用観測井網（生産井の約10％に積算流量計を設置する）を補強する。

2. 井戸分布調査を実施，分布図（1/5,000 - 1/10,000）を作成する。

3. 水利用調査（かんがい面積，用水量，地下水位，水質）を実施する。

4. 海岸地域の塩水化被害の現状について質問調査を実施する。

2) 水利用合理化計画の策定

1. かんがい効率向上に関する調査を実施する。

水利用の合理化をはかるには，現農地の送水損失等を最小にするか，より効率の高いかんがい方法の導入が必要であろう。

点滴かんがい等新しいかんがい方法の導入に当り技術的及び社会経済的妥当性を水，土地，労働力，投資金額，社会状況等の面から検討する。

2. 水利用の合理化に必要なかんがい用水管理組織を検討する。

海岸部での井戸の管理は所有者個人に属しているが，山間部のファラジは一般に集団（集落又は集落内の集団）で維持管理されている。水利用の合理化にともない必要となるかんがい用水の管理組織として，集団管理の導入について検討する。

3. 水利用合理化施設計画

調査結果にもとづき，水利用の合理化に必要なかんがい施設（水源施設等）の計画に必要な下記の調査を実施する：

- －施設計画用地形図（1/1,000 - 1/2,000）の作成
- －土 壤 調 査
- －農 業 調 査
- －社会経済調査

4. 事業評価

合理化計画の社会・経済効果を分析し，計画の妥当性について評価する。

5. 実施計画

合理化計画実施にともなう詳細設計及び実施計画を策定する。策定に当り技術・運営の指導的実演ができるようにするため、パイロット地区運営組織は下記の機能を持つ必要がある。

- 事務管理機能
- 施設管理機能
- 研究・実験機能

3) 地下水保全対策の検討

海岸地域では、地下水の塩水化が広範囲にわたり問題となっており、かんがい用水の無秩序な揚水が原因と言われている。地域の地下水の保全をはかるためには、総合的な水管理が必要となるので、その対策について検討する。

1. 地下水モデルの検討
2. 地下水保全対策のための管理体制及び組織の検討

6.2.4 その他

1) ファラジ利用の合理化とファラジ水路網の保守調査の実施

山間部と礫原を流下するファラジの流量は季節ごとに大きく変化する。

渇水期でも最低必要水量が確保できるように、ファラジ水の有効利用及びファラジ流下水量の増加を計る何らかの対策が必要である。ファラジ水路網の調査は地域を選定して行う。下記の調査の実施を勧告する：

1. ファラジ水路網系統図（1/5,000 - 1/10,000）の作成
2. 現況水利用調査の実施
 - かんがい面積
 - 支線流量
 - ファラジ末端流量
3. ファラジ組織の問題点について質問調査

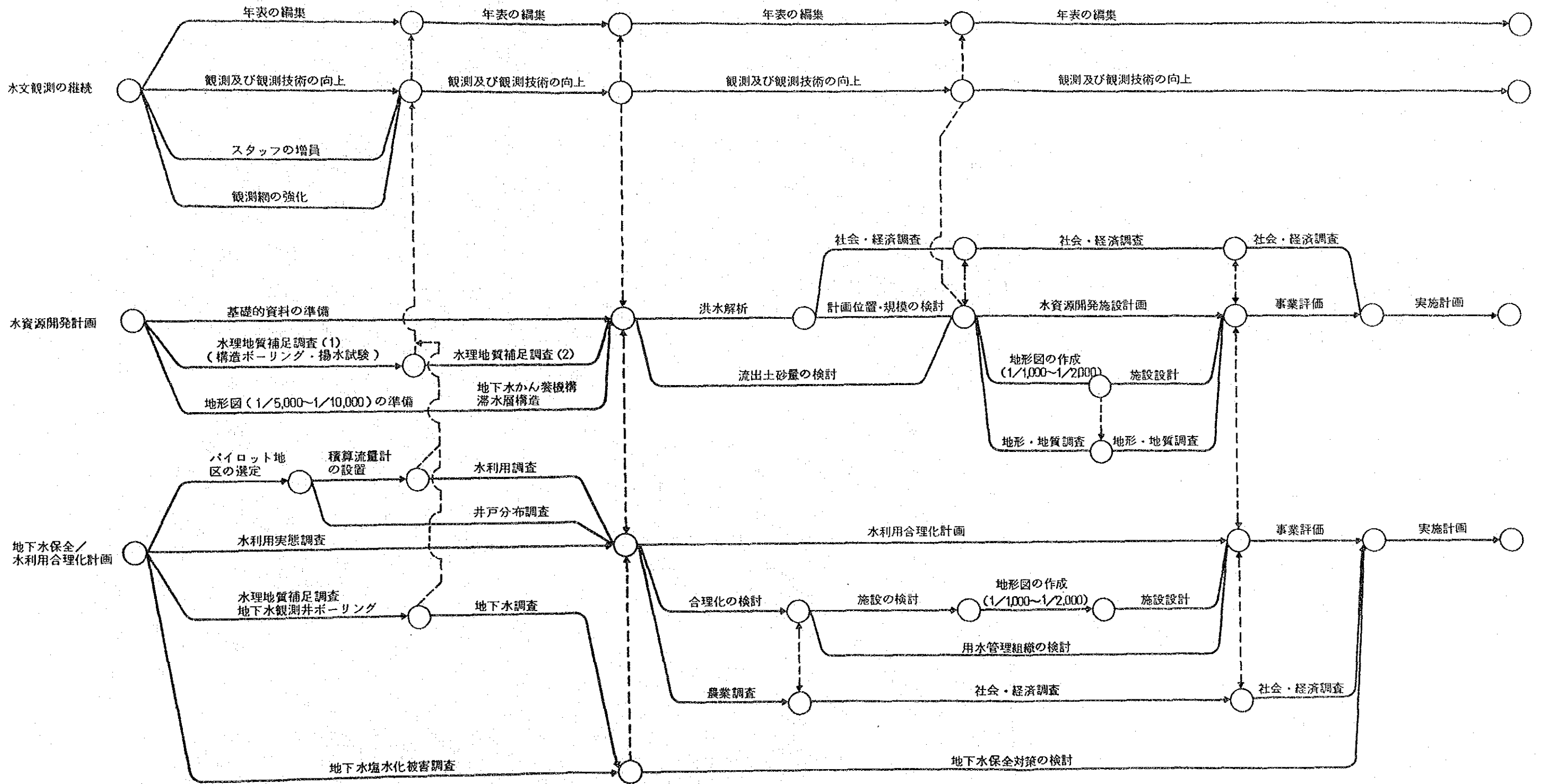
2) 新しい農業センサスの準備

前回の農業センサスは1979年に出版されている。事業の効果を評価するためには新しい農業センサスが不可欠となるので、早期出版が必要である。

2) 新しい農業センサスの準備

前回の農業センサスは1979年に出版されている。事業の効果を評価するためには新しい農業センサスが不可欠となるので、早期出版が必要である。

図6-2-1 調査計画フロー



付 録

付録 1. 計画調査関係者名簿

作業監理委員会

氏 名	1982/ 1983	1983/ 1984	1984/ 1985	1985/ 1986
委員長				
定 道 成 美	建設省河川局治水課専門官*	○	○	○
石 崎 勝 義	建設省河川局防災課災害対策調査室長		○	○
委 員				
振 井 茂 宏	建設省土木研究所水資源開発研究室長*	○	○	○
多 田 敏 一	建設省近畿地方建設局河川計画課	○	○	○
長 岡 正 利	建設省国土地理院地理調査部	○	○	○
森 田 昌 史	農林水産省構造改善局建設部防災課課長補佐*	○	○	
辻 誠 一	農林水産省構造改善局整備課 農村整備事業班		○	○
黒 川 睦 生	農林水産省九州農政局計画部資源課地質官*	○	○	
菅 原 利 夫	農林水産省東北農政局計画部資源課		○	○

* 担当時

調 査 団

氏 名	担 当	1982/ 1983	1983/ 1984	1984/ 1985	1985/ 1986
伊 藤 昌 介	総括担当(団長)	○			
田 中 全 人	総括担当(団長)		○	○	○
田 中 元	水資源開発		○	○	○
吉 川 満	地下水保全担当	○	○	○	
牛 木 久 雄	水理地質・地球化学担当	○	○	○	○
松 田 益 義	気象水文担当	○	○	○	○
坂 本 貴 男	水 文 担 当		○	○	○
塩 野 豊	水 文 担 当		○		
鈴 木 靖 四 郎	水 文 担 当			○	○
水 津 重 雄	気象水文担当		○	○	○
伊 勢 野 大 蔵	水 利 用 担 当	○	○	○	○
土 器 屋 哲 夫	土 地 利 用 担 当		○	○	○
越 智 実	電 探 担 当		○		
加 藤 泉	地形・地質担当		○	○	○
大 鹿 祐 介	ボーリング監督担当	○		○	
天 辻 康 裕	地 下 水 担 当			○	
上 田 恒 久	リモート・センシング 水/土地利用担当	○			
五 味 兼 隆	リモート・センシング 環境評価担当	○			
那 須 充	リモート・センシング解析担当		+	+	○
石 井 公 一	施設計画管理担当		○	○	

注：○ 現地、国内調査

+ 国内調査

オマーン国カウンターパート

氏 名	1982/ 1983	1983/ 1984	1984/ 1985	1985/ 1986
Mr. Majid bin Bilarab Al-Batashi Project Officer	o	o	o	o
Mr. Saeed bin Salim Al-Bady Senior Counterpart	o	o	o	
Mr. Mohammed bin Ghalib Al-Kishiri Senior Counterpart (Temporary)		o	o	
Mr. Hilal bin Malik Al-Batashi Senior Counterpart (Temporary)				o
Mr. Ali bin Salim Rafeet Junior Counterpart		o	o	
Mr. Habib bin Suleiman Al-Sharji Junior Counterpart		o	o	o
Mr. Nasser bin Said Al-Rawahy Junior Counterpart		o	o	o
Mr. Juma bin Hamood Al-Maskery Junior Counterpart		o	o	o
Mr. Sultan bin Abdullah Al-Khanjari Assistant			o	o
Mr. Hilal bin Salim Khalfan Al-Rahby Junior Counterpart				o

オマーン国関係機関担当者リスト

農 漁 業 省

H.E. Abdul-Hafiz bin Salim bin Rajab	The Minister
H.E. Hassan bin Abdulla Al-Morazza	The Under-Secretary
Mr. Ahmed bin Salem Al-Shanfari	Director General of Planning Unit
Mr. Omar bin Saeed Al-Marhoon	Director General of Diwan
Dr. Alam Al-Huda Hammad	Advisor to MAF (resigned Apr. 1983)
Mr. Mohamed bin Reda bin Hasen	Director General of Agriculture
Mr. Abdullah bin Hamadan Al-Wahaibi	Director General of Water Resources and Irrigation
Mr. Abdullah Al-Ogeli	Director of Legal Dept.
Mr. Zakarya bin Yahya Al-Riyami	Director of Water Resources
Mr. Abdel Mohsen bin Saleh Reidan	Director of Irrigation
Mr. Ahnaf Al-Zubeidi	Director of Agriculture Affairs
Mr. Ali Al-Amri	Director of Statistics
Mr. Abdul-Hakim bin Ali Al-Zedgali	Director General of General Service
Mr. Mohammed bin Mukhtar bin Mohammed	Director of Transportation
Dr. Wafai T. Saleh	Financial Expert/JICA Project Co-ordinator
Mr. Hassan Shehatta	Economic Expert, Planning Unit, MAF
Mr. Wazir Hassan	Agriculture Expert, Planning Unit, MAF
Mr. Hamed bin Zaki	Admin. Co-ordinator, Planning Unit, MAF
Mr. Ali bin Shehadad Al-Baluchi	Technical Assistant, DGWRI
Mr. Salim bin Said Al-Hadrami	Technical Assistant, DGWRI
Mr. Hilal bin Malik Al-Batashi	Technical Assistant, DGWRI
Dr. Naim Abdul-Rahman	Senior Expert, DGWRI
Mr. Othman Mukhtar	Senior Expert, DGWRI
Mr. Rifat Abu-Al-Magd Abu-Saya	Hydrologist, DGWRI

Mr. Kattepur Narayana Rao Krishna Murthy	Engineer/Hydrologist, DGWRI
Mr. Aziz Abbas	Hydrogeologist, DGWRI
Mr. Bernard Blasco	Hydrogeologist, DGWRI
Mr. Ezzedin Mohammed	Geologist, DGWRI
Mr. Said Hamdi Besiso	" "
Mr. David Read	FAO Advisor, DGWRI (resigned Dec. 1982)
Mr. Ayadurai Somesan	FAO Advisor, DGWRI (resigned Dec. 1982)
Mr. Abu-Bakr Waziri	Minister's office
Mr. Salim bin Ali Al-Rawahy	In-Charge, Soil Water Laboratory Agriculture Research Center in Rumais
Mr. Mustafa Muradh	Soil Scientist, Soil Water Laboratory Agriculture Research Center in Rumais
Mr. Abdul-Rahman Ali	"

Rustaq

Mr. Masoud bin Abdullah bin Saleh	In-Charge of Rustaq Agricultural Extention Center
-----------------------------------	--

Musana'ah

Mr. Mohammed Fathi Mustafa	Agriculture Extension Engineer Musana'ah Agriculture Extension Center
----------------------------	--

Sohar

Mr. Ali bin Salim bin Rashid	Director, Agriculture Office in Sohar
Mr. Hussain bin Abdul-Rahim	Technical Assistant, DGWRI
Mr. Mohammed bin Nasser	Technical Assistant, DGWRI

オマーン水資源庁

Dr. Robert H. Dale	Technical Secretary (resigned Sep. 1983)
Mr. William Doyel	Manager, Surface Water Dept.
Mr. Richard P. Thomas	Surface Water Department

Mr. Benjamin R. Hudson	Manager, Groundwater Exploration Department
Mr. Donald Davison Jr.	Chief, Groundwater Exploration Dept. Seeb (field) Office
Mr. Richard Anderson	Groundwater Exploration Dept. Seeb (field) Office
Mr. Charles G. Graf	Groundwater Exploration Dept. Sohar Office
Mr. Roger MacClafin	Manager, Aerial Phot Department
Mr. Steve Luxton	Contracts Manager

オマーン電力水道省

H.E. Seif bin Salim Al-Maamary	The Under-Secretary (At post in 1982)
Mr. Abdul-Aziz bin Hashem bin Abd	Director, Directorate of Rural Water Supply
Mr. N. P. Subramanian	Chief Engineer, Directorate of Planning and Project
Mr. Aminul-Islam	Acting Director of Technical Affairs, Directorate General of Water
Mr. Osman El-Amin Ahmed	Deputy Director of Technical Affairs, Directorate General of Water

付録 2. 参考資料リスト

参考資料リスト

報告書その他

<u>No.</u>	<u>著者</u>	<u>発行年</u>	<u>表題その他</u>
1	Abdull Halim Siddiqi	1981	Weather Systems of Oman. "Commercial".
2	Arthur D. Little Int'l	1982	Summary Review of Land Classification Reports and Water Resources Information. Main Report
3	Arthur D. Little Int'l	1982	Summary Review of Land Classification Reports and Water Resources Information. Appendix
4	B. G. Appelgren (Ministry of Agriculture)	1976	A Summary of Water Resources and Agricultural Development Reports in the Sultante of Oman
5	Brain A. P. Gemmell	1979	Hydrometeorological Field Instrument Installations, Flood Observations General Data Collection and Local Staff in Service Training. Oman/77/001
6	Clements F. A.	1980	Oman, the Roborn Land. Longman Group Ltd.
7	Clements F. A.	1982	The Sultante of Oman Today. Apex Publishing.
8	Clements F. A.	1981- 1982	The Sultante of Oman Business Directory. Apex Publishing
9	Durham University	1978	Research & Development Surveys in Northern Oman. Final Report Vol. II Water
10	Development Consultants Ltd.	1977	Protection Bank for Rostaq.
11	Director General of Civil Aviation	1981	Operational Meteorology Blossoming Fast. Concept Omanica P.79 ~ P81
12	DC, Technical Secretariat, D.G. of National Statistics	1975	Statistical Year Book. Fourth Issue
13	DC, Technical Secretariat, D.G. of National Statistics		The Five Year Development Plan 1976 ~ 1980.
14	DC, Technical Secretariat, D.G. of National Statistics		Follow-up Report on the First Five Year Plan

<u>No.</u>	<u>著者</u>	<u>発行年</u>	<u>表題その他</u>
15	DC, Technical Secretariat, D.G. of National Statistics	1980	Statistical Year Book. Ninth Issue.
16	Donald Hawley	1980	Oman & its Renaissance. Revised Edition. Stacey International.
17	Donald Hawley	1980	Oman - Revised Edition. Stacey International.
18	Eric C. Barret	1977	Assessment of Rainfall in North Eastern Oman Through Integration of Observations from Conventional and Sattellite Sources
19	FAO	1975- 1976	A Summary of Water Resources and Agricultural Development Reports in the Sultante of Oman. Chapter. Irrigation.
20	FAO	1975- 1976	A Summary of Water Resources and Agricultural Development Reports in the Sultante of Oman. Section: Water Resources Development.
21	FAO	1975	Report on Water Resources Policy Administration and Legislation.
22	FAO	1976	National Standards of Soil and Water Analysis in Oman. Soil and Water Management. OMA/73/010. Field Document No. 1. (FAO).
23	FAO	1976	Development of New Land for Irri- gated Agriculture in Oman Soil and Water Management. OMA/73/010. Field Doc. No. 4.
24	FAO (DOWRI, MAF)	1976	The Water Resources of Oman.
25	FAO	1976	Relationship between Conductivity Values and Salt Concentrations in Soils and Waters of Oman. Soil and Water Management. FAO OMA/73/ 010. Field Document No. 2.
26	FAO (MAF)	1977	Climate of the Jebel Akhdar (SAIO). FAO Project OMA/77/001. Field Doc. 2.
27	FAO (MAF)	1977	Rainfall in Oman (1974 ~ 76). FAO Project OMA/77/001. Field Document 3.
28	FAO (MAF)	1979	Water Resources of the Batinah. FAO Project OMA/77/001. Field Document No. 10.

<u>No.</u>	<u>著者</u>	<u>発行年</u>	<u>表題その他</u>
29	FAO (MAF)	1979	Groundwater Resources for Agricultural Development in the Sohar-Saham Districts, Batinah Region. FAO Project OMA/77/001. Field Document 12.
30	FAO	1980	Groundwater Development in the Kamil/Wafi District Sharqiya Region. FAO Project OMA/77/001. Field Document No. 15.
31	FAO (MAF)	1980	Development of Water Resources of Oman for Agriculture. FAO Project OMA/77/001. Field Document No. 14.
32	Gealey, W.K.	1977	Ophiolite Obduction and Geologic Evolution of Oman Mountains and Adjacent Area. Geol. Soc. America Bull. V.88. P.118
33	Dr. Hatim El Attar FAO	1977	Development of New Land for Irrigated Agriculture in Oman Soil and Land Classification.
34	H. A. Phon	1976	A Comparison of Land Sat Images and Nimbus Thermal Inertia Mapping of Oman. Jour Res. USGS. V.4 No. 6. Nov. - Dec. 1976 ~ P.661 ~ 665.
35	ILACO (MC)	1974	Water Resources Development Project Northern Oman. Maps (1 ~ 10).
36	ILACO (MC)	1975	Water Resources Development Project Northern Oman. Final Report Vol. I Main Report.
37	ILACO (MC)	1975	Water Resources Development Project Northern Oman. Final Report. Vol. II Annex. A & B.
38	ILACO (MC)	1975	Water Resources Development Project Northern Oman. Final Report. Supporting Doc.
39	JICA	1980	Interim Report on Preliminary Survey of Agricultural Development.
40	JICA	1981	Wadi Al Bassierah Basin Water Resources Development Project. Report on Feasibility Study. Vol. III. Appendix.

No.	著者	発行年	表題その他
41	JICA (MAF)	1981	Wadi Jizzi Agricultural Development Project - Sohar, North Batina. Interim Report No. 1, Feasibility Study.
42	JICA	1982	Wadi Jizzi Agricultural Development Project. Interim Report No. 2.
43	J.L. Astier (Water Resources Center Oman. FAO/UNDP)	1975	Eastern Batinah and Nizwa - Adam Basin Analysis of the Results of the Geophysical Survey Carried out in February - April 1975.
44	Jordan International	1977	Rostaq Flood Control Project.
45	James Mandaville Jr.	1978	Wild Flowers of Northern Oman. John Bartholomew and Son Ltd.
46	Konteatiss	1975	Reconnaissance Survey of Northern Oman Water Resources and Development Prospects.
47	K. W. Glennie	1974	Geology of the Oman Mountains. Part One (Text).
48	K. W. Glennie	1974	Geology of the Oman Mountains. Part Two. Tables & Illustration.
49	K. W. Glennie	1974	Geology of the Oman Mountains. Part Three (Enclosures).
50	MAF	1976	Proposed Frame of the Five Year Agricultural Development Plan - Summary of Highlights.
51	MAF	1977	Water in Oman.
52	MAF		Final Results of the Census of Agriculture (1978 ~ 1979).
53	MAF	1980	Second Five-Year Agricultural Development Plan (1981 ~ 1985)
54	Ministry of Communication	1976	On the Establishment of a National Meteorological Service in the Sultante of Oman. Advisory Report.
55	PAWR	1980	Study of the Jajar Super Group Aquifer in the Capital Area.
56	PAWR	1980	Preliminary Engineering Design for Wadi Al Khawd Recharge Scheme.
57	PAWR	1980	Groundwater Recharge Alternatives for Wadi Al Khawd.

No.	著者	発行年	表題その他
58	PAWR	1980	Study of the Hajar Super Group Aquifer in the Capital Area
59	PAWR		Five Year Plan (1981 ~ 1985) for Water Resource.
60	P.M. Horn and J.B. Nielsen	1977	Climate of the Batinah. FAO Project OMA/77/001. Field Doc. 4.
61	P. M. Horn		Short Period Rainfall Intensities in Oman. Appendix A to Field Document No. 11. Project OMA/77/001.
62	P. M. Horn & J. B. Nielsen	1978	Runoff Measurements in Oman. FAO Project OMA/77/001. Field Document No. 7.
63	P. M. Horn	1979	Rainfall in Oman (1974 ~ 78). FAO Project OMA/77/001. Field Document 11.
64	Phon, et, al.	1974	Thermal - Interim Mapping from Satellite Discrimination of Geologic Units in Oman. V.2 No. 2 MAR - APR 1974, P. 147 ~ 158.
65	Renardet Sauti Ice, Consulting Engineers (MC)	1975	Water Resources Survey in North-East Oman. Interim Report. Annex. A - F.
66	Renardet Sauti Ice, Consulting Engineers (MC)	1975	Water and Resources Survey in Northeast Oman. Interim Report.
67	Renardet Sauti Ice, Consulting Engineers (MC)	1975	Water and Resources Survey in Northeast Oman. Interim Report. Annex. A.
68	Renardet Sauti Ice, Consulting Engineers (MC)	1975	Water and Resources Survey in Northeast Oman. Interim Report. Annex B. Geophysical Survey.
69	Renardet Sauti Ice, Consulting Engineers (MC)	1975	Water and Resources Survey in Northeast Oman. Interim Report. Annex. C. Hydrogeology
70	Renardet Sauti Ice, Consulting Engineers (MC)	1975	Water and Resources Survey in Northeast Oman. Interim Report. Annex D.
71	Renardet Sauti ICE, Consulting Engineers (MC)	1975	Water and Resources Survey in Northeast Oman. Interim Report. Annex E. Pedology
72	Renardet Sauti Ice, Consulting Engineers (MC)	1975	Water and Resources Survey in Northeast Oman. Interim Report. Annex F. Agriculture.

<u>No.</u>	<u>著者</u>	<u>発行年</u>	<u>表題その他</u>
73	IRI Research Institute	1978	Draft of Preliminary Report - Shoar - Saham Well Drilling and Pump Installation Study.
74	Sir Alexander Gibb and Partners (Directorate General of Finance)	1975	Water Resources Survey of Northern Oman. Investment Networks.
76	Sir Alexander Gibb and Partners (Directorate General of Finance)	1976	Water Resources Survey of Northern Oman. Final Report Vol. I. Main Report.
77	Sir Alexander Gibb and Partners (Directorate General of Finance)	1976	Water Resources Survey of Northern Oman. Final Report Vol. II Appx. A Rainfall & Meteorology.
78	Sir Alexander Gibb and Partners (Directorate General of Finance)	1976	Water Resources Survey of Northern Oman. Final Report Vol. III Appx. B Surface Water Flow.
79	Sir Alexander Gibb and	1976	Water Resources Survey of Northern Oman. Final Report Vol. IV Appx. C. Geology & Hydrogeology
80	Sir Alexander Gibb and Partners (Directorate General of Finance)	1976	Water Resources Survey of Northern Oman. Final Report Vol. V Appx. D. Survey of Water Use in Villages.
81	Sir Alexander Gibb and Partners (Directorate General of Finance)	1976	Water Resources Survey of Northern Oman. Final Report Vol. VI Appx. E. Water Chemistry & Isotope Studies
82	Sir M. MacDonald & Partners Consulting Services	1977	Power and Urban Water Development Program 1977 ~ 1995. Phase 1 Water Development Program through 1980 Capital Area. Draft Final Report
83	Sir M. MacDonald & Partners Consulting Services	1977	Power and Urban Water Development Program 1977 ~ 1995. Phase 2 Water Development Program Investi- gation
84	Sir M. MacDonald & Partners Consulting Services	1978	Power and Urban Water Supply Study - Phase 2 Water Supplies to Sohar - Water Resources Evaluation. Pre- liminary Evaluation.
85	Sir M. MacDonald & Partners Consulting Services	1978	Power and Urban Water Supply Study Phase II Interim. Water Development Program Capital Area. Vol. 2. Appendices.

<u>No.</u>	<u>著 者</u>	<u>発行年</u>	<u>表題その他</u>
86	Sir M. MacDonald & Partners Consulting Services	1979	Power and Urban Water Supply Study - Phase II. Water Development Program Capital Area. Interim Report No. 2. Vol. 1. Report.
87	Sir M. MacDonald & Partners Consulting Services	1979	Power and Urban Water Supply Study - Phase II. Water Development Program Capital Area. Interim Report No. 2. Vol. 2 Appendices.
88	Sir M. MacDonald & Partners Consulting Services	1980	Capital Area Wellfield Refurbishing - Al Khawd Wellfield. Interim Report.
89	Sauti Ice	1978	City of Rustaq - Project for Defence Against Wadi Far Floods. Preliminary Drawings, Drawing Nos. 1 to 7.
90	Sauti Ice	1978	City of Rustaq - Project for Defence against Wadi Far Floods. Preliminary Report.
91	Sauti Ice	1978	City of Rustaq - Cost Estimate of the Variation Defence against Wadi Far Floods.
92	Sauti Ice	1978	Report on the Possible First-stage Works for the Protection of the Rustaq Oasis from Flooding of the Wadi Far.
93	Sauti Ice	1979	City of Rustaq - Project for Defence against Wadi Far Floods. Final Design Drawing Nos. 1 to 7.
94	Sauti Ice	1979	City of Rustaq - Project for Defence against Wadi Far Floods.
95	Sauti Ice	1979	City of Rustaq - Project for Defence against Wadi Far Floods.
96	Sauti Ice	1979	City of Rustaq - Project for Defence against Wadi Far Floods. Schedule of Rates and Prices
97	Sauti Ice	1979	City of Rustaq - Project for Defence against Wadi Far Floods. Final Design Specifications.
98	Sauti Ice	1979	City of Rustaq - Project for Defence against Wadi Far Floods. Final Design Report
99	Scott Wilson Kilpatric & Partners	1973	Report on Water Supply Investigation Northern Oman.

<u>No.</u>	<u>著者</u>	<u>発行年</u>	<u>表題その他</u>
100	Scott Wilson Kilpatric & Partners	1977	Rostaq Flood Protection & Reclamation - Proposal for Design Consultancy.
101	Tetra-Tech International Inc.	1977	Channel Geometry and Wadi Flows - Batinah Coast
102	Tetra-Tech International Inc.	1977	Demonstration of Rockfill Flood-retarding Structures
103	Tetra-Tech International Inc.	1977	Satellite Imagery Interpretation and a Brief Tectonic History of Oman.
104	Tetra-Tech International Inc.	1978	Groundwater Salinity Survey of the Southeast Batinah Coastal Plain.
105	Tetra-Tech International Inc.	1980	Evaluation of Alternative Groundwater Development Schemes for the Wadi Samail Aquifer.
106	Turner Wright and Partners (MAF, MPM)	1977	Report on Three-Year Plan for Development of Irrigation
107	Turner Wright and Partners (MAF, MPM)	1977	Report on Three-Year Plan for Development of Irrigation.
108	USA Corps of Engineers	1978	Report on Water Resources Study for Government of Oman Phase I.
109	U.S. Army Corps of Engineers, Middle East Division (MAF)	1979	Report on Water Resources Study, Phase II, and Technical Proposal for Construction of Water Recharge Projects.
110	University of Durham	1975	Land Systems of the Batinah. University of Durham Report No. 5.
111	University of Durham	1975	Physiographic Regions, an Outline of the Durham Project Area. University of Durham General Statement No. 2.
112	University of Durham	1975	Oman Report No. 21 B - Wells on the Batinah.
113	White, R.S. & Ross. D.A.	1979	Tectonics of the Western Gulf of Oman. Jour. Geophy. Res. V. 84 No. B7.
114	WRE		Rainfall in Oman 1977.
115	WRE	1978	Flood Hydrology of Northern Oman.

<u>No.</u>	<u>著 者</u>	<u>発行年</u>	<u>表題その他</u>
116	WRE	1979	Water Resources Assessment and Appraisal
117	WRE	1979	Water Resources of the Batinah.

地図

No.	タ イ ト ル	縮 尺	発行年	発行元
118	Geological Map of the Arabian Peninsula	1: 2,000,000	1963	USGS & ARAMCO
119	Tactical Pilotage Chart	1: 500,000	1973	Defence Min.U.K.
120	Oman & United Arab Emirates (relief)	1: 100,000	1963	Defence Min.U.K.
121	Joint Operations Graphic-Ground	1: 250,000	1980	Defence Min.U.K.
122	Orthophoto Map (Batinah Coast)	1: 10,000	1982	MAF,OMAN
123	Location of Bench Mark	1: 100,000	-	PDO
124	Soil map (Southeast Batinah & Interior)		1975	GIBB
125	Soil map (Southeast Batinah Coast)		1975	GIBB
126	Soil map (Northwest Batinah Coast)		1975	ILACO
127	Soil map (Batinah General)		1975	Durham Univ.
128	Soil map (Wadi Bani Kharus)		1975	GIBB
129	Soil map (Oman General)		1981	FAO

空 中 写 真

No.	縮 尺	発行年	発行元
130	1:60,000	1968	MOD
131	1:30,000	1981	MAF
132	1:40,000	1981	JICA
133	1:20,000	1980	MPW
134	1:10,000	1981	MAF

付録3. 水文観測施設リスト

- (1) 農業気象観測所
- (2) 雨量観測所
- (3) ワジ表流水水位観測所
- (4) 地下水観測井
- (5) 水利用観測地点

(1) 農業氣象観測所

Location	Code Number	Altitude (m.a.s.l)	UTM-Grid	Starting Date of Observation
Al-Muladdah	MF1	18	40QEB248577	July 30, 1983
Al-Rustaq	MF2	340	40QEA430905	July 25, 1983

ムラッタ農業氣象観測所観測項目

観測項目	センサー
Wind Speed	Propeller Type Wind Transmitter
Wind Direction	"
Solar Radiation	Pyranometer
Net Radiation	Net Radiometer
Soil Heat Flux (5, 15, 45, 90 cm Deep)	Heat Flowmeter
Soil Temperature (5, 15, 30, 60, 120 cm Deep)	Platinum Resistance Thermometer
Dry and Wet Bulb Temperature (50, 270 cm High)	"
Rainfall	Tipping Bucket Type Transmitter Standard Rain Gauge
Evaporation	Type-A Pan

ルスターク農業氣象観測所観測項目

- | | |
|-----------------------------|---------------------|
| 1. Wind speed and direction | 5. Soil temperature |
| 2. Solar radiation | 6. Evaporation |
| 3. Net Radiation | 7. Air temperature |
| 4. Soil heat flux | 8. Humidity |
| | 9. Rainfall |

注: soil heat flowと soil temperatureは、観測所露場の環境悪化のため観測を中止した。
観測所移転後、観測を再開する。

(2) 雨量観測所

Wadi Basin	Code Number	Location	Altitude (m.a.s.l.)	UTM Grid	Starting Date of Observation	Remarks
W. Ahin	RA1	Saham	10	40R DB 880 697	Jun. 7, 1983	Automatic Recorder
	RA2	Al-Hail	300	40R DB 558 598	Jul. 3, 1983	"
	RA3	Haibi	500	40Q DB 543 449	Jul. 3, 1983	"
	RA4	Al-Qufais	570	40Q DB 441 493	Jul. 3, 1983	"
	RA5	Al-Wuqbah	750	40Q DB 391 390	Aug. 10, 1983	"
	RA6	Doharat	160	40R DB 620 730	Dec. 13, 1984	"
W. Bani Ghafir	RG1	Al-Suwaïq	10	40Q EB 440 367	Jul. 7, 1983	"
	RG2	Al-'Araq	120	40Q EB 374 180	May 31, 1983	"
	RG3	Al-Houqain	220	40Q EB 346 043	May 31, 1983	"
	RG4	Daba'	660	40Q EA 117 927	May 31, 1983	"
	RG5	Yiqā'	590	40Q EA 195 860	May 31, 1983	"
W. Al-Fara'	RF1	Al-Amq	700	40Q EA 336 759	May 26, 1983	"
	RF2	Madruj	1,000	40Q EA 298 710	May 26, 1983	"
	RF3	Al-Zannah	670	40Q EA 423 679	Jun. 8, 1983	"
	RF4	Sih Jamma	140	40Q EB 530 050	Jun. 7, 1983	"
	RF5	Al-Rustaq	340	40Q EA 432 858	Dec. 13, 1984	"
W. Bani Kharus	RK1	Khatum	180	40Q EA 698 970	Jun. 5, 1983	"
	RK2	Al-Awabi	480	40Q EA 562 788	Jun. 2, 1983	"
	RK3	Al-Hijir	710	40Q EA 516 659	May 30, 1983	"
	RK4	Al-Muhassanah	870	40Q EA 652 637	May 30, 1983	"
	RK5	Al-Ghubrah	610	40Q EA 720 710	Jun. 5, 1983	"
	RK6	Al-Khadrah	1,090	40Q EA 773 590	Jun. 5, 1983	"
	RK7	Abu-Abali	25	40Q EB 719 252	May 31, 1985	"
W. Al-Ma'awil	RM1	Barka'	30	40Q EB 897 156	May 16, 1983	"
	RM2	Sih Khatum	70	40Q EB 769 112	Jun. 8, 1983	"
	RM3	Afi	170	40Q EA 823 925	Jun. 5, 1983	"
	RM4	Ard Al-Mahbil	370	40Q EA 784 848	May 15, 1983	"

(3) フジ表流水水位観測所

Wadi Basin	Location		Code number	*1) Type	Height (m)	*2) Equip-ment	Catch-ment Area (km ²)	Starting date of Observa-tion
	Site Name	UTM-Grid						
W. Ahin	Al-Hail	40R DB 560-597	WA1	S	12	L	768.3	Mar. 14, 1984
	Saham	40R DB 858-760	WA2(A)	S	6	L	842.2	Dec. 26, 1983
	Saham	40R DB 856-764	WA2(B)	S	6	L	222.8	Jan. 20, 1984
W. Banj Ghafir	Al-Houqain	40Q EB 345-044	WG1	C	12	L & F	591.1	Sep. 7, 1983
	Al-Suwaiq	40Q EB 414-370	WG2	S	6	L	951.9	Nov. 21, 1983
W. Al-Fara'	Al-Mazahit	40Q EA 458-954	WF1	C	12	L & F	698.2	Sep. 11, 1983
	Al-Tarif	40Q EB 626-279	WF2	S	6	L	1014.5	Nov. 21, 1983
	Al-Musana'ah	40Q EB 660-273	WF3	S	6	L	93.8	Jan. 7, 1984
	Al-Tabaqah	40Q EA 315-856	WF4	S	13	L	165.3	Jan. 22, 1984
	Fara'	40Q EA 498-789	WF5	S	10	L	170.2	Jan. 22, 1984
W. Bani Kharus	Al-Abiyad	40Q EA 928-676	WK1	C	12	L & F	750.6	Jan. 19, 1984
	Abu-Abali	40Q EB 729-259	WK2	S	6	L	1292.3	Jan. 21, 1984
	Al-Awabi	40Q EA 540-760	WK3	S	10	L	253.6	Jan. 22, 1984
	Al-Ghubrah	40Q EA 706-792	WK4	S	10	L	201.5	Jan. 22, 1984
W. Al-Na'awil	Barka'	40Q EB 840-222	WM1	S	6	L	1029.8	Dec. 21, 1983
	Afi	40Q EA 849-850	WM2	S	8	L	319.1	Jan. 4, 1984

*1) Type : C: Concrete tower type
S: Steel pipe type

*2) Equipment: L: Water level recorder
F: Radio flow meter

(4) 地下水観測井 (1/2)

No.	Well Code	Basin	UTM Grid	Casing Diameter	Total Depth (m)	Screen Depth (m)	Present Depth (m)	Remarks
1.	BA1	W. Ahin	40R DB 836 792	10"	100	3.75-99.15	100	Recorder Since Jan. 17, 1984
2.	EA5	"	40R DB 812 762	9 5/8"	175	32-57.5 133.6-146.2	70	Record Since Jan. 23, 1984
3.	WS124	"	40R DB 837 737	14 3/4"	60	36-48	54.5	
4.	OA3	"	40R DB 685 758	4"	100	57-88	89	
5.	EA3	"	40R DB 766 820	9 5/8"	175	34.6-64.4 89.4-102.2	90	
6.	EA4	"	40R DB 790 838		130	85-98 46-72	18.5	
7.	JT20A	W.B. Ghafir	40Q EB 361 128		50	15.05-49.55	50	
8.	JT19	"	40Q EB 360 113	9 5/8"	140.0	118.0-140.0	-	Recorder Since 1976
9.	JT21	"	40Q EB 372 157	"	144.0	24.5-49.0	76.3	
10.	JT22	"	40Q EB 373 221	"	142.0	116.0-128.0	78.9	Recorder Since Dec. 5, 1983
11.	ADG25	"	40Q EB 436 338	"	35.7	26.8-34.4	-	Recorder Since 1976
12.	ADW19	"	40Q EB 390 300	10"	40.0	28.0-39.0	40	
13.	ADG26	"	40Q EB 488 326	9 5/8"	46.0	21.3-29.8 38.7-44.8	21.9	
14.	BG1	W. Fara'	40Q EB 512 257	10"	50	19.85-48.46	50	Record Since Dec. 31, 1983
15.	BG2	"	40Q EB 464 143	"	90	64.98-87.91	90	Drilled in 1983
16.	BF1	"	40Q EB 675 275	10"	100	7.47-96.62	100	Recorder Since Jan. 30, 1984
17.	BMET	"	40Q EB 575 247	10"	23	15.00-20.75	23	Drilled in 1984
18.	JT13	"	40Q EB 620 179	9 5/8"	70.0	35.0-46.0 59.0-70.0	67.0	
19.	JT14	"	40Q EB 602 122	9 5/8"	70.0	47.2-70.0	62.1	
20.	JT15	"	40Q EB 570 198	"	101.0	43.0-54.0 66.0-78.0	91.6	Recorder Since Jan. 30, 1983
21.	JT16	"	40Q EB 542 131	"	140.0	69.0-81.0 92.0-104.0	122.2	
22.	JT17	"	40Q EB 511 088	"	144.0	70.0-81.6 94.2-107.1	100	Recorder Since Jan. 30, 1984
23.	ADG20	"	40Q EB 616 269	"	47.2	27.4-43.0	43.6	
24.	JT24	W.B. Kharus	40Q EB 742 122	9 5/8"	143.0	86.0-97.0 130.0-141.0	140	

(4) 地下水観測井 (2/2)

No.	Well Code	Basin	UTM Grid	Casing Doameter	Total Depth (m)	Screen Depth (m)	Present Depth (m)	Remarks
25.	JT57	W.B. Kharus	40Q EB 719 202	9 5/8"	72.0	23.6-45.5 60.5-72.0	68.7	
26.	JT58	"	40Q EB 730 278	"	70.0	13.0-63.0	50.0	
27.	JT67	"	40Q EB 688 131	"	70.4	34.7-44.9 57.2-70.4	63.7	Recorder Since Jan. 30, 1984
28.	JT68	"	40Q EB 691 078	"	140.0	116.6-140.0	100	
29.	JT69	"	40Q EB 726 258	"	72.0	20.0-70.0	-	Recorder Since 1976
30.	ADG24	"	40Q EB 687 248	"	49.0	14.0-31.4	35.6	
31.	DW3	"	40Q EB 729 238	4"	300.0	9.1-300.0	180	
32.	DW4	"	40Q EB 782 216	"	300.0	9.1-300.0	100	
33.	ADG23	"	40Q EB 786 211	9 5/8"	39.0	21.0-35.7	39	Recorder Since Dec. 21, 1983
34.	JT10	"	40Q EB 781 141	"	71.0	22.6-32.9 59.5-70.1		Recorder Since Dec. 21, 1983
35.	JT11	"	40Q EB 757 080	"	140.0	71.0-82.0 128.0-140.0		
36.	JT12	"	40Q EB 730 023	"	140.0	43.5-55.1 91.3-103.6	118.7	Recorder Since Dec. 20, 1983
37.	HD23	"	40Q EB 750 180	-	25.0	-	25.8	Hand dug
38.	BML	W. Ma'awiil	40Q EB 887 221	10"	100	4.80-96.15	100	Recorder Since Dec. 28, 1983
39.	BM3	"	40Q EB 843 169	10"	50	21.15-49.90	50	Drilled in 1983
40.	JT5	"	40Q EB 894 114	9 5/8"	70.1	22.9-34.5 58.8-69.5	66.89	
41.	JT7	"	40Q EA 860 988	"	140.0	117.1-139.6	100	
42.	JT9	"	40Q EA 779 853	"	42.0	-	-	Recorder Since 1976
43.	JT52	"	40Q EB 935 102	"	144.0	63.0-74.0 119.0-130.0	100	Recorder Since Jan. 4, 1984
44.	JT56	"	40Q EB 933 021	10"	157.0	70.0-87.0 100.0-112.0	120	Recorder Since Jan. 3, 1984
45.	ADG17	"	40Q EB 890 176	"	34.7	11.6-31.1	30.6	Recorder Since Jan. 5, 1984
46.	ADW7	"	40Q EB 903 149	10"	157.0	70.0-87.0 100.0-112.0	120	
47.	ADW5	"	40Q EA 827 914	10"	33.0	17.0-27.0	7.0	
48.	BM2	"	40Q EB 840 055	9 5/8"	90	78.43-88.50	90	Drilled in 1983
49.	JT6	"	40Q EB 881 052	"	70.1	23.2-33.8 60.4-70.1	70	

(5) 水利用調査地点

その1 フアラジ流量観測地点

Staff Gauge No.	Name of Staff Gauge	Name of Falaj	Wadi Basin	Remarks
SB-1	Al-Bilad	Al-Bilad	Wadi Bani Ghagir	
SM-1	Rustaq (I)	Al-Maisar	Wadi Al Fara'	
ST-1	Rustaq (II)	Abu-Taleb	Wadi Al Fara'	
SK-1	Nakhal	Al-Gharid	Wadi Al Fara'	Hot Spring
SH-1	Hazam	Al-Hazam	Wadi Bani Kharus	
SA-1 SA-2	Awabi	Al-Awabi	Wadi Bani Kharus	2 Staff gauge for main and branch canal

その2 積算流量計による揚水量観測地点

No.	Name of Station	Flow Meter No.	Name of Place	Name of Farm Owner	Remarks
1.	Saham (I)	2536	Khishisah, Saham	Mohammed Houaahil Rashid	
2.	Saham (II)	2547	Khishidah, Saham	Rashid Abdullah Mohammed Al-Siabi	Near Estuary
3.	Suwaq (I)	2537	Afraadh, Suwaq	Naser Mohammed	Center of Musana'ah
4.	Suwaq (II)	2548	Suwaq	Mohammad Salim Salih Al Ajmi	
5.	Suwaq (III)	2535	Suwaq	Mohammad Salim Salih Al Ajmi	
6.	Mamfash	2546	Mamfash, Suwaq	Saif Rashid Mohammed	Removed the meter on July 8, 1986
7.	Musana'ah (I)	2538	Musana'ah	Darwish Khamis Falad	Close to Police Stn.
8.	Musana'ah (II)	2519	Tarif, Musana'ah	Ibrahim Ahamed	Center of Musana'ah
9.	Musana'ah (III)	2539	Tarif, Musana'ah	Khalid Khamis	Near Tarif Mosque
10.	Miladdah	2534	Miladdah, Musana'ah	Khamis Ali Al-Baloushi	500M inside from Route No.1
11.	Abu-Abali (I)	2545	Abu-Abali, Musana'ah	Juma Salim Khamis	Close to Route No.1
12.	Abu-Abali (II)	2550	Abu-Abali, Musana'ah	Musaba Hilal Salim	Removed the meter on July 8, 1986
13.	Billah (I)	2549	Billah, Barka	Abdullah Rashid Al-Musharraf	Near School
14.	Billah (II)	2544	Billah, Barka	Abdullah Rashid Al-Musharraf	Near School
15.	Uqda	2532	Uqda, Barka	Ali Abdulla Haman	Near Owner's House
16.	Lashko (I)	1075	Uqda, Barka	Nasser Lashko	Close to Wadi Al-Ha'swil
17.	Lashko (II)	2551	Uqda, Barka	Nasser Lashko	- Do -
18.	Barka (I)	2541	Barka	Abdulla Hamed Al Amrey	Close to Route No.1
19.	Barka (II)	2543	Jahalah, Barka	Abdulla Hamed Al Amrey	
20.	Barka (III)	2540	Jahalah, Barka	Abdulla Hamed Al Amrey	Removed the meter on July 8, 1986

付録4. 調査の活動経過

計画調査実施プログラム

(June 1985)

OBJECTIVES	ITEMS	1982			1983			1984			1985			1985						
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	J	F	M	
1 To set up optimum meteorological and hydrological observation networks	Construction and Installation (1) Meteorological observation station (2) Rain gauges (3) Wagi gauges (4) Well gauges and observation wells																			
2 To carry out the observation	Observation and Survey (5) Meteorological observation (6) Hydrological observation (7) Hydrogeological observation (8) Geoelectric sounding (9) Geological geomorphological survey (10) Leveling survey (11) Water and land use survey																			
3 To analyze the current hydrologic balance in the project area	Data Processing and Analysis (12) Remote sensing analysis (13) Data processing and analysis of the current hydrologic balance																			
4 To transfer technology to the counterparts	(14) The knowledge of hydro-meteorologic observation and maintenance (15) The system of a computerized data-logging (16) Basic education for observation staffs																			
Reporting	Inception Report Progress Report Interim Report Draft Final Report Final Report																			

Note: --- Design and Tender
 ■■■ Construction, installation, observation and survey, with the Project
 - - - Observation (partial)
 — Observation without the Project

計画調査実施項目 (1/2)

	1982/ 1983	1983/ 1984	1984/ 1985	1985/ 1986	Remarks
I. Basic Survey					
- Collection of existing data and information	+				
- Field reconnaissance	+				
- Data acquisition and planning work	+				
II. Field Survey					
1. Installation of a hydrologic observation network					
- Agro-meteorological station	+	+			
- rain gauge	+	+			
- Wadi gauge	+	+			
- Groundwater gauge		+			
- Staff gauge	+	+			Falaj.
- Cumulative flow meter	+	+			
2. Observation of hydrologic components					
(1) Meteorology/Hydrology					
- Observation			+	+	
- Data compilation			+	+	
- Flood survey				+	Flood marks
- Ground survey		+			Wadi cross sections
(2) Hydrogeology					
- Observation			+	+	
- Water quality analysis		+	+		
- Sampling		+	+		
- Pumping test		+	+		
- Electrical prospecting	+	+			
- Geomorphological map		+		+	
- Hydrogeologic map				+	
- Data compilation			+	+	Including existing observation walls
(3) Water/land use					
- Survey/observation		+	+	+	

計画調査実施項目 (2/2)

	1982/ 1983	1983/ 1984	1984/ 1985	1985/ 1986	Remarks
- Water use		+	+	+	
- Water quality		+	+	+	
- Water management				+	
- Existing land use	+	+		+	
3. Data processing and data analysis					
(1) Estimation of hydrological water balance					
(i) Remote sensing					
- Land covers	+				LANDSAT
- Periodic variation in vegetation		+			"
- Lineament reading				+	"
- Precipitation dist- ribution analysis			+	+	NOAA
- Soil moisture Analysis			+	+	"
(ii) Hydrological analysis			+	+	
(iii) Groundwater analysis			+	+	
(2) Water resources development potential				+	
4. Technical transfer					
- Observation/maintenance		+	+	+	
- Data collection		+	+	+	
- Basic knowledge			+	+	
- Year book				+	
- Training in Japan	+ (2)	+ (1)	+ (2)		

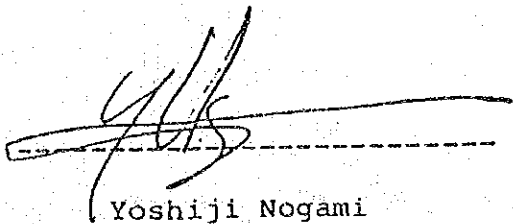
付録5. Scope of Work

MINUTES OF DISCUSSION
BETWEEN THE JAPANESE PRELIMINARY SURVEY TEAM
AND THE OMANI GOVERNMENT AUTHORITIES
CONCERNED ON THE SCOPE OF WORK
FOR THE HYDROLOGIC OBSERVATION PROJECT
IN THE BATINAH COAST AREA OF SULTANATE OF OMAN

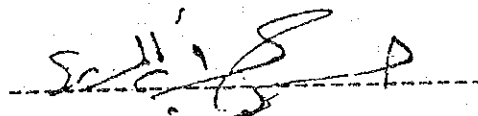
The Japanese Preliminary survey team under the aegis of the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as JICA) headed by Mr. Yoshiji Nogami visited Sultanate of Oman in November/December 1981 for the purpose of working out the details of the Hydrologic Observation Project (hereinafter referred to as " Project ") with a view of integrated water resources development in the Batinah Coast Region of Sultanate of Oman.

As a result of a series of careful discussions, the Japanese Team and the Omani authorities concerned agreed to recommend to the respective Governments the implementation of the Project in accordance with the scope of the work attached hereto.

2nd December 1981, in Muscat



Yoshiji Nogami
Leader of Japanese Preliminary
Survey Team



Hasan Abdulla Al Murazza
Undersecretary of Ministry
of Agriculture and Fisheries



SCOPE OF WORK
FOR HYDROLOGIC OBSERVATION PROJECT
IN THE BATINAH COAST OF SULTANATE OF OMAN

1. In response to the request of the Government of Sultanate of Oman, the Government of Japan has decided to conduct Planning and implementation of Hydrologic Observation Project (hereinafter referred to as " the Project ") with a view of integrated water resource development in the Batinah Coast Region of Sultanate of Oman in accordance with laws and regulations in force in Japan without prejudice to Omani laws and in close co-operation with the Government of Sultanate of Oman.

2. The Project will be implemented in line with the Framework of Hydrologic Observation Project (hereinafter referred to as " the Framework ") given in Annex 1 and the schedule shown in Annex 2.

3. In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through the Japan International Co-operation Agency (hereinafter referred to as " JICA ") the official Agency responsible for the implementation of the Technical Co-operation Programmes of the Government of Japan, to despatch at its own expense the Japanese Survey Team to carry out the Project as provided for in this Scope of Work.

4. (i) In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary

measures through JICA to provide at its own expense such machinery, equipment and other materials necessary for the implementation of the Project.

(iii) The details of the articles referred to in (i) above will be communicated to the Government of Sultanate of Oman following the completion of the basic study as envisaged in the Framework given in Annex 1.

(iv) Hydrologic observation equipment and instruments installed during the course of the Project will become the property of the Government of Sultanate of Oman upon completion of the Project.

5. In order to ensure the smooth operation of the Project, the Government of Japan, in accordance with the laws and regulations in force in Japan, will take necessary measures through JICA, to make available services of Japanese experts to supervise the installation of such instruments.

6. The Government of Sultanate of Oman will take necessary measures to secure at its own expense necessary services of Omani counterpart personnel and assistant personnel for the project for the duration of the

Project. The Government of Japan on its part, in accordance with the laws and regulations in force in Japan, will take necessary measures through JICA to accept these counterparts in order to transfer necessary technology to these personnel within the framework of JICA's annual training schemes.

7. The Government of Sultanate of Oman will;

- (i) ensure the safety of the study team
- (ii) exempt customs duties, internal taxes and any charges, imposed in Sultanate of Oman on the articles referred to in Paragraph 4 above.
- (iii) ensure prompt customs clearance on the articles referred to in Para. 4 above.
- (iv) provide the Japanese Survey Team with relevant available data, information and materials for the purpose of the implementation of the Project.
- (v) provide the Japanese Survey Team with suitably equipped office accommodation.
- (vi) provide the Japanese Survey Team necessary transportation for the purpose of the Project within Sultanate of Oman.
- (vii) provide miscellaneous minor local cost expenditures, small instruments, tools and any other materials necessary for the implementation of the Project other than those provided through JICA

under Para. 4 and Para. 5 above.

- (viii) allow the Japanese Survey Team to borrow to use in Japan any such data, maps, records and samples as necessary for the implementation of the Project.
- (ix) carry out bona-fide maintenance of all the survey equipment and instruments and survey installations.
- (x) make necessary arrangements for the permission of the authorities concerned for the team to conduct the survey in the project area.

8. There will be mutual consultations between the two Governments on any major issues arising from, or in connection with this Scope of Work.

9. The duration of the Project will be from JFY 1981 through 1984

10. The Ministry of Agriculture and Fisheries of Sultanate of Oman will bear the responsibility of administration and coordination of the Project on behalf of the Government of Sultanate of Oman.

Annex I
Framework
for Hydrologic Observation Project
in the Batinah Coast Region
of Sultanate of Oman

1. Objectives

The purpose of the Hydrologic Observation Project (hereinafter referred to as " the Project ") is to set up the optimum hydrologic observation network and carry out hydrologic and hydrogeological surveys, with a view of integrated water resource development in the Batinah Coast Region of Sultanate of Oman. On the basis of the said surveys, the hydrological analysis will be carried out to ascertain the salient features and characteristics of hydrological water balance in the said region.

2. Project area

The following stretches of wadis were slated as the project area;

- (1) W. AHIN
- (2) W. BANI GHAFIR
- (3) W. FARAA
- (4) W. KHARUS
- (5) W. MAAWIL

3. Contents of the Project

The Project is composed of three stages; i.e. Basic survey, Field survey and Data Processing Stage. The details of each stage are shown below.

3-1 Basic Survey

The main purpose of this survey is to formulate the basic plans of the project. Some of the items included are as follows:

- 1) Collection of existing data and information necessary for the implementation of the Project such as,
 - a. hydrological conditions
 - b. topographical maps and aerial photos
 - c. geology & hydrogeology
 - d. water quality and ground water conditions
 - e. meteorological records
 - f. others
- 2) Field reconnaissance to ascertain the conditions and informations
 - a. topography and geology
 - b. hydrogeology and surface soil
 - c. ground water well & observation wells in existence
 - d. hydrologic observation station

- 3) Data acquisition and planning work
 - a. brief electric prospecting
 - b. hydrologic observation network
 - c. drilling method
 - d. physical prospecting method
 - e. instruments needed for the project

3-2 Field Survey

This stage is composed of two types of series; i.e. Field Survey I for setting up the hydrologic observation network, and Field Survey II for executing the drilling work and investigations related with hydrogeological conditions. The contents of each field survey are as follows.

- 1) Field survey I
 - a. Installation of hydrologic observation network
 - o rain-gauge
 - o run-off gauge
 - o evaporation pan
 - o ground water gauge
 - o water level gauge
 - o others
 - b. Observation of hydrologic components
 - o observational work for each measurements will be carried out during survey period

- c. Testing on water quality and present water use
 - o salinity, temperature, ion density
 - o compositions of ground water
 - o consumption of water use

2) Field survey II

- a. drilling works for construction of observation wells and testing wells
- b. electrical logging and pumping test
- c. testing of ground water quality
- d. electrical prospecting

3-3 Data processing and data analysis

The data obtained during surveys will be analysed synthetically and some of the hydrological conditions and hydrogeological features will be made apparent. Such work will be utilized to estimate the hydrological water balance and water resource development potential of each Wadi Basin.

4. Reports

JICA will prepare and submit the following reports in English to the Government of Sultanate of Oman in accordance with the tentative schedule in annex 2.

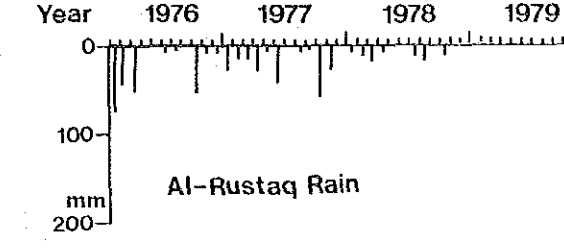
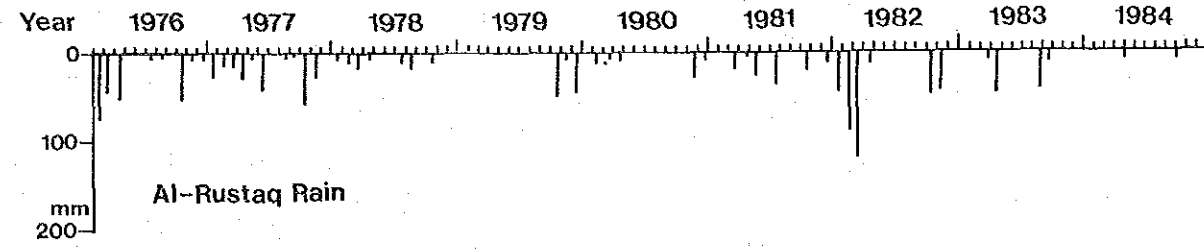
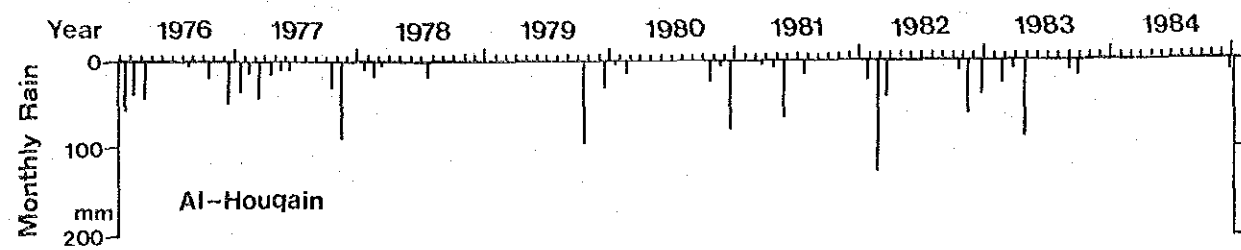
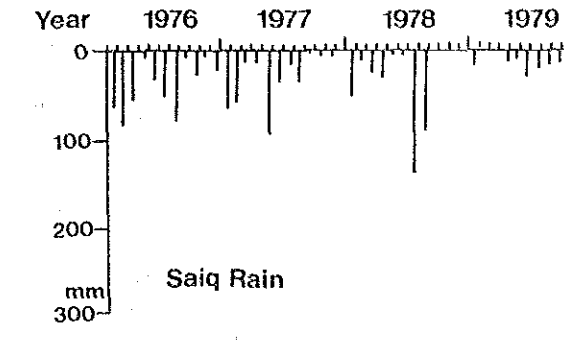
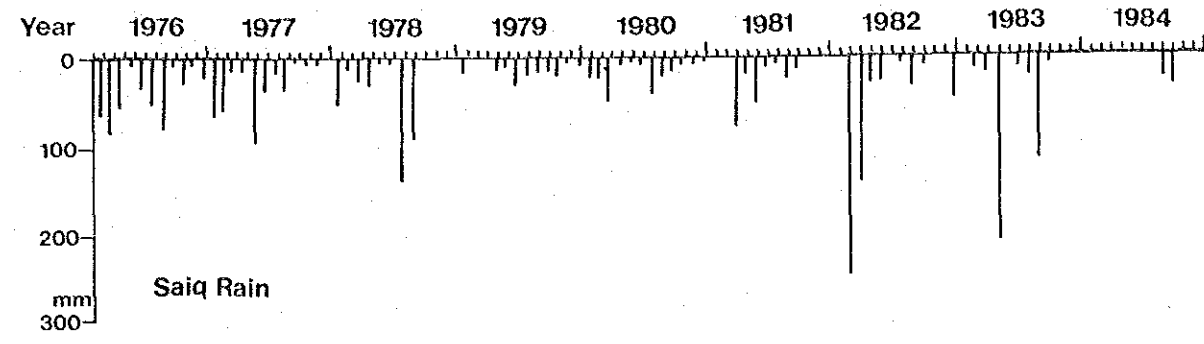
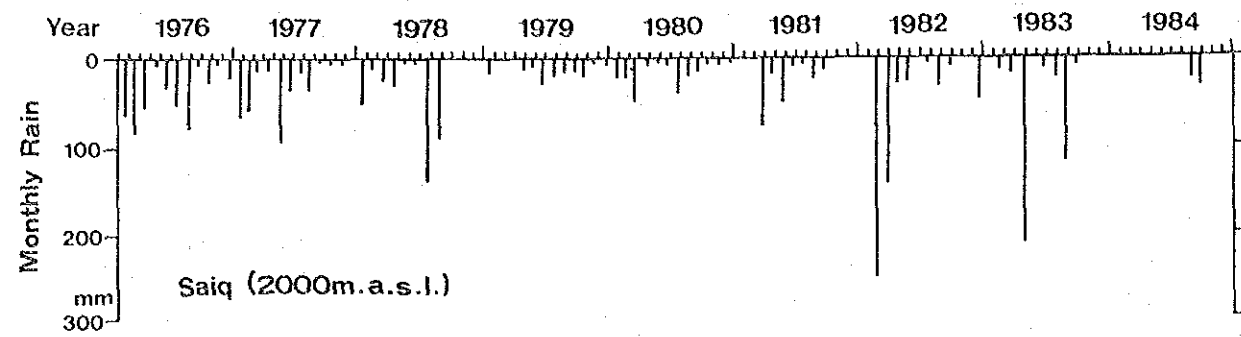
1. Inception Report
 - o 20 copies
 - o at the beginning of each field survey
2. Progress Report
 - o 20 copies
 - o at the end of each field survey
3. Interim Report
 - o 20 copies
 - o within the three months after basic study and implementation study (Phase I)
4. Draft Final Report
 - o 20 copies
 - o within three months after implementation study (Phase II)
5. Final Report
 - o 50 copies
 - o within 2 months after receipt of comments by the Government of Sultanate of Oman.

ANNEX -2 Tentative schedule. For Hydrologic Observation Project in The Dairnah Coast Area of Northern Oman

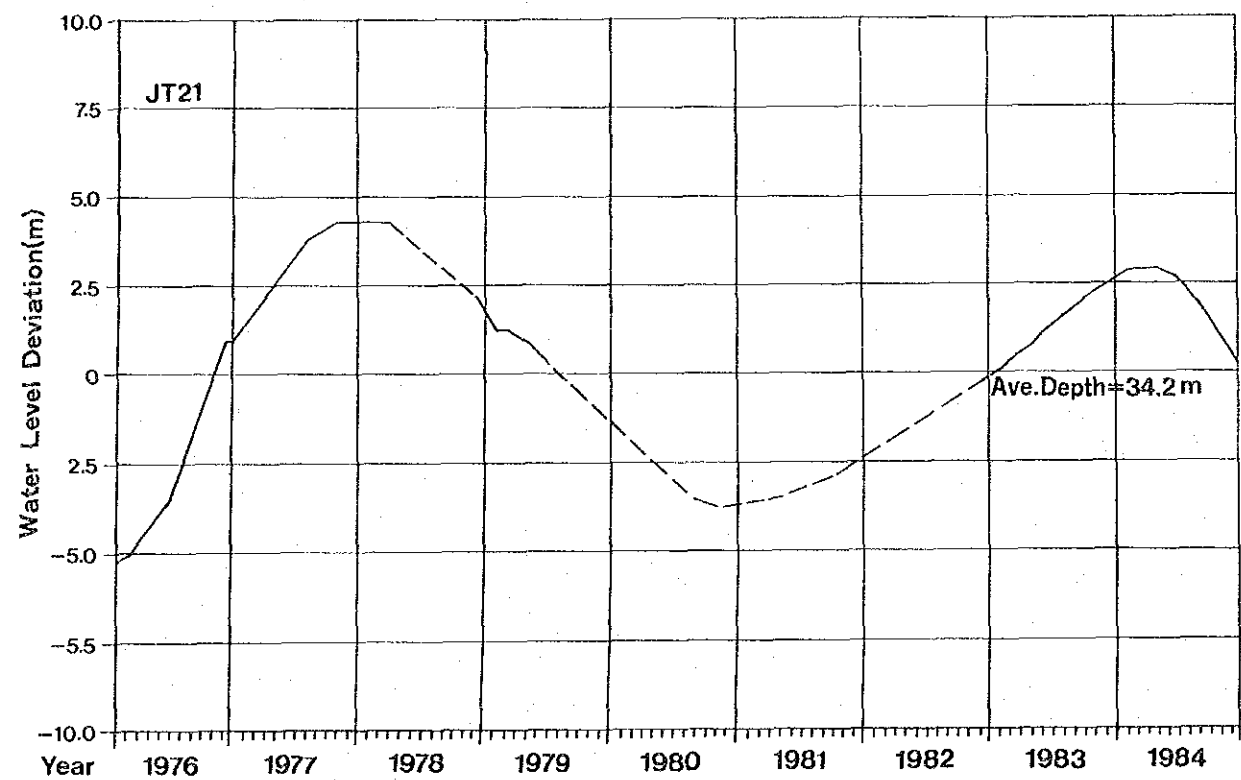
Surveys	1981			1982			1983			1984					
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Time flow															
Preliminary survey (S/W mission)															
Basic survey															
planning and preparatory work in Japan															
sending of equipments et. al															
Field survey															
field survey-1 installation observation															
field survey-2 drilling et. al observation															
Data processing															
Reports															
I.C.R. Inception															
P.R. Progress															
I.T.R. Interim															
D.F.R. Draft final															
F.R. Final															

付録6. パートナ・コースト水理地質図

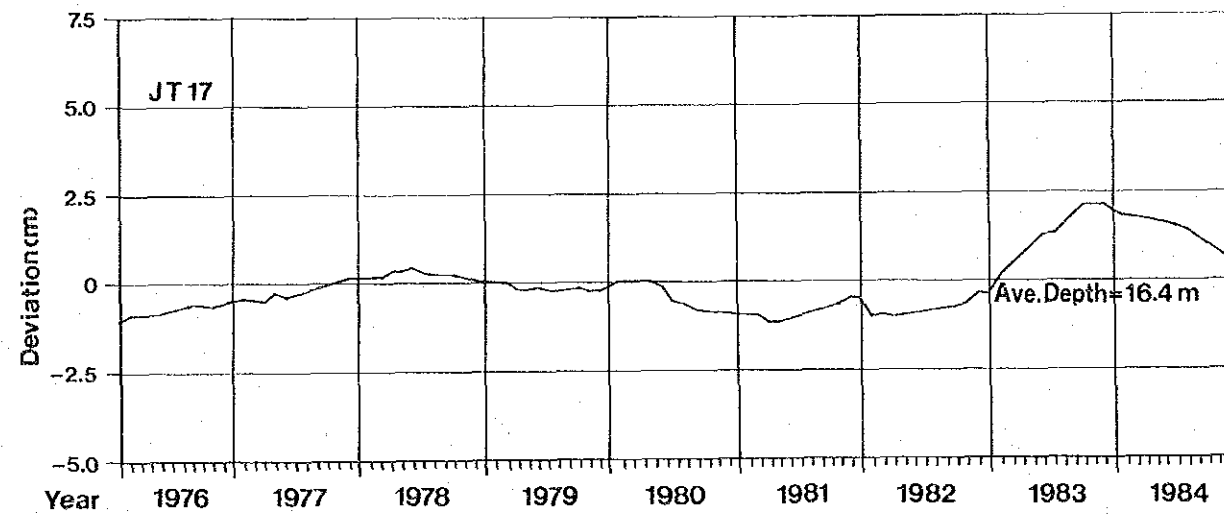
OBSERVATION WELL HYDROGRAPH (1976-1984)



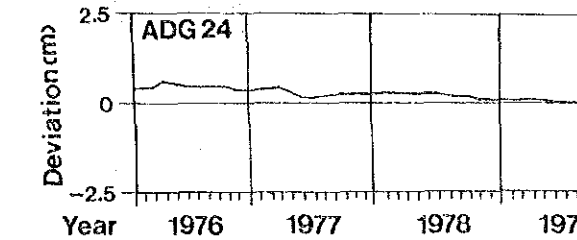
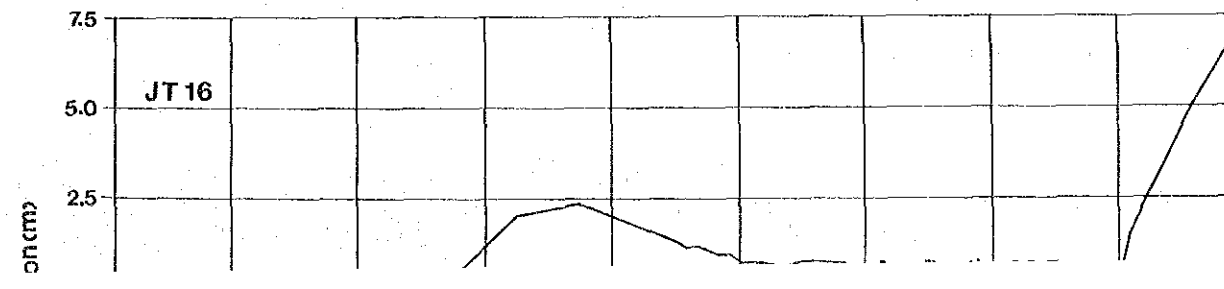
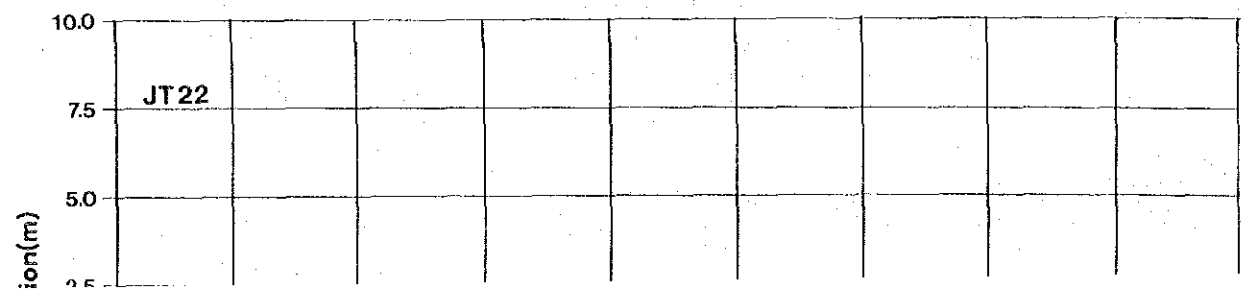
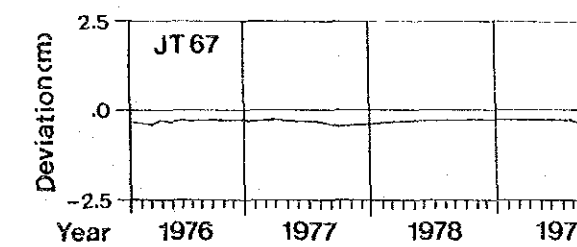
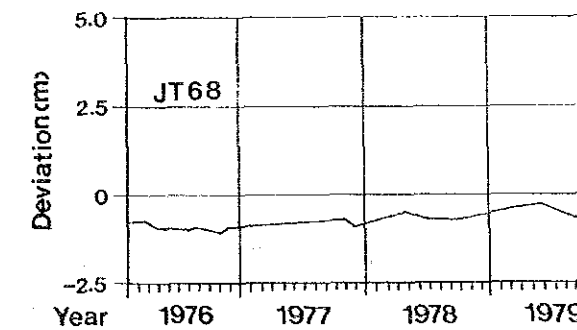
WADI BANI GHAFIR



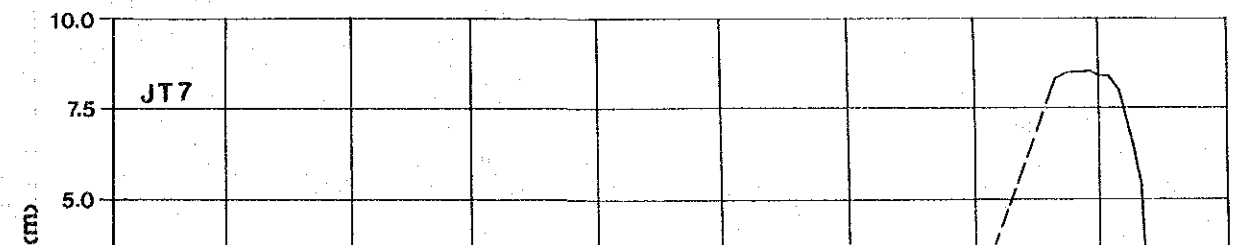
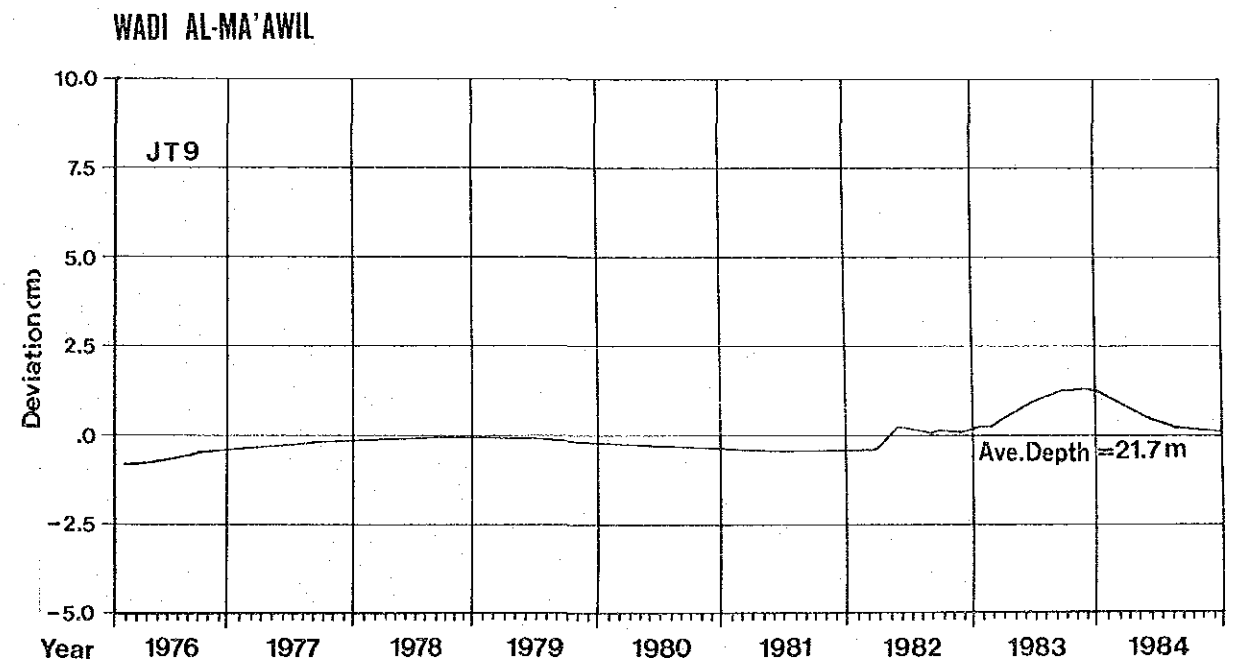
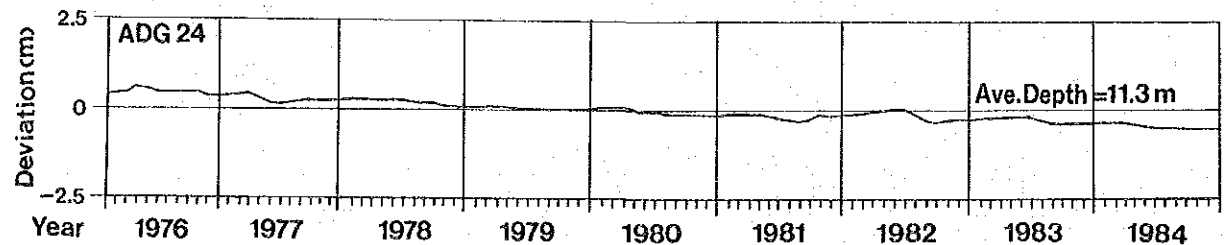
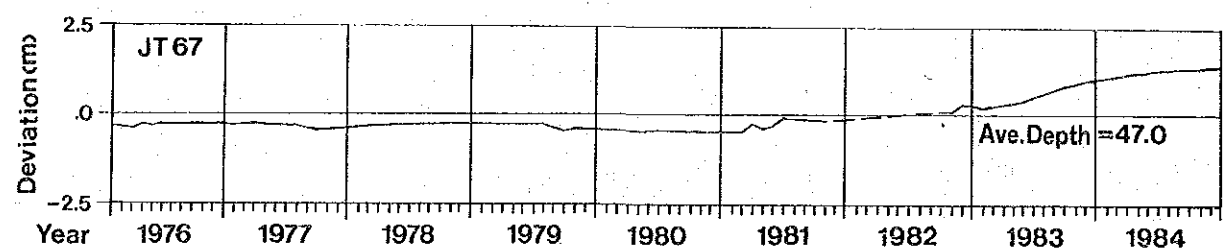
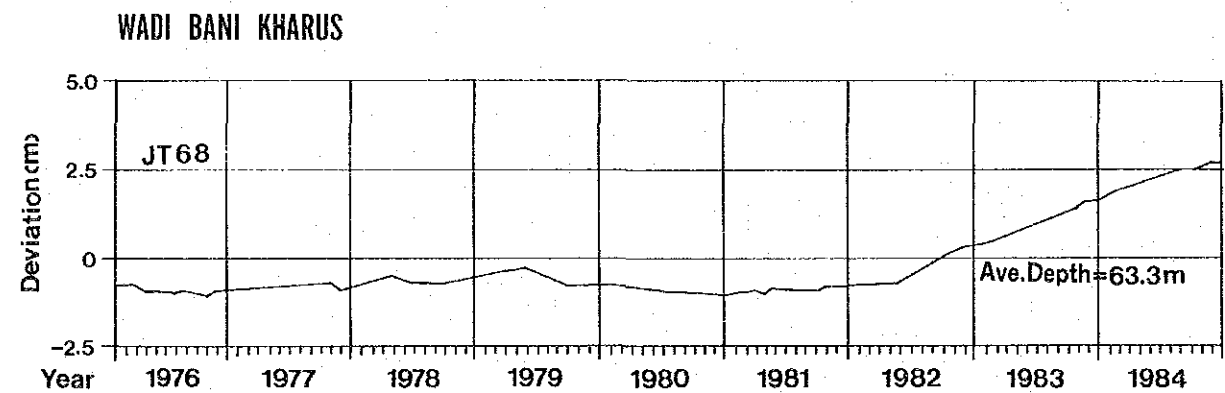
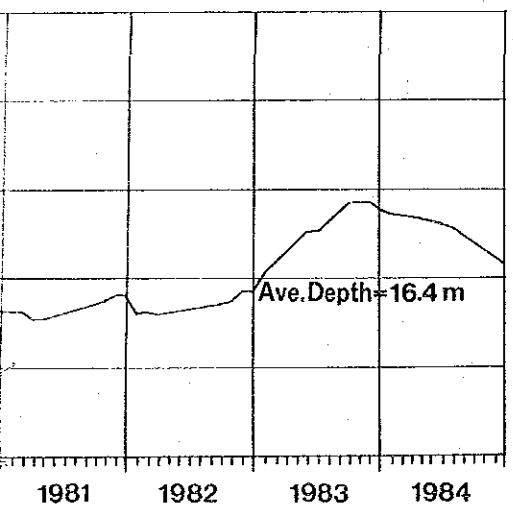
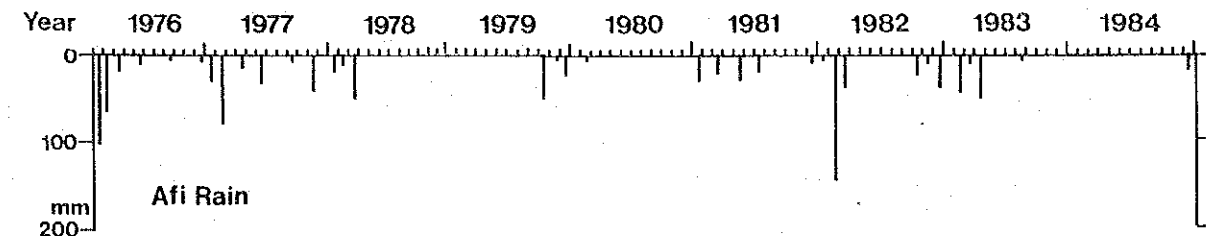
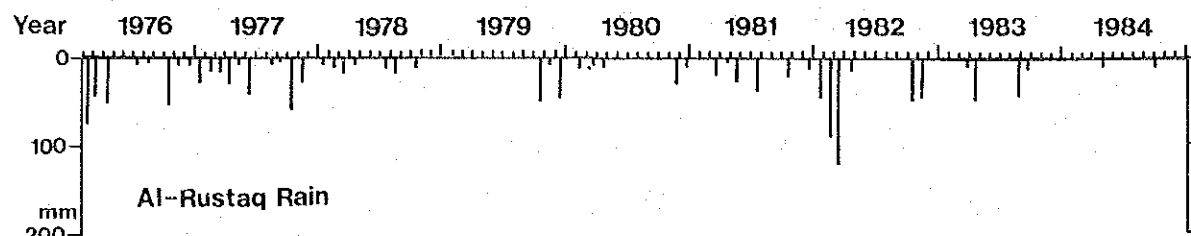
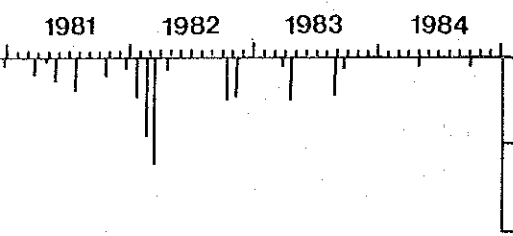
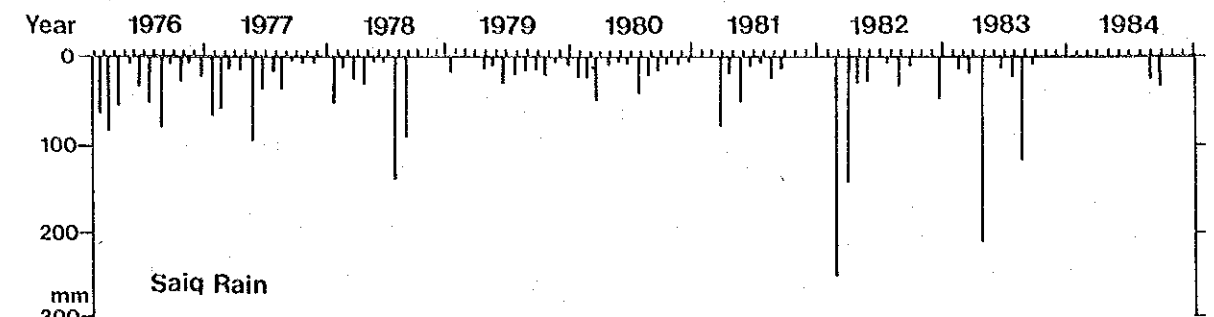
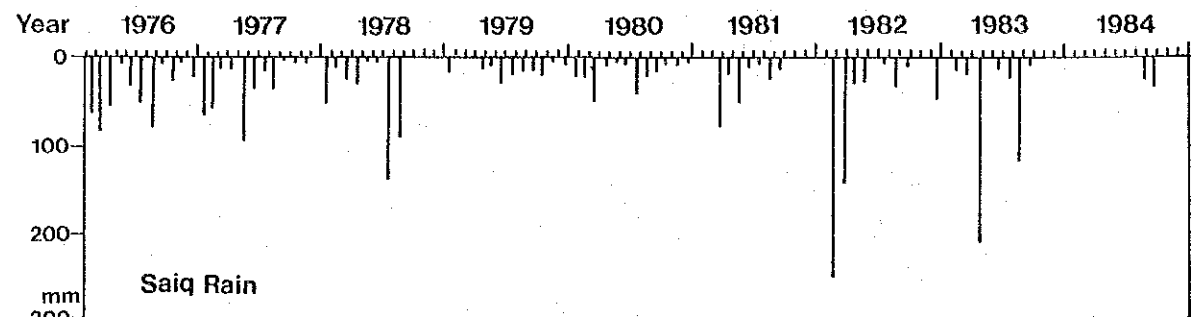
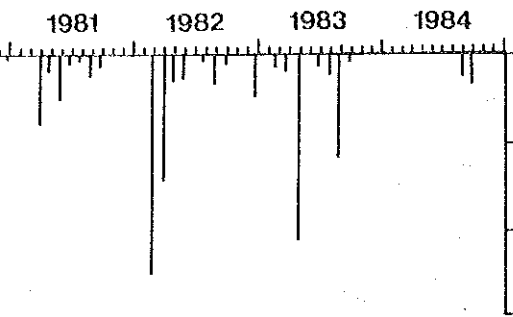
WADI AL-FARA'

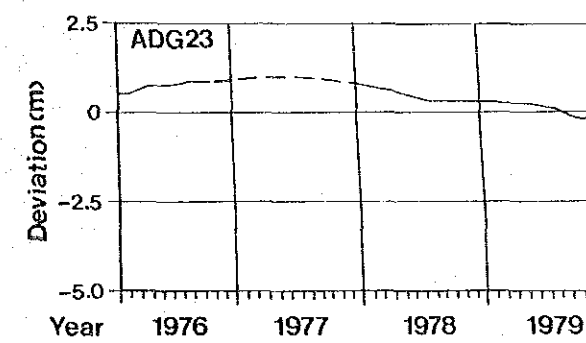
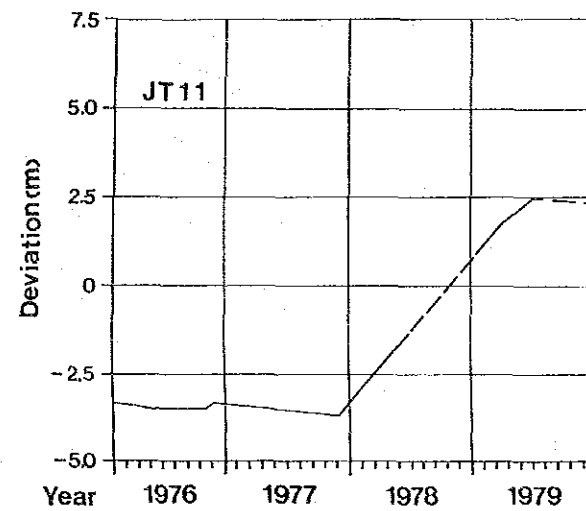
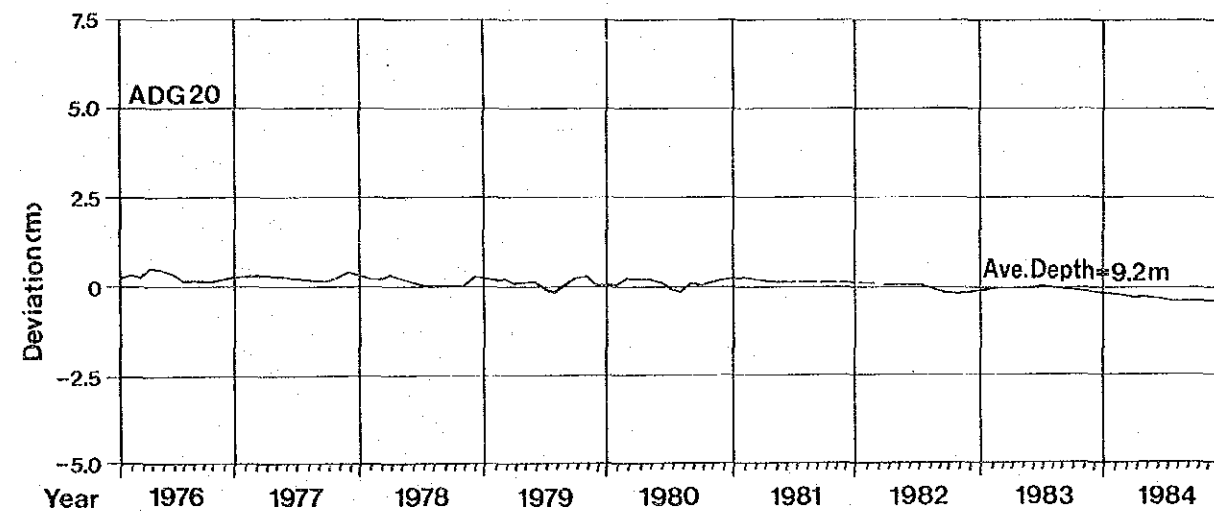
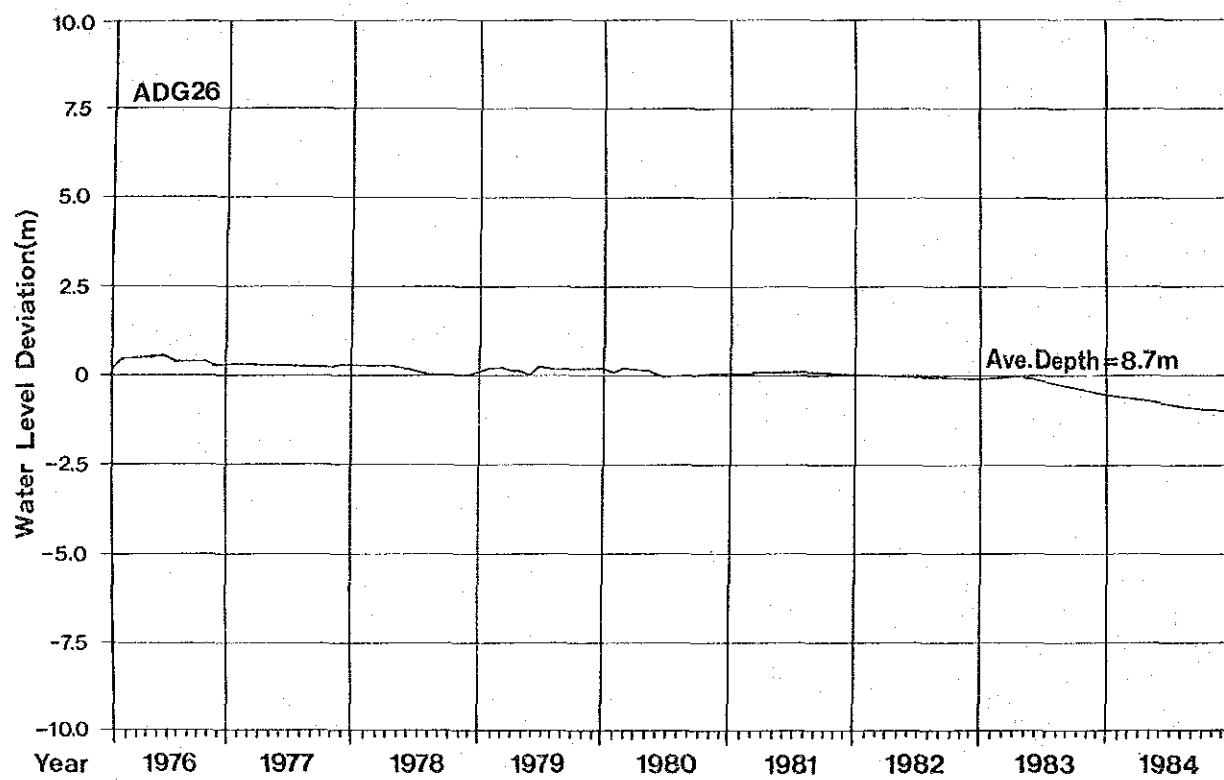
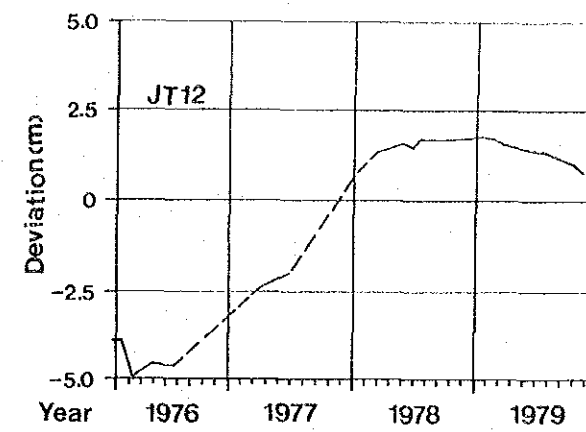
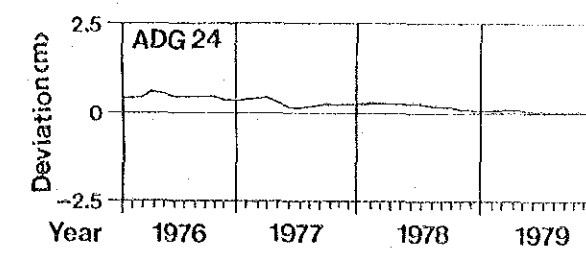
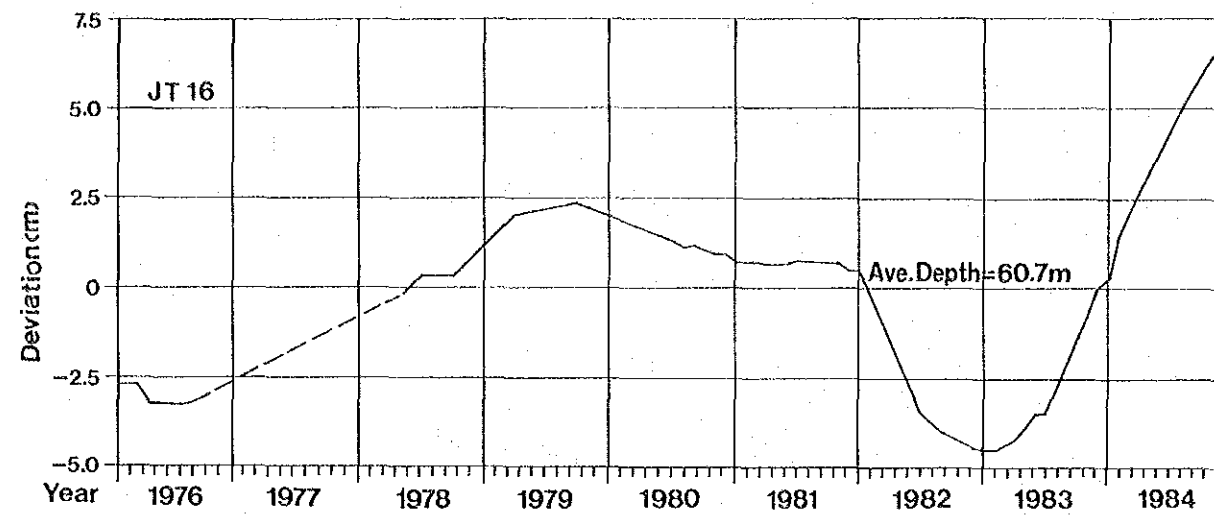
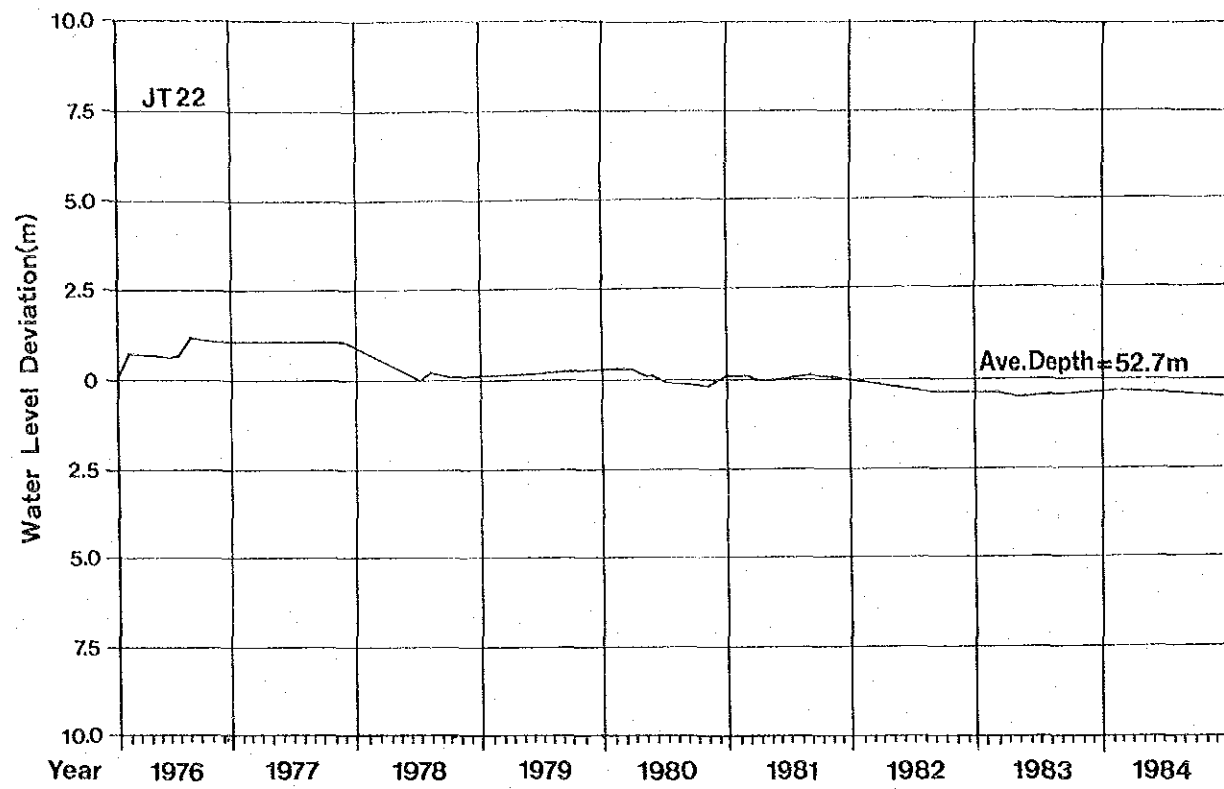


WADI BANI KHARUS

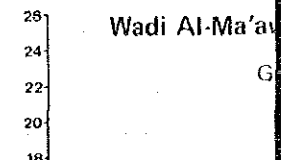
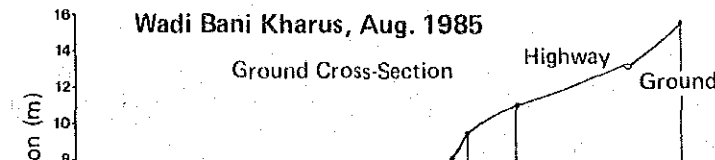
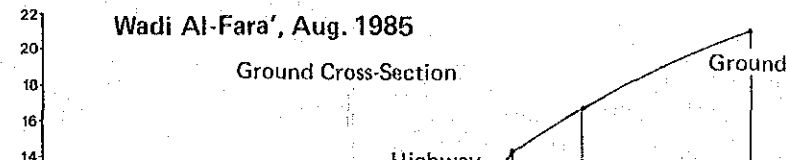
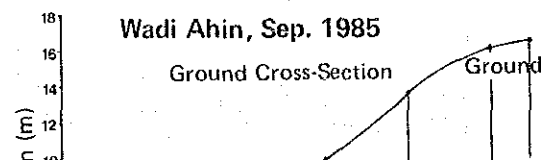


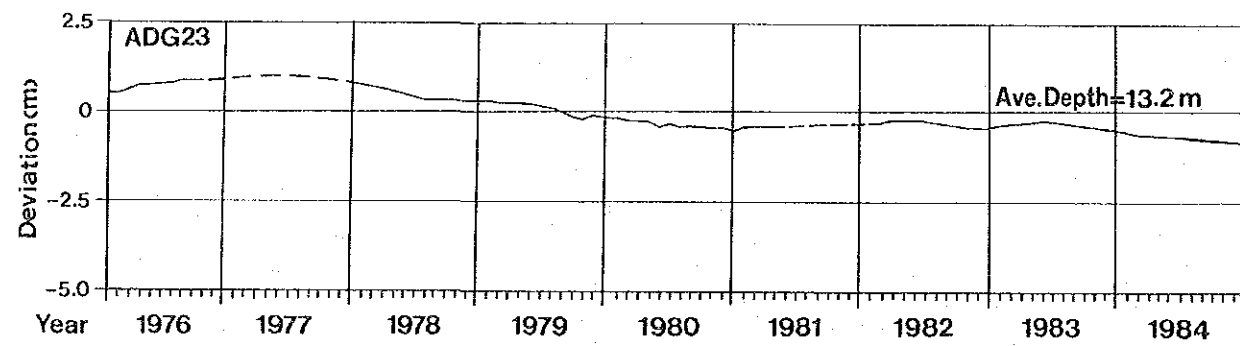
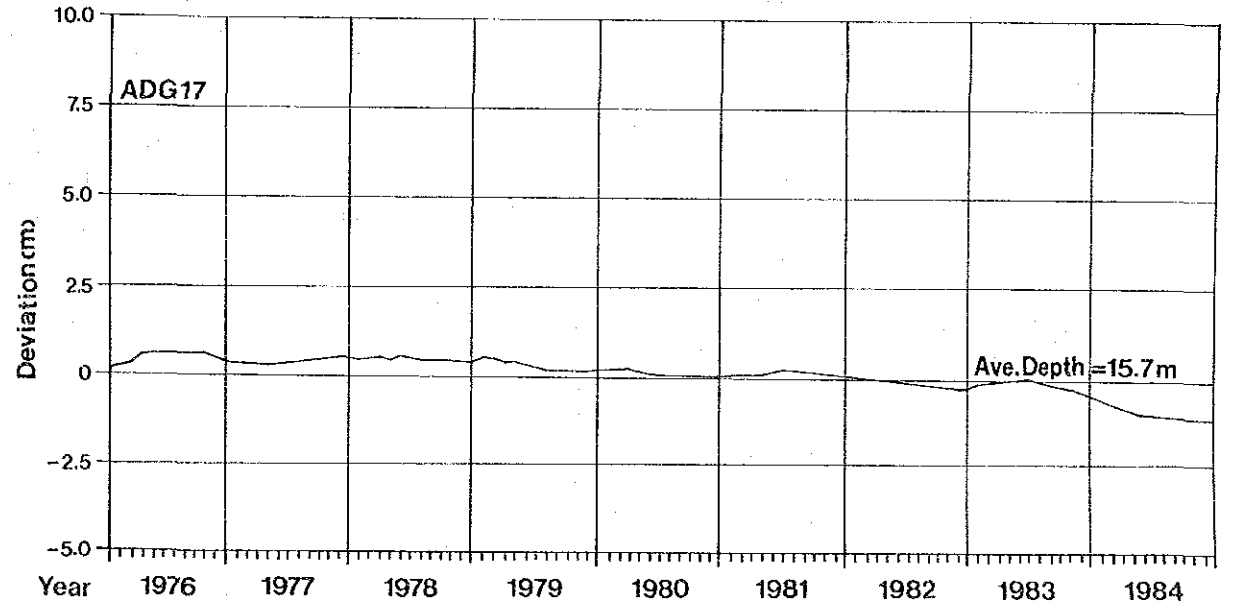
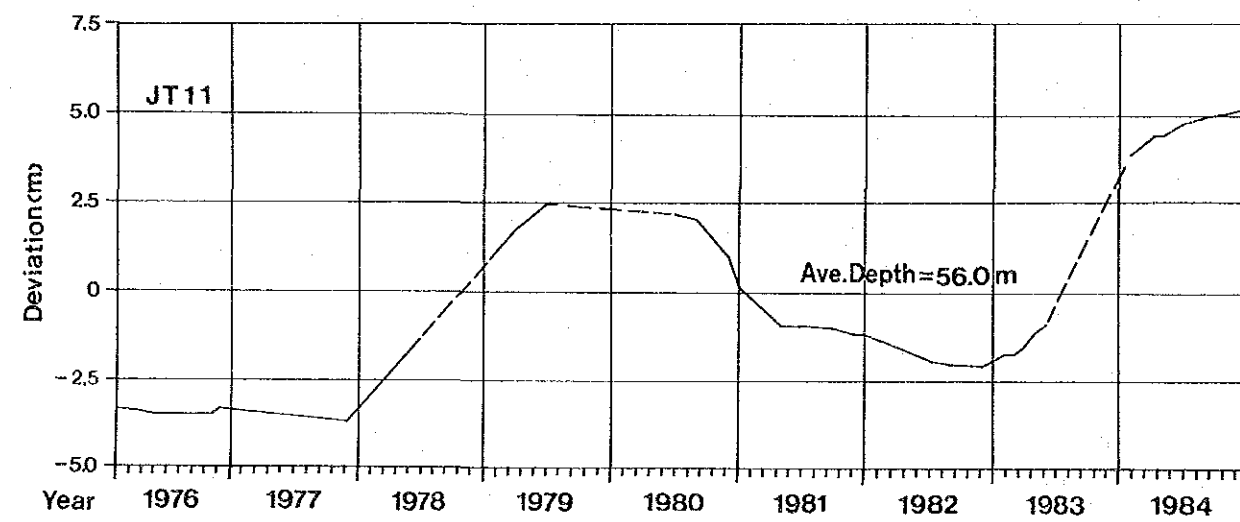
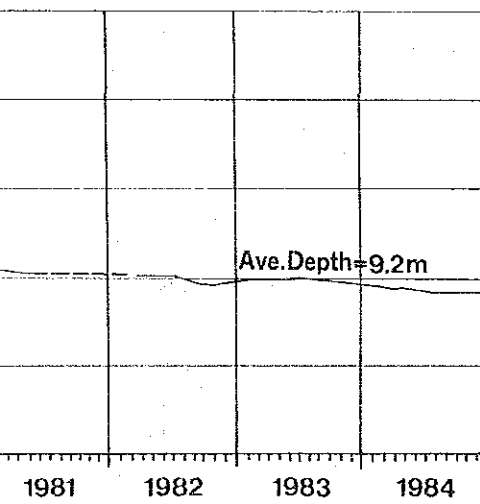
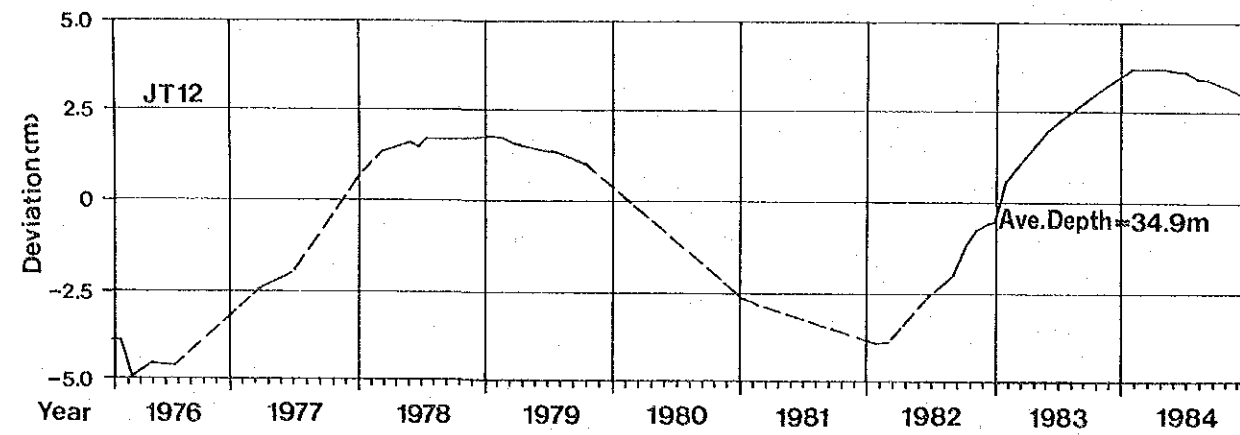
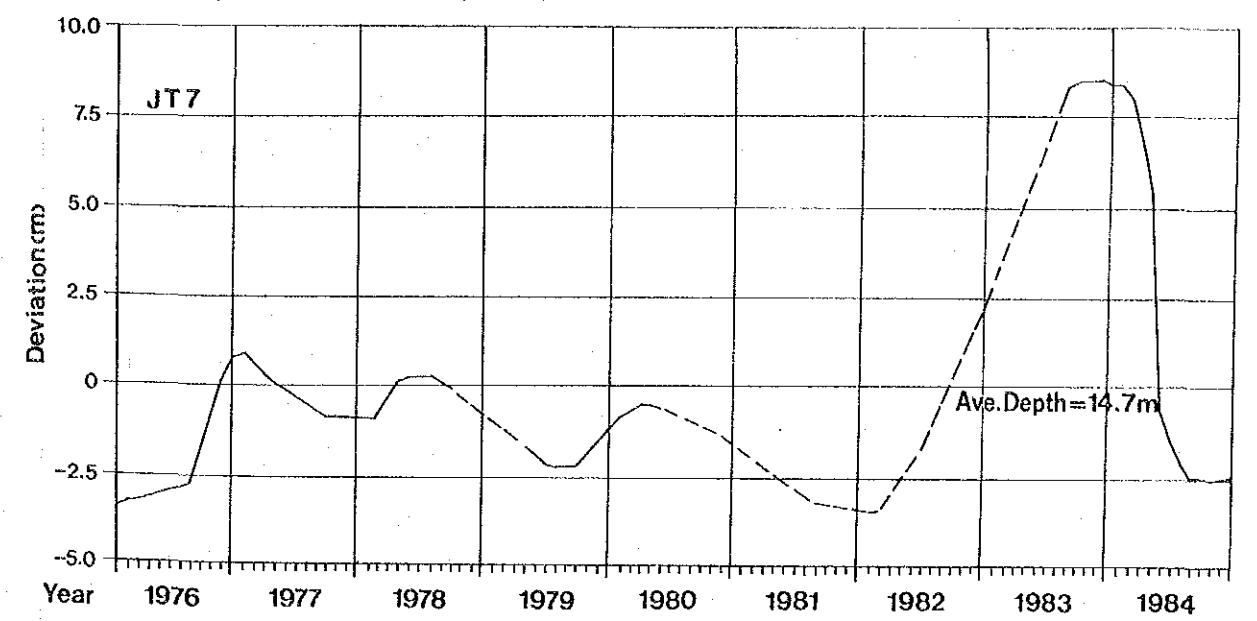
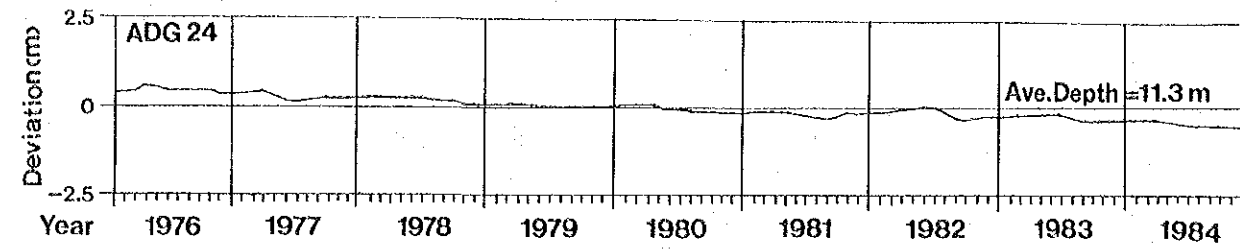
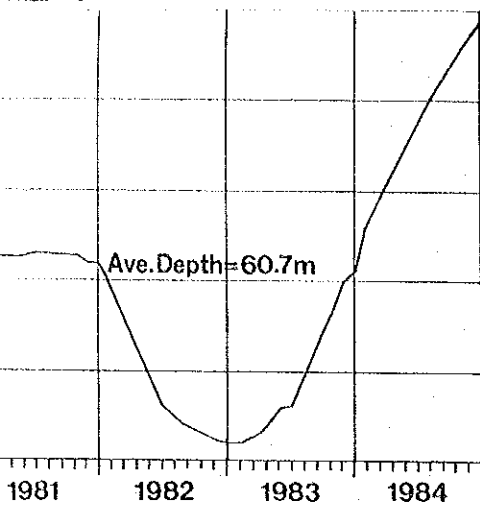
OBSERVATION WELL HYDROGRAPH (1976-1984)





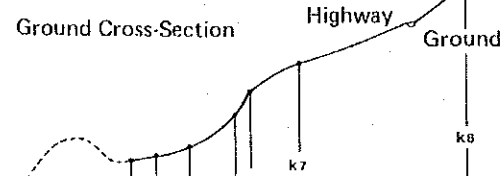
CROSS-SECTIONAL PROFILE OF GROUND AND GROUNDWATER NEAR THE COAST



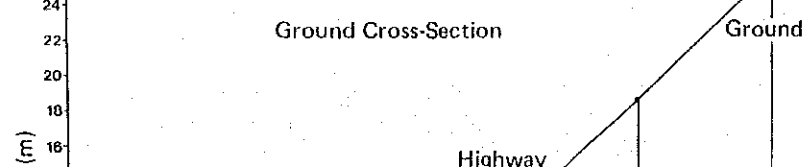


GROUNDWATER NEAR THE COAST

Wadi Bani Kharus, Aug. 1985



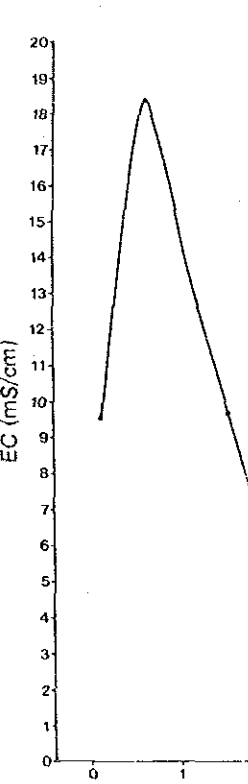
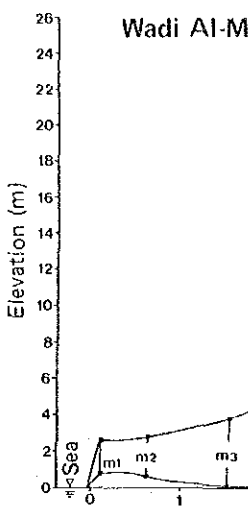
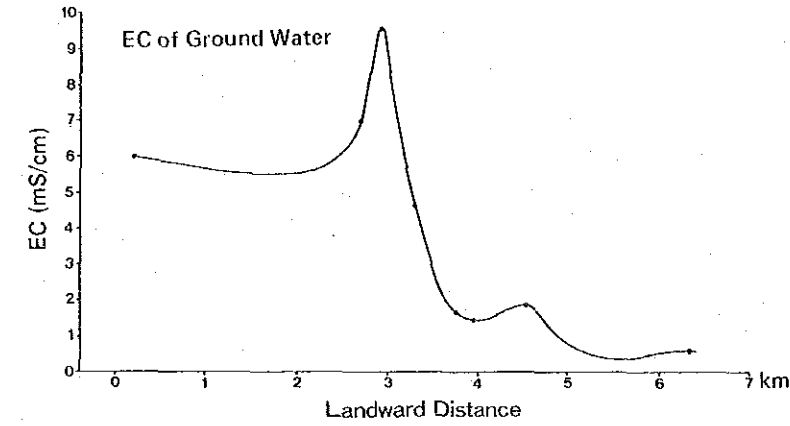
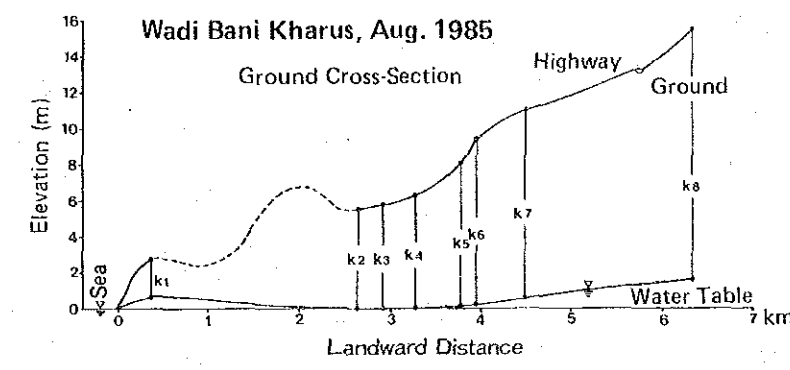
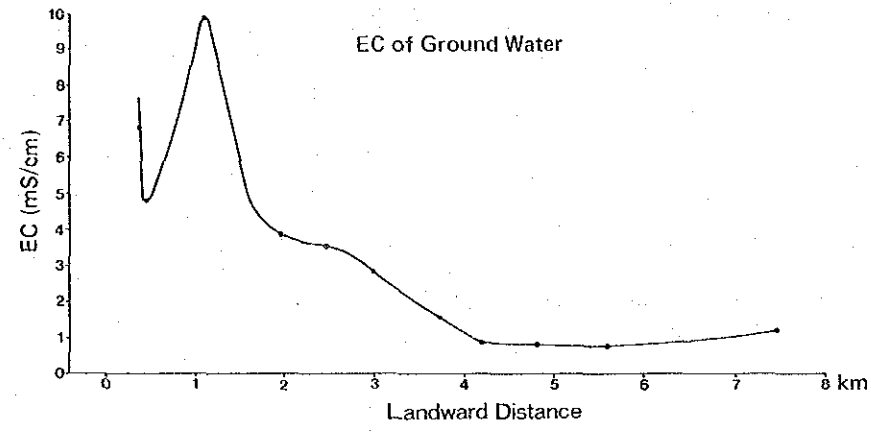
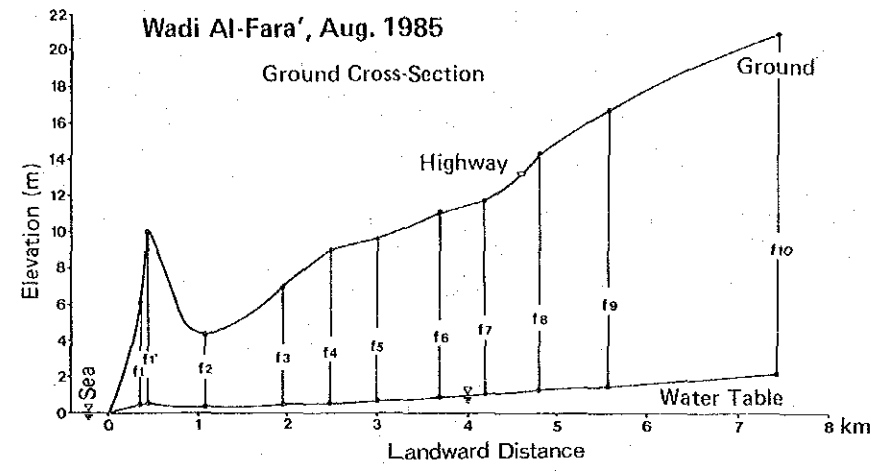
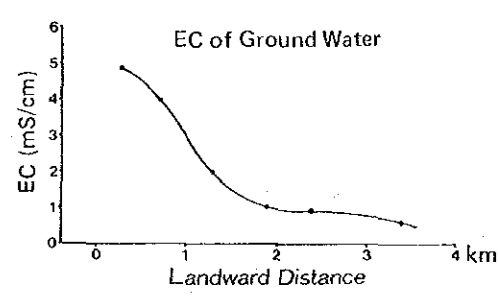
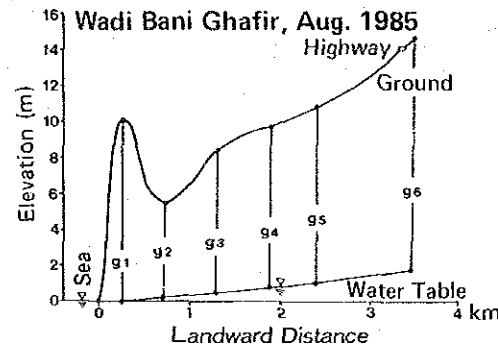
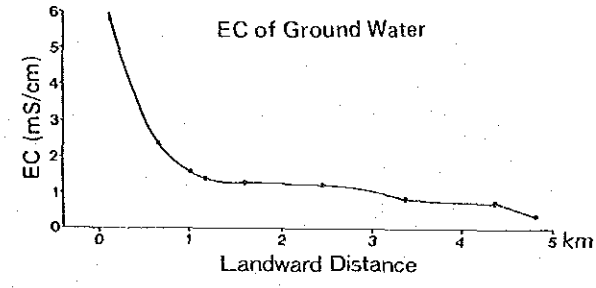
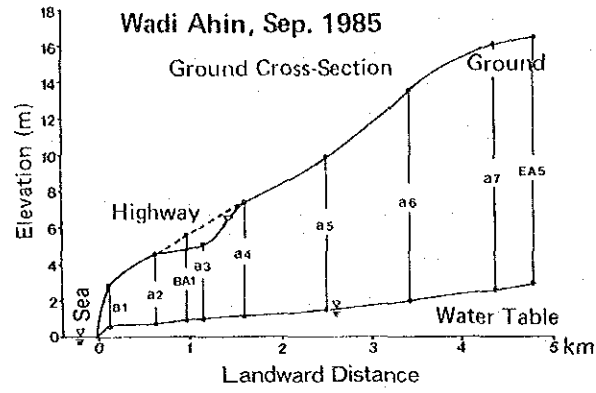
Wadi Al-Ma'awil, Aug. 1985



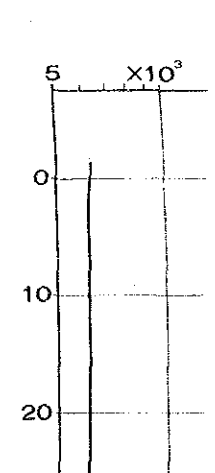
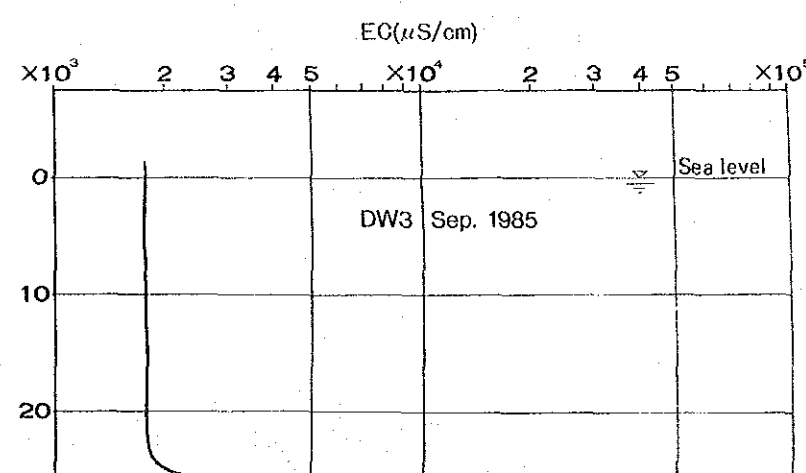
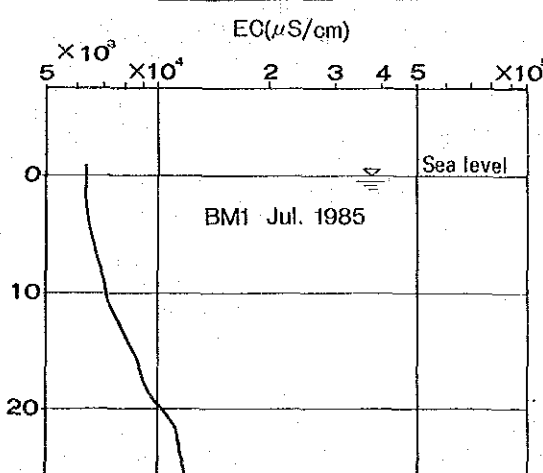
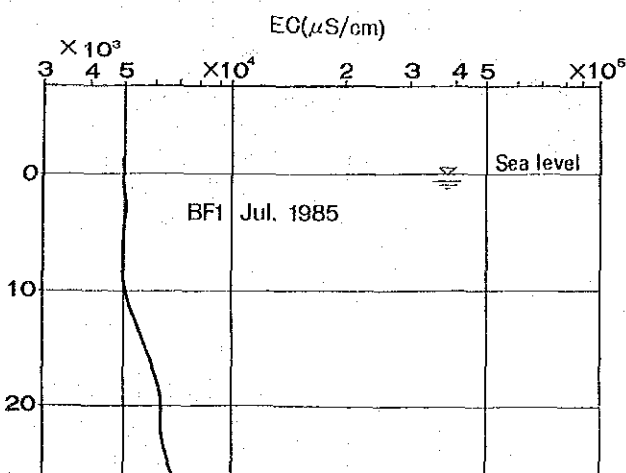
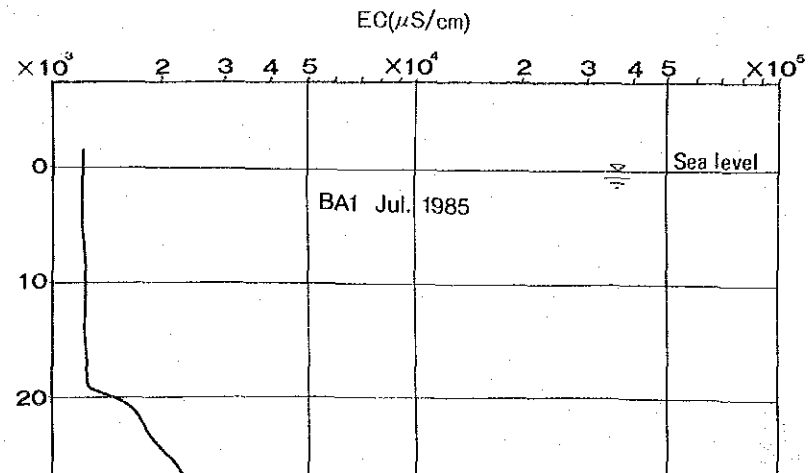
References

- Sir Alexander Gibb and Partners, (1976), Water Resources Survey of Northern Oman, Final Report
- ILACO, (1975), Water Resources Development Project, Northern Oman, Final Report
- Glennie, K.W. et al, (1974), Geology of Oman Mountains

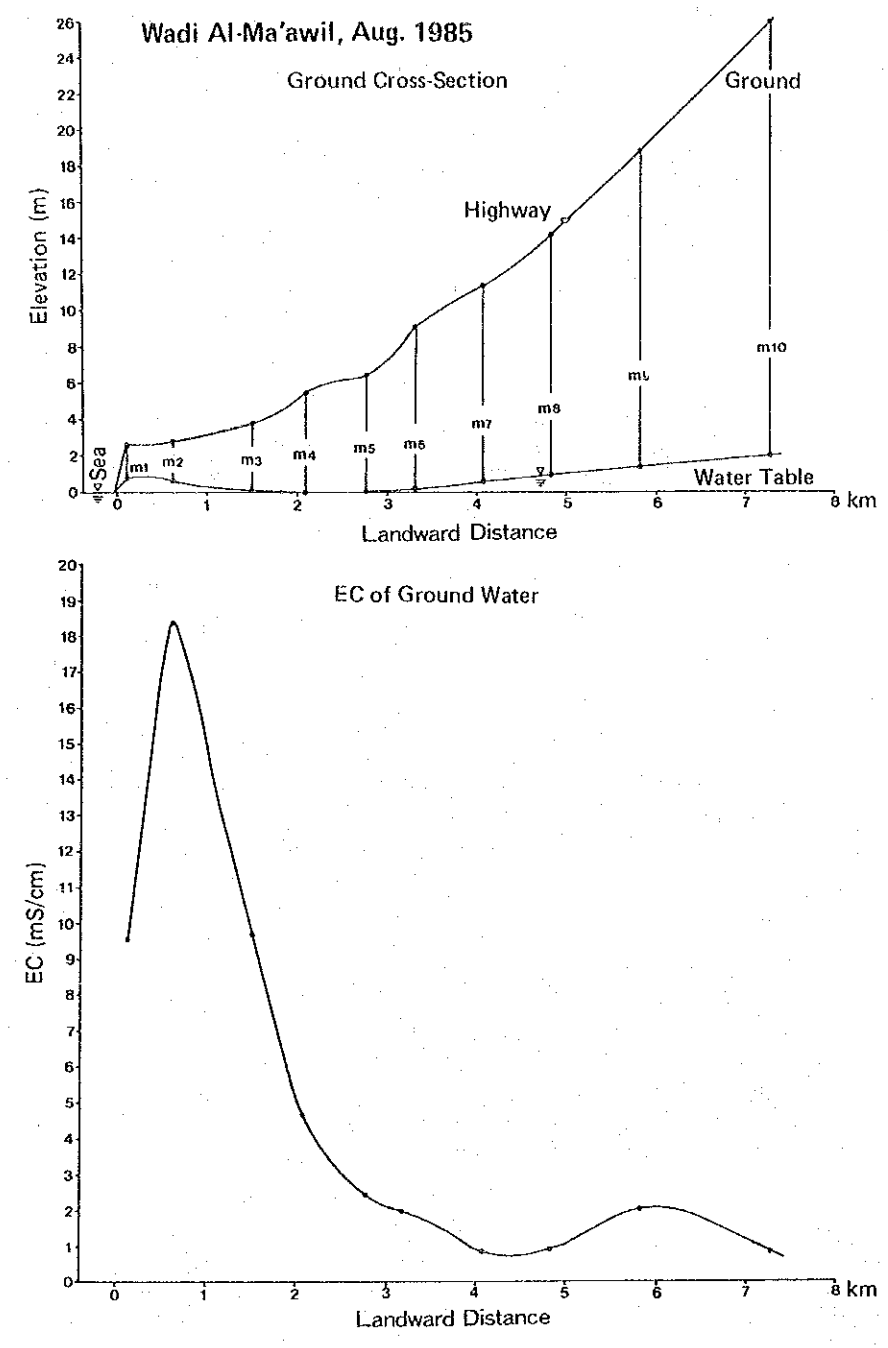
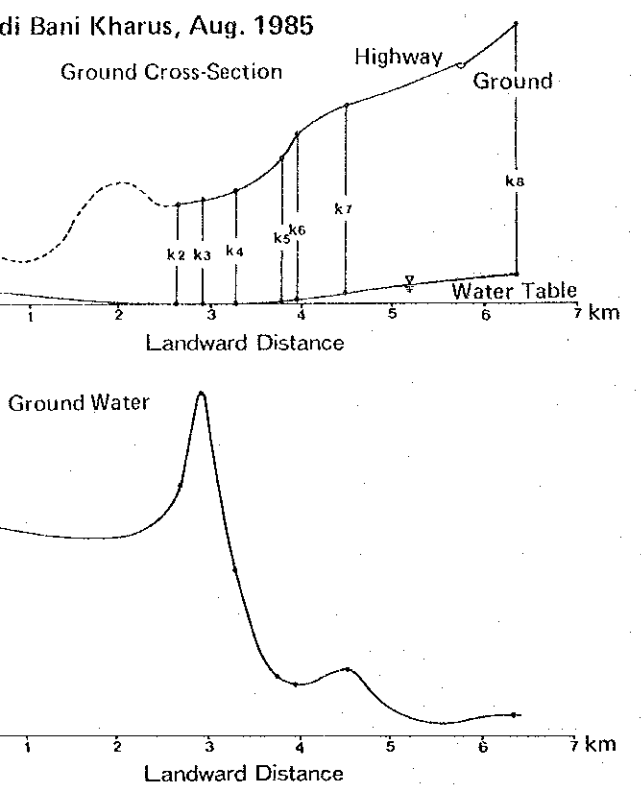
CROSS-SECTIONAL PROFILE OF GROUND AND GROUNDWATER NEAR THE COAST



EC Log of Coastal Wells



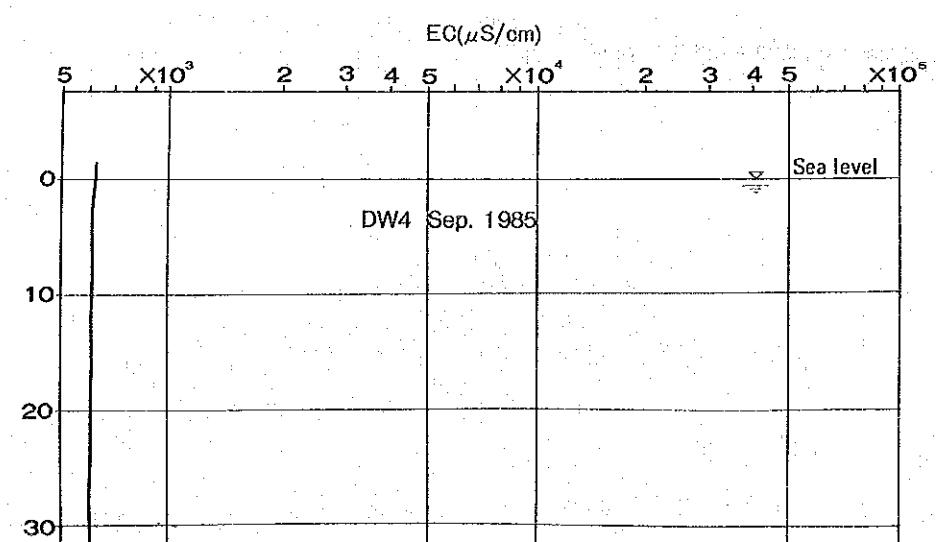
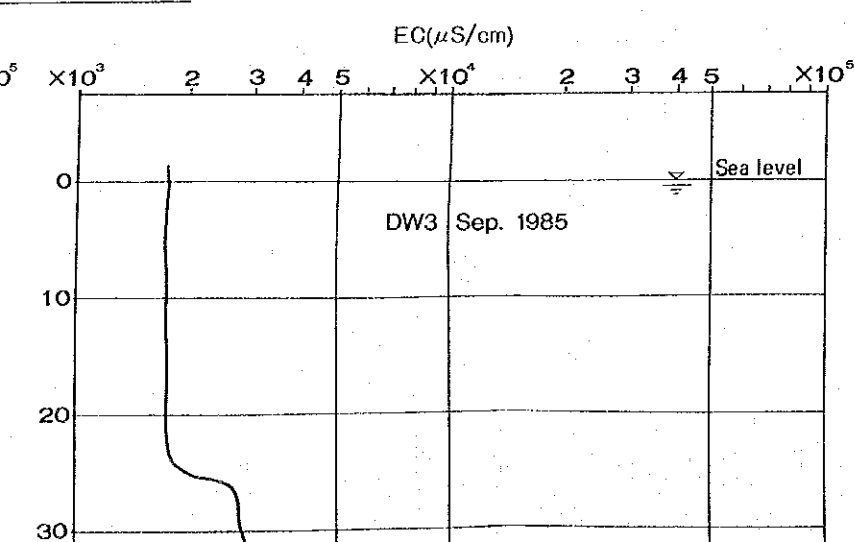
GROUNDWATER NEAR THE COAST



References

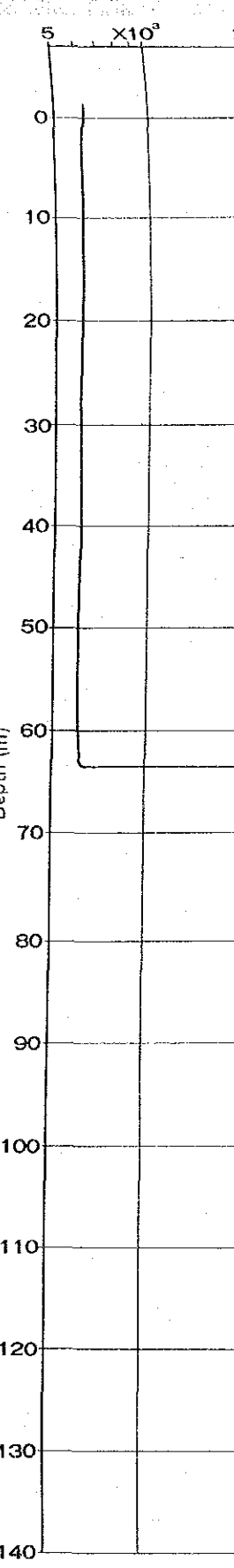
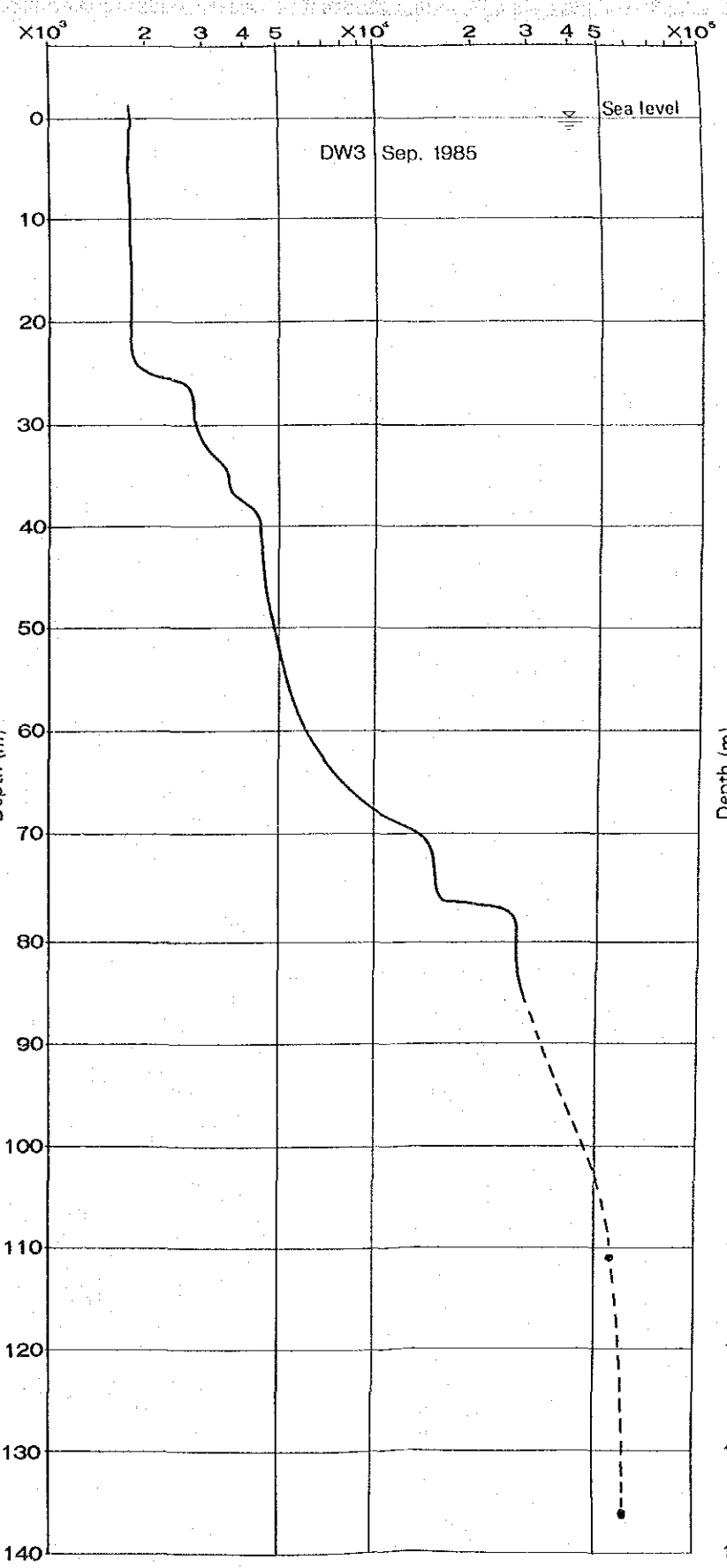
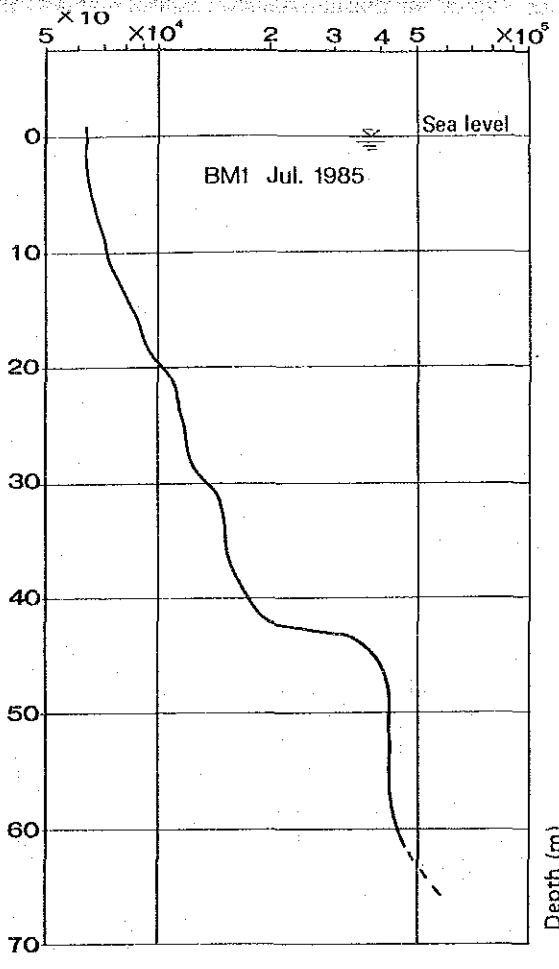
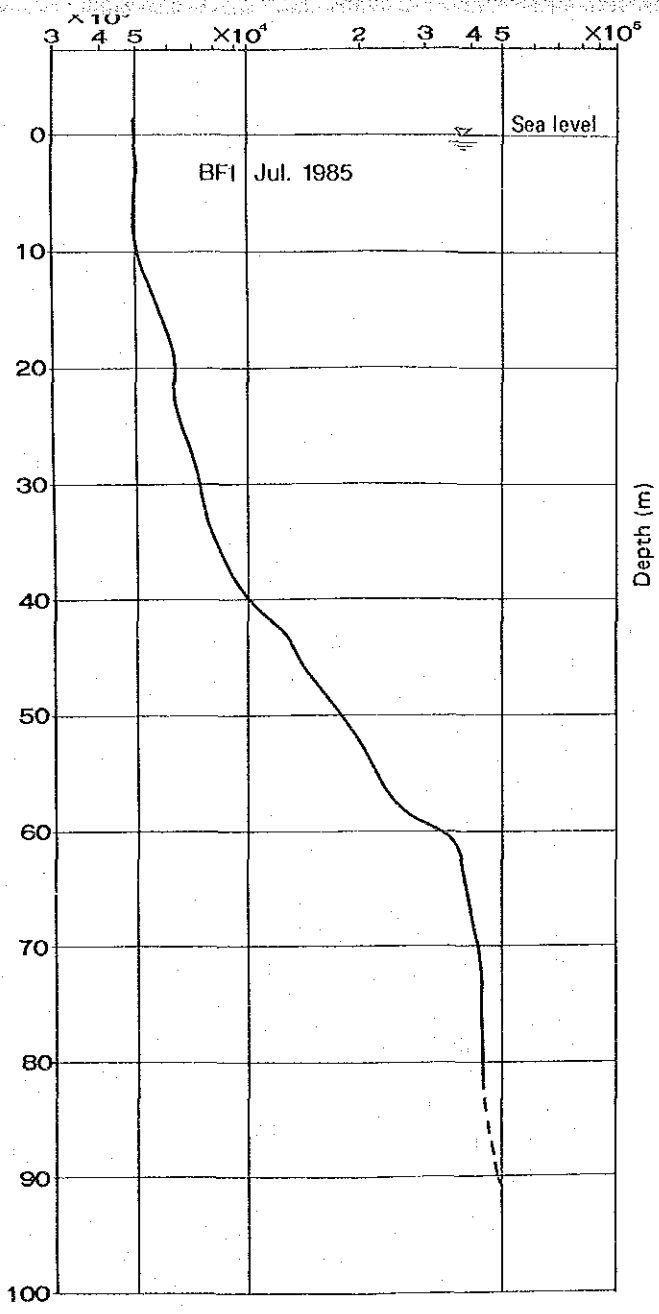
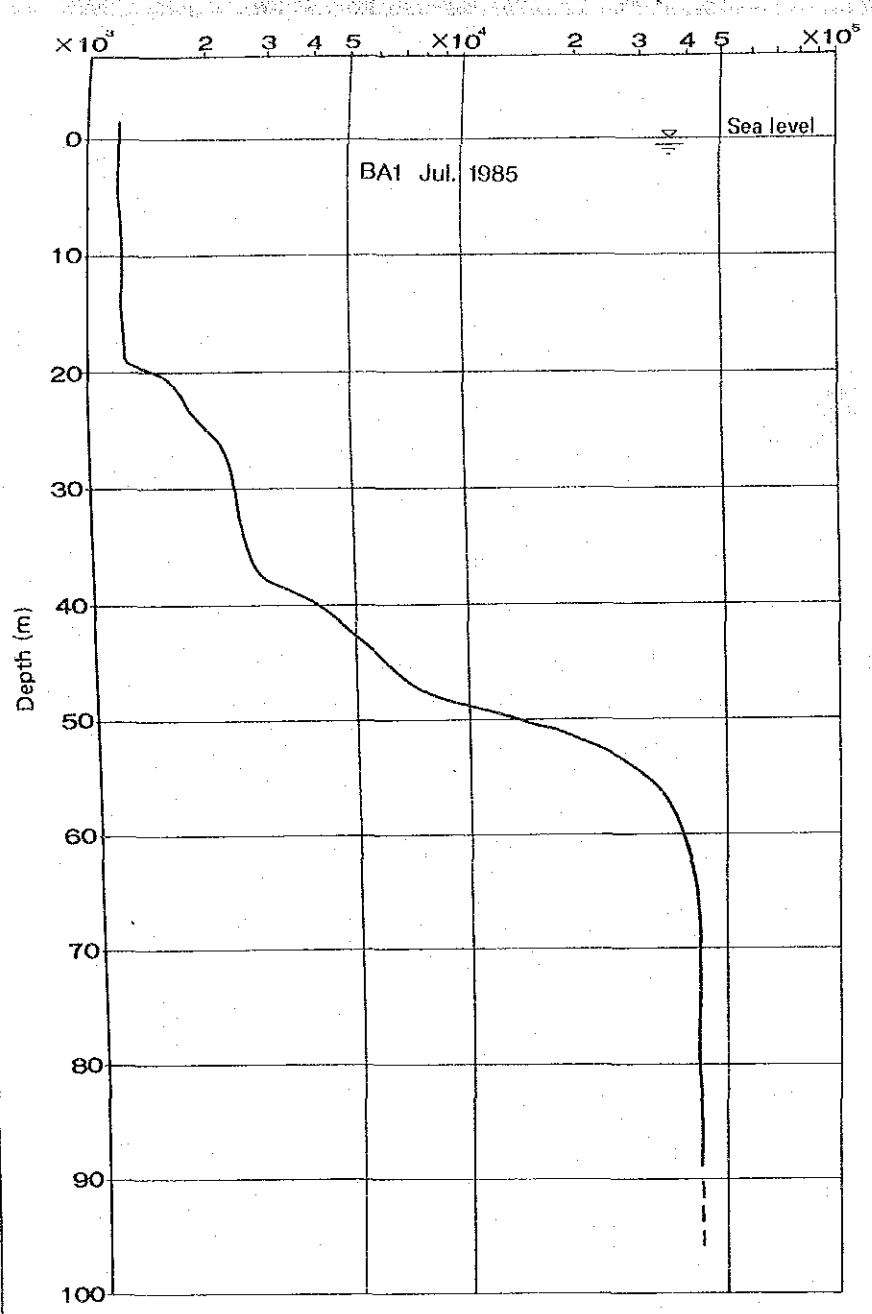
- Sir Alexander Gibb and Partners, (1976), Water Resources Survey of Northern Oman, Final Report
- ILACO, (1975), Water Resources Development Project, Northern Oman, Final Report
- Glennie, K.W. et al, (1974), Geology of Oman Mountains

al Wells

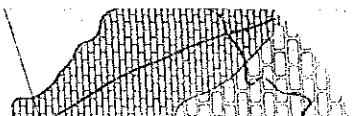
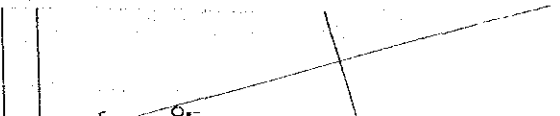


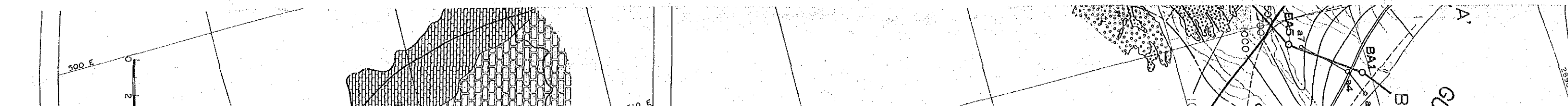
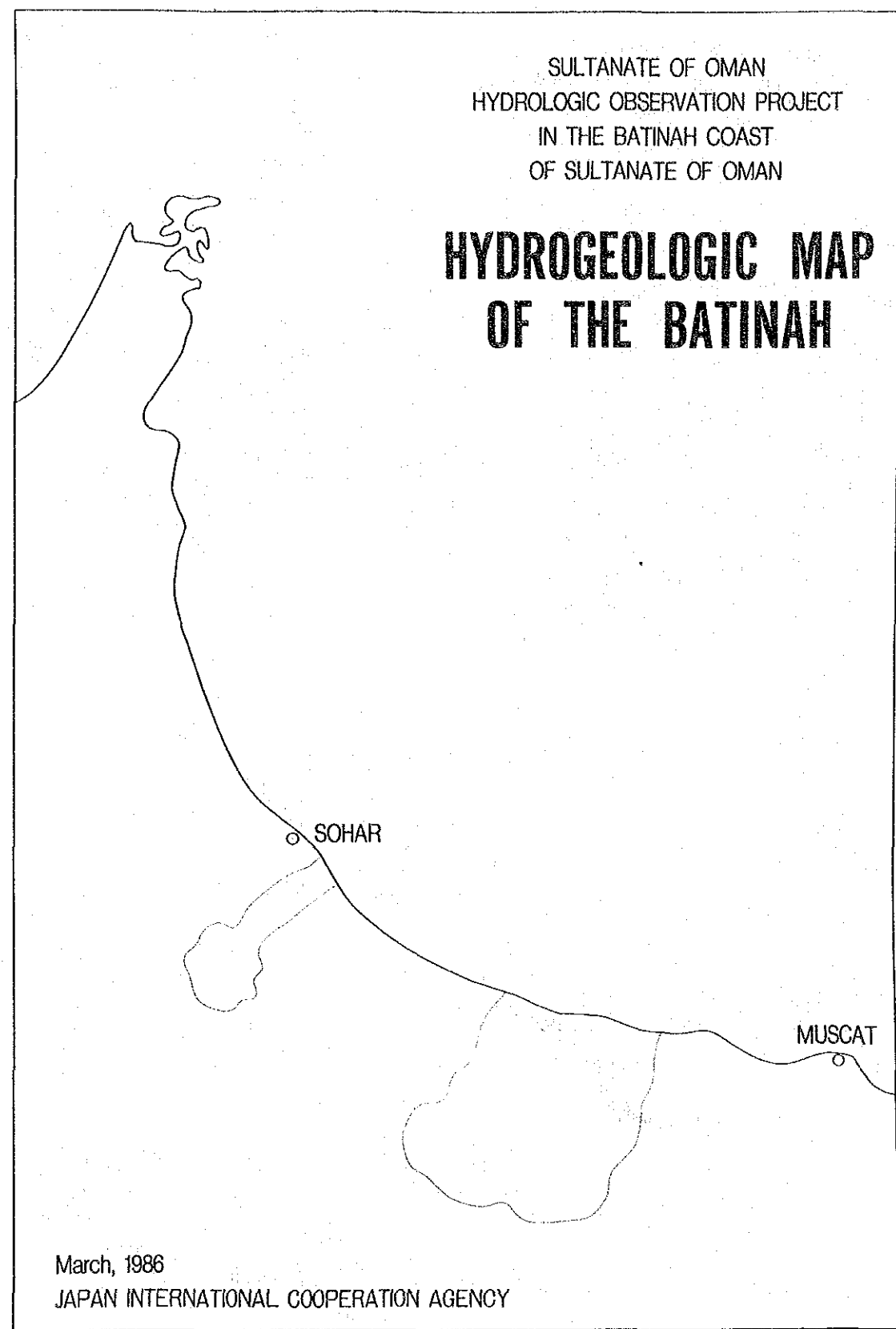
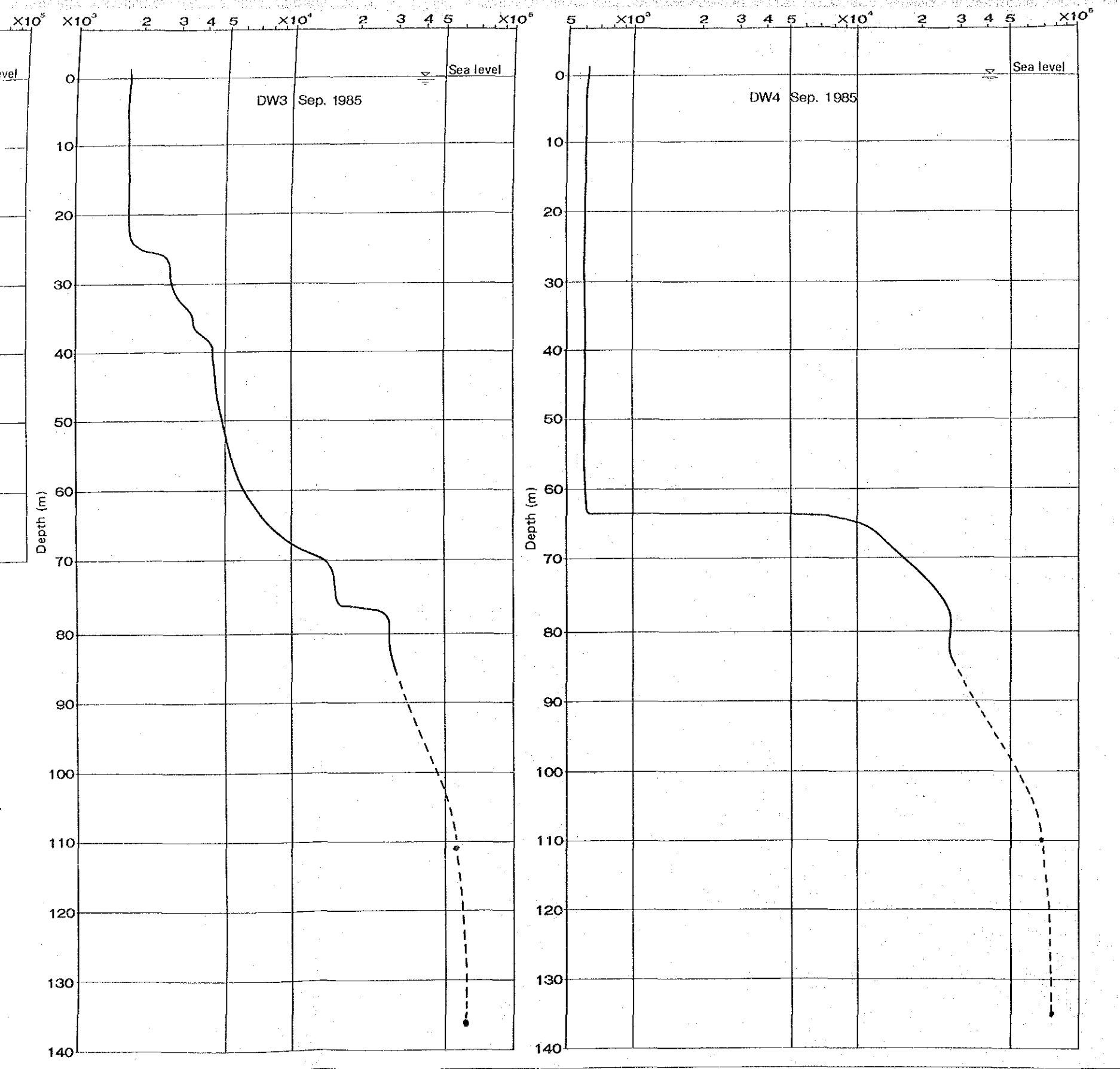
SULTANATE OF OMAN
 HYDROLOGIC OBSERVATION PROJECT
 IN THE BATINAH COAST
 OF SULTANATE OF OMAN

**HYDROGEOLOGIC MAP
 OF THE BATINAH**



*EC values are corrected at 25°C.





The Government of Sultanate of Oman
 Hydrologic Observation Project in the Batinah Coast of
 Sultanate of Oman

HYDROGEOLOGIC MAP OF THE BATINAH

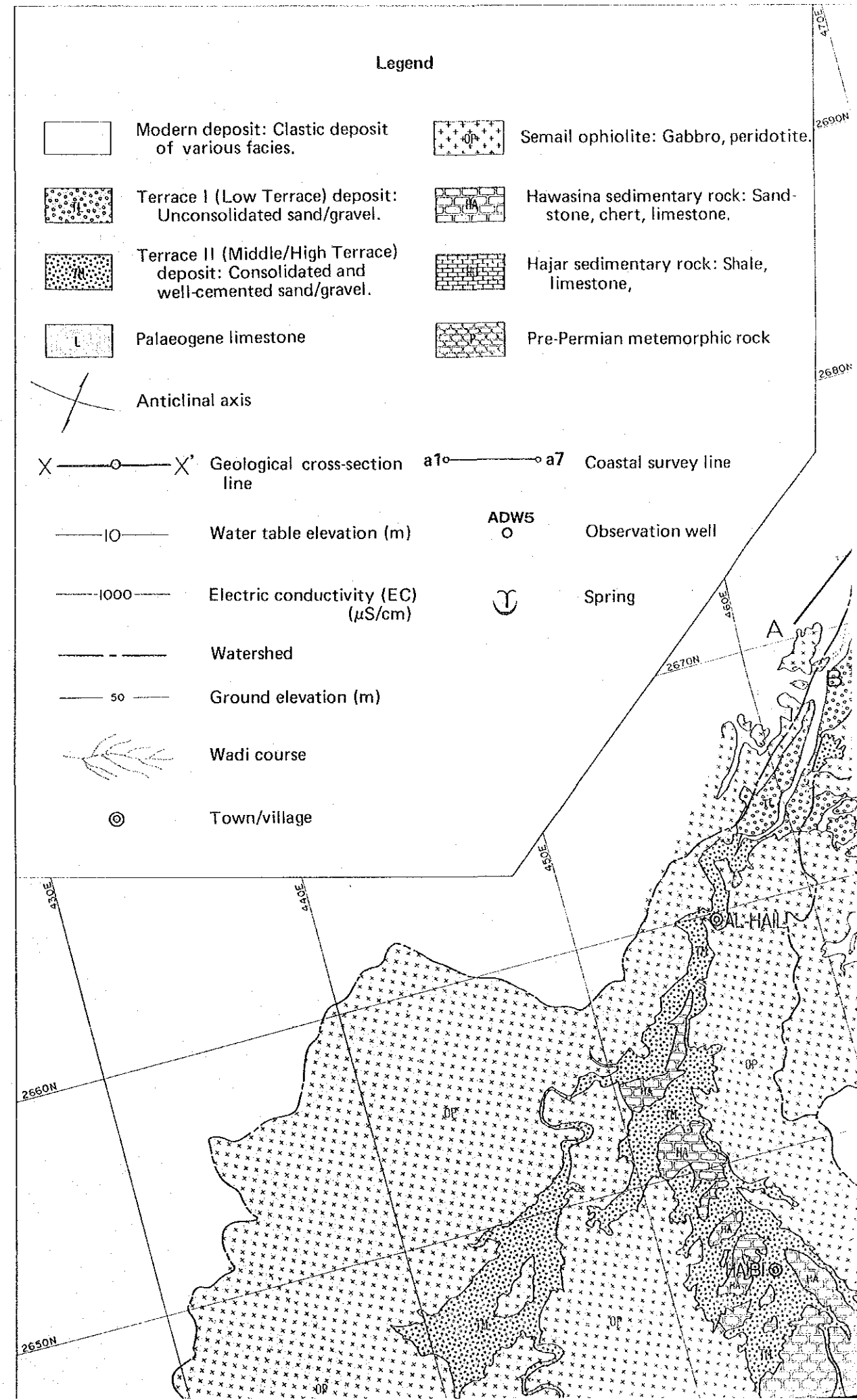
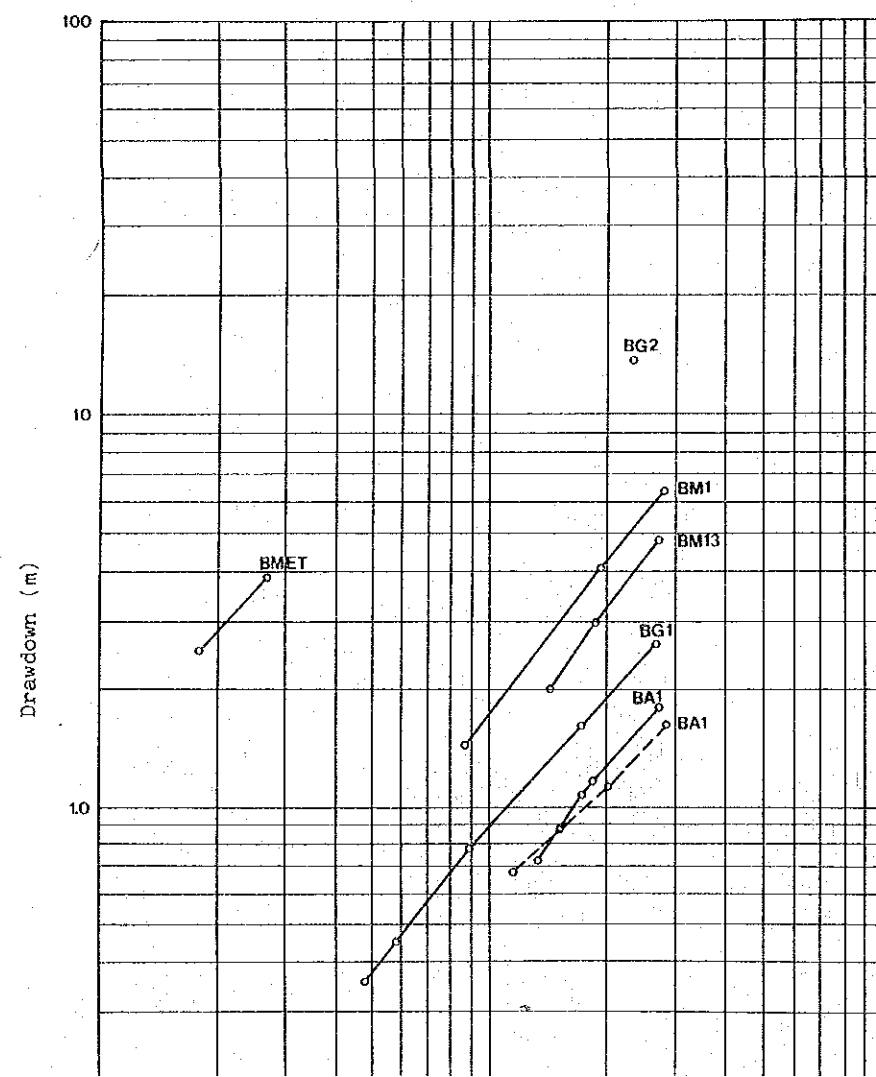
(WADI AHIN, WADI BANI GHAFIR, WADI AL-FARA',
 WADI BANI GHAFIR AND WADI AL-MA'AWIL)

March, 1986

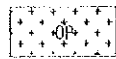
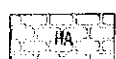


Japan International Co-operation Agency

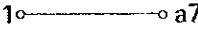
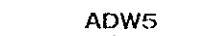

Hydraulic Properties

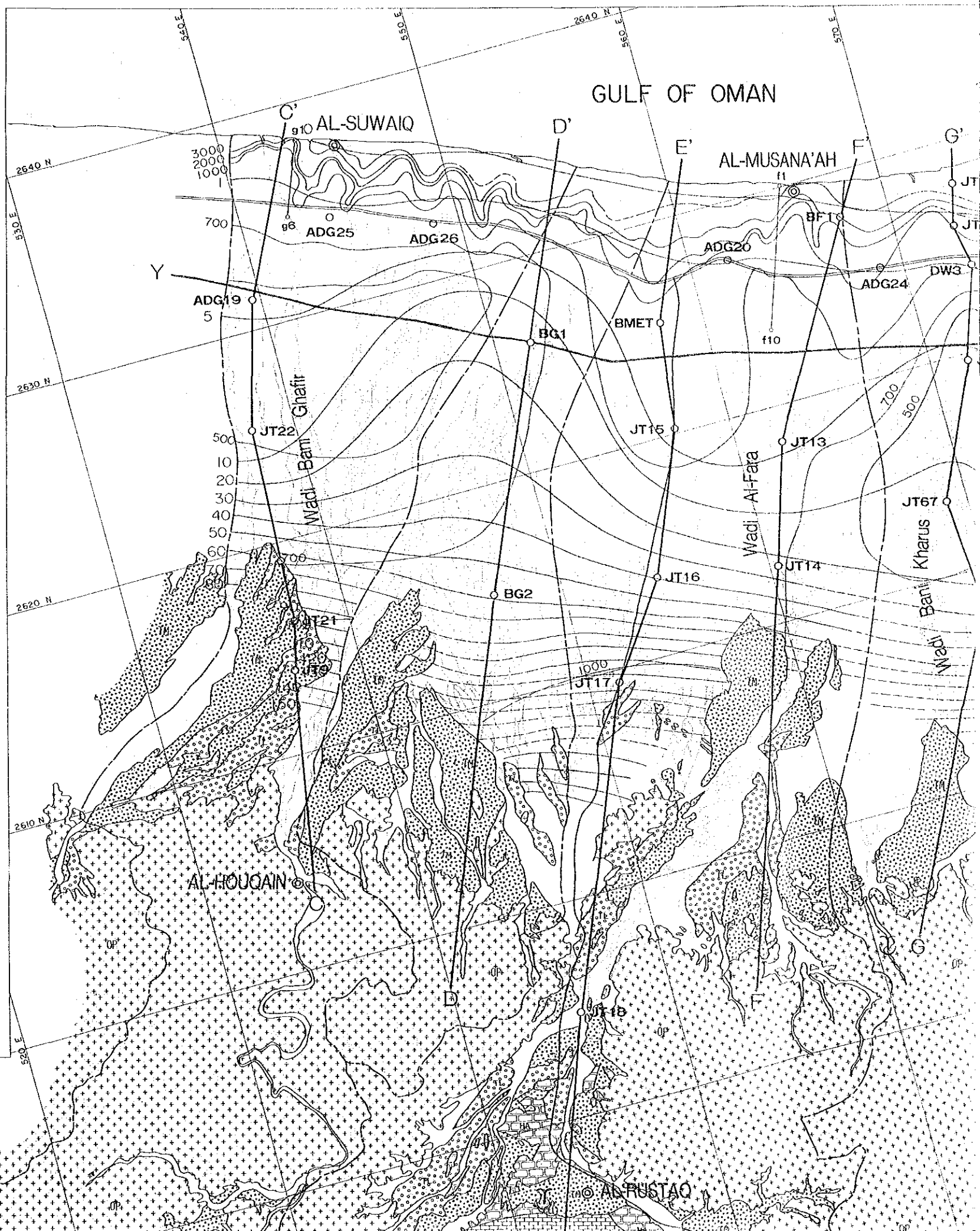
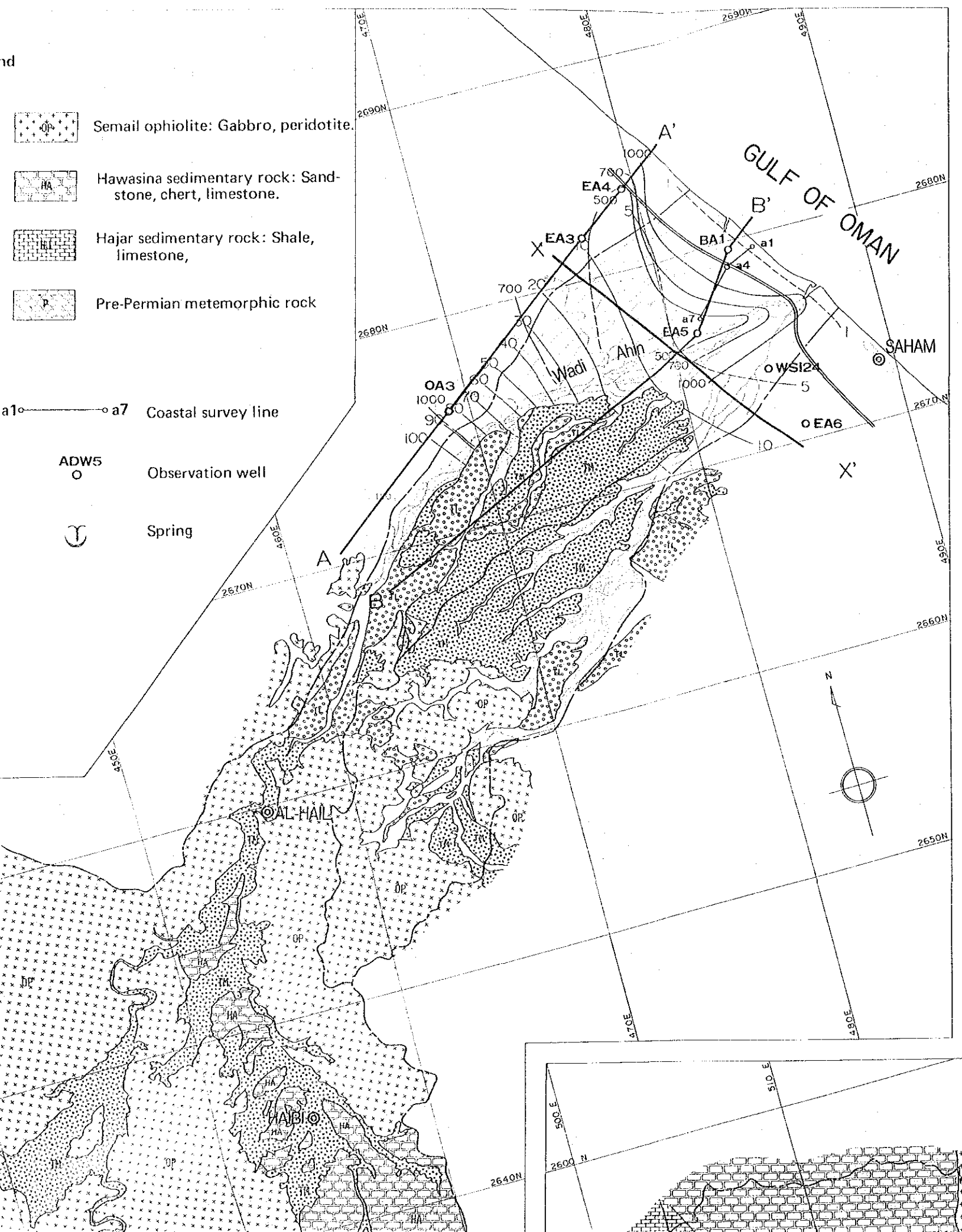
Well No.	Specific Capacity (m ² /day)	Transmissibility (m ² /day)	Permeability (m/day)	Storage Coefficient
BA 1	1,630	1,950	21	—
EA 5	5,060	5,380	141	—
WSI 24	990	—	—	—
EA 3	1,230	2,580	61	—
EA 4	2,170	2,760	71	—
EA 6	30,000	2,120	56	2.1x10 ⁻²
JT 20A	108	59	25	5.4x10 ⁻⁴
JT 22	2,550	1,330	33	—
ADG 25	79	36	—	—
ADG 26	336	168	—	—
BG 1	612	2,050	72	7.3x10 ⁻⁴
BG 2	3.7	0.9	0.04	—
BF 1	1,790	1,860	21	—
JT 13	1,030	473	4	—
JT 15	1,020	468	13	—
ADG 20	183	84	—	—
JT 24	153	426	2	—
JT 57	562	204	7	—
JT 58	247	72	1	—
JT 67	694	240	15	—
JT 69	533	316	3	—
ADG 23	333	333	—	—
ADG 24	104	48	—	—
JT 11	45	14	1	—
JT 12	19	4	0.2	—
JT 23	1,192	547	10	—
BM 1	588	—	—	—

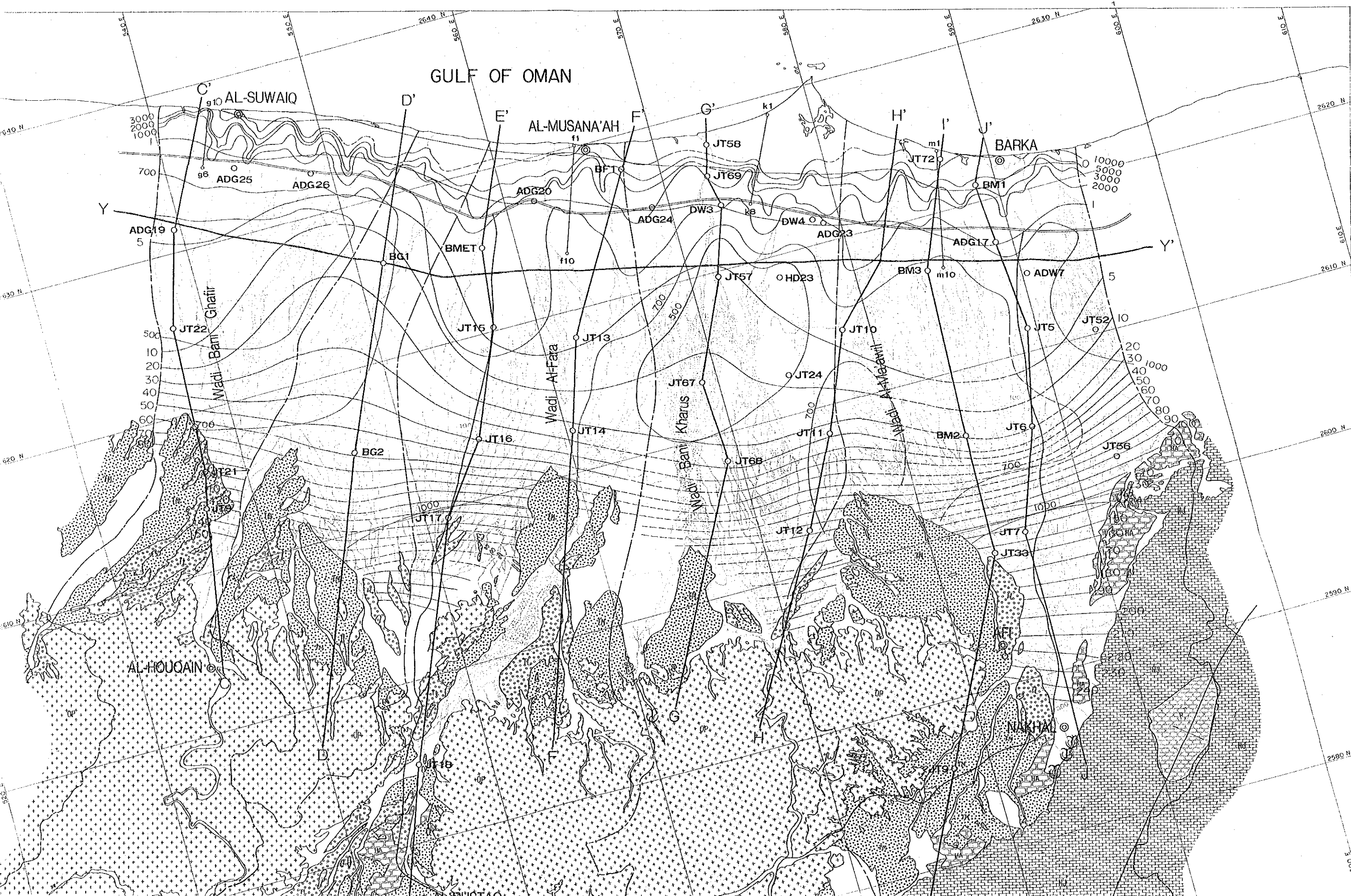


nd

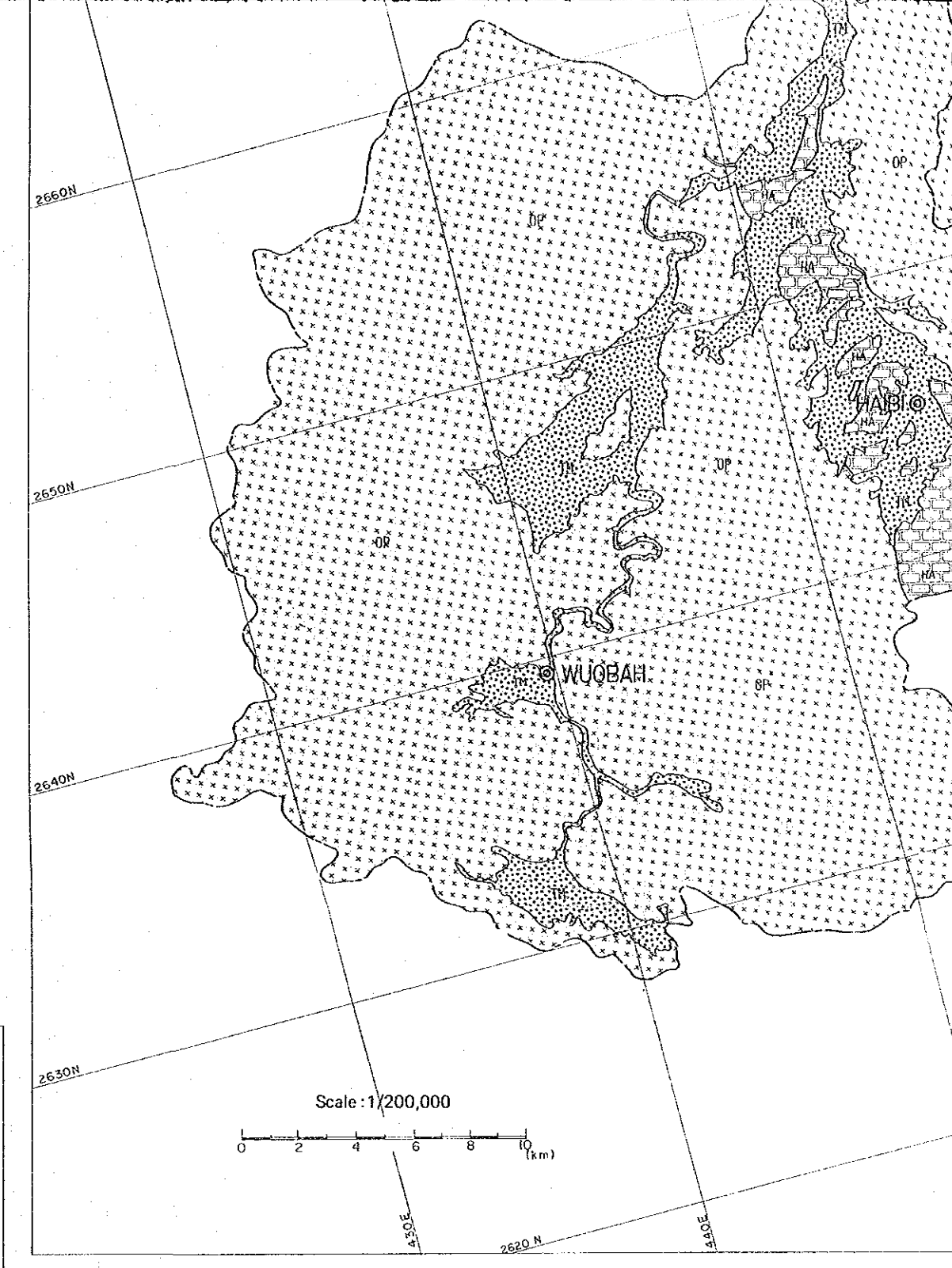
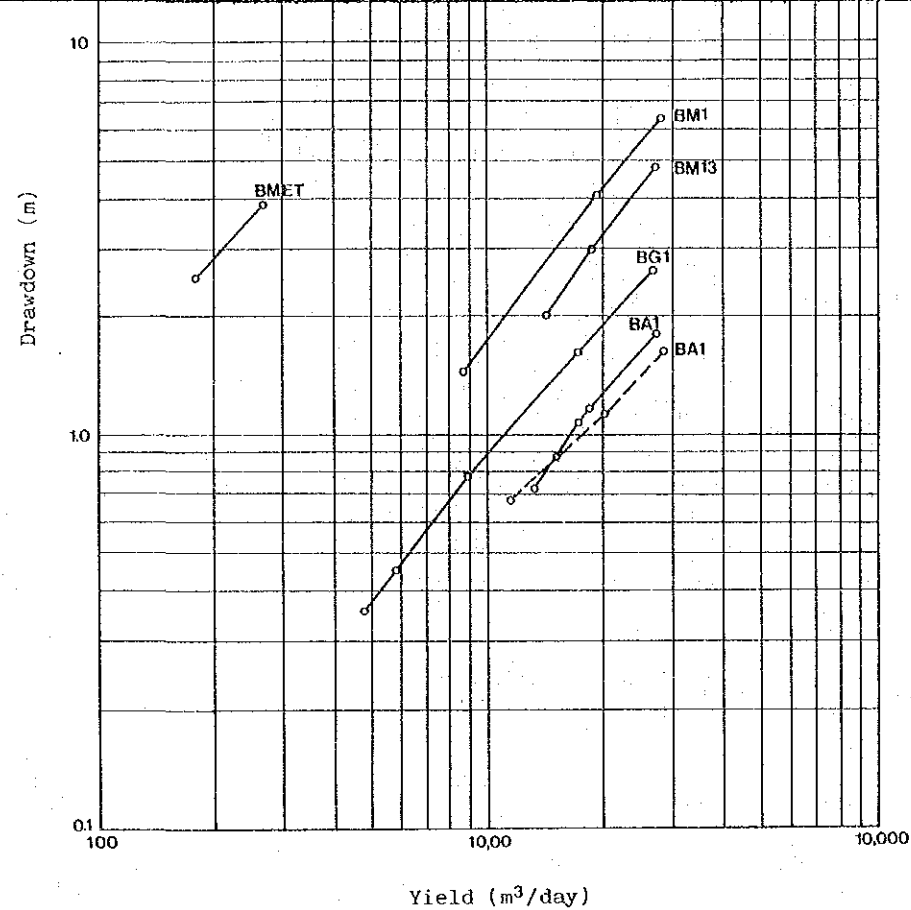
-  Semail ophiolite: Gabbro, peridotite.
-  Hawasina sedimentary rock: Sandstone, chert, limestone.
-  Hajar sedimentary rock: Shale, limestone.
-  Pre-Permian metamorphic rock

-  Coastal survey line
-  Observation well
-  Spring





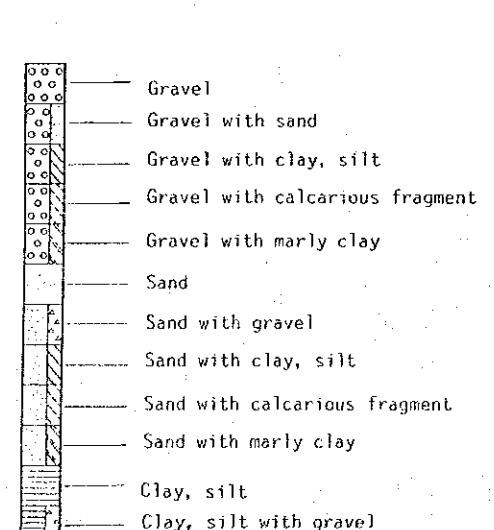
JT	22	2,550	1,330	33	—
ADG	25	79	36	—	—
ADG	26	336	168	—	—
BG	1	612	2,050	72	7.3×10^{-4}
BG	2	3.7	0.9	0.04	—
BF	1	1,790	1,860	21	—
JT	13	1,030	473	4	—
JT	15	1,020	468	13	—
ADG	20	183	84	—	—
JT	24	153	426	2	—
JT	57	562	204	7	—
JT	58	247	72	1	—
JT	67	694	240	15	—
JT	69	533	316	3	—
ADG	23	333	333	—	—
ADG	24	104	48	—	—
JT	11	45	14	1	—
JT	12	19	4	0.2	—
JT	23	1,192	547	10	—
BM	1	588	—	—	—
BM	3	823	269	9	—
JT	5	12	1	0.4	—
ADG	17	318	146	—	—



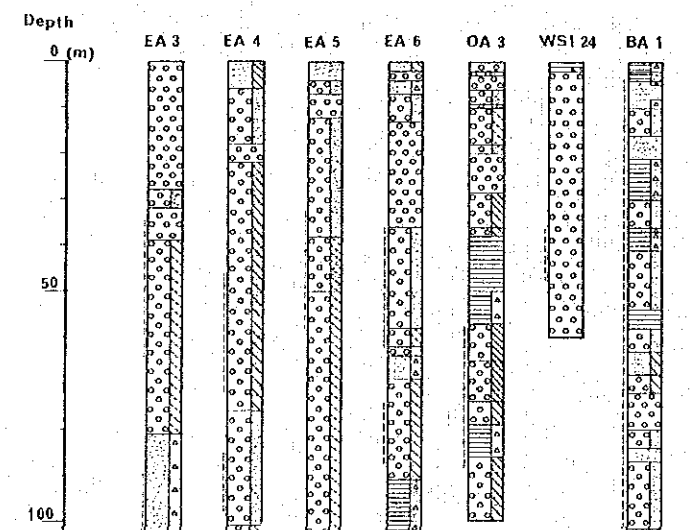
Geological Log and Cross-Section

Geological Log of Well

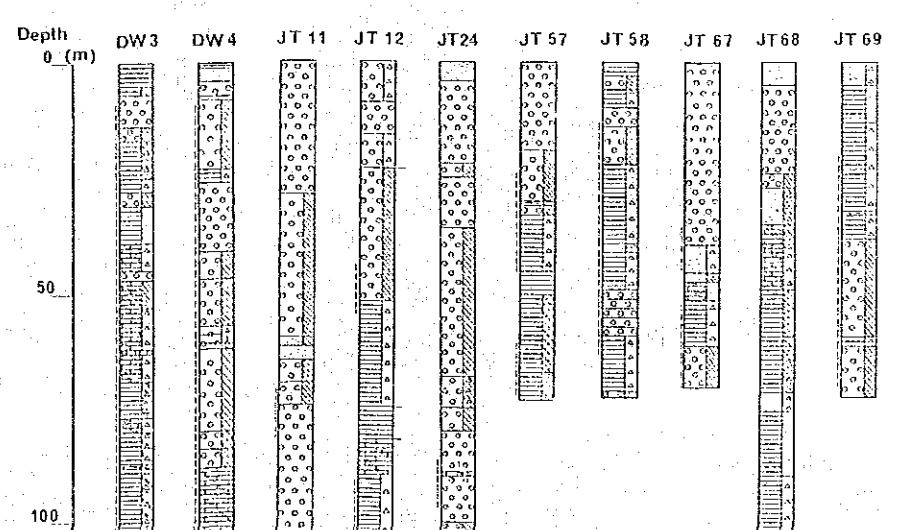
LEGEND OF GEOLOGICAL LOG



GEOLOGICAL LOG OF WADI AHIN



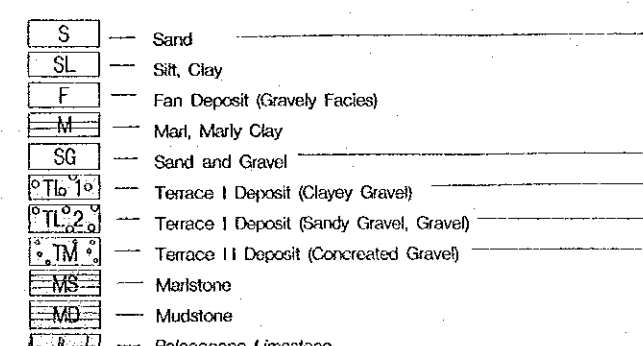
GEOLOGICAL LOG OF WADI BANI KHARUS

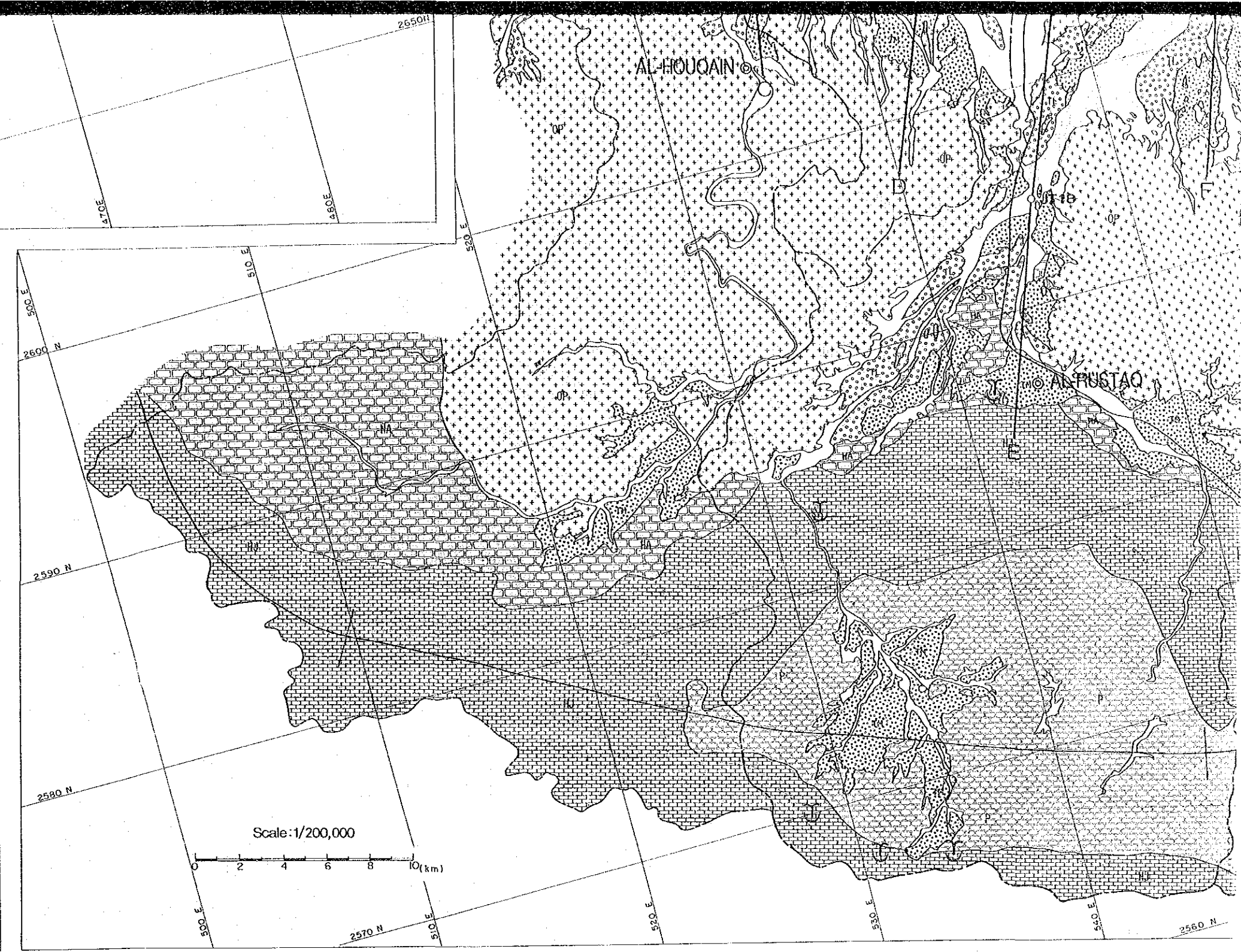
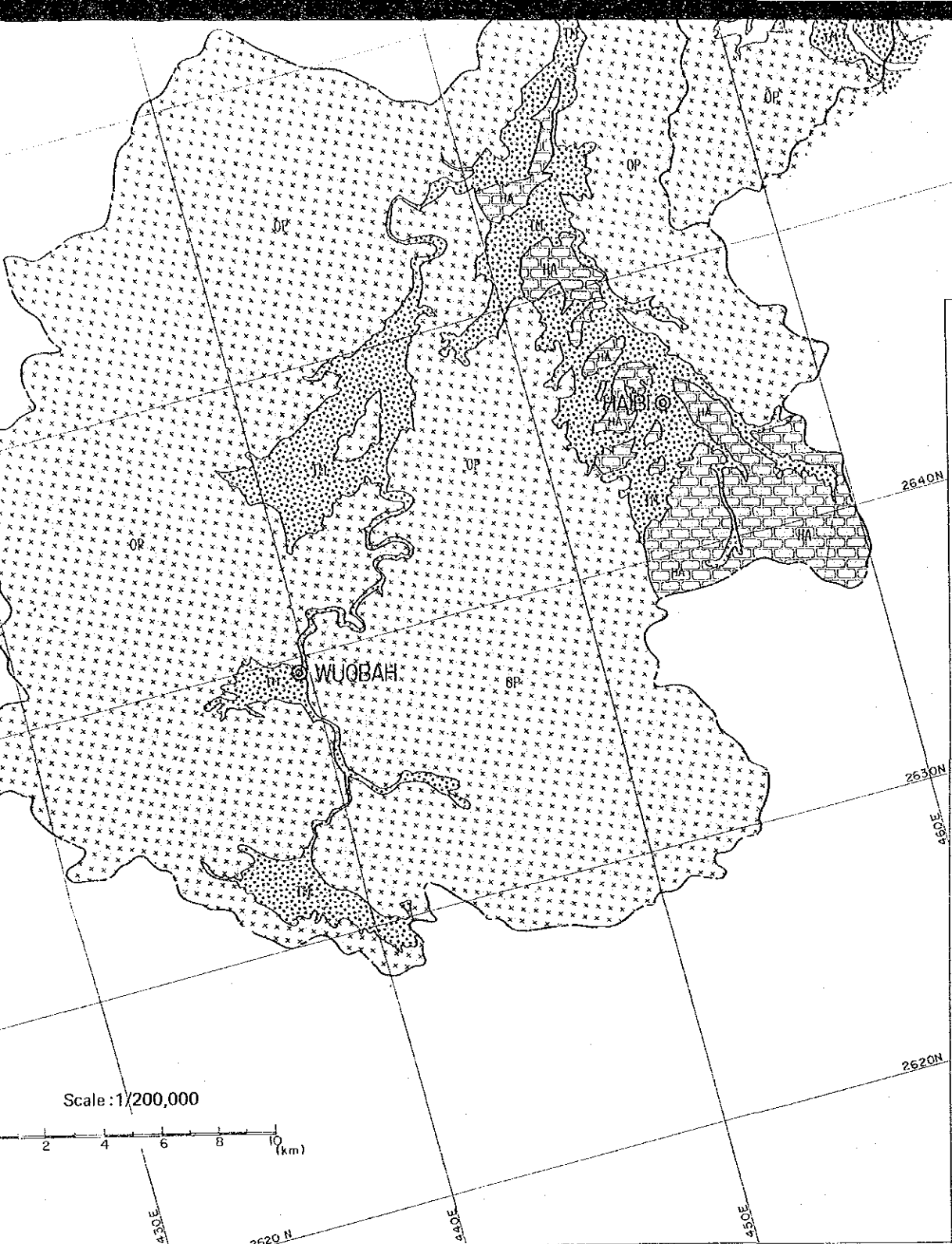


Geological Cross-Section

LEGEND

GEOLOGICAL FACIES





Geological Cross-Section

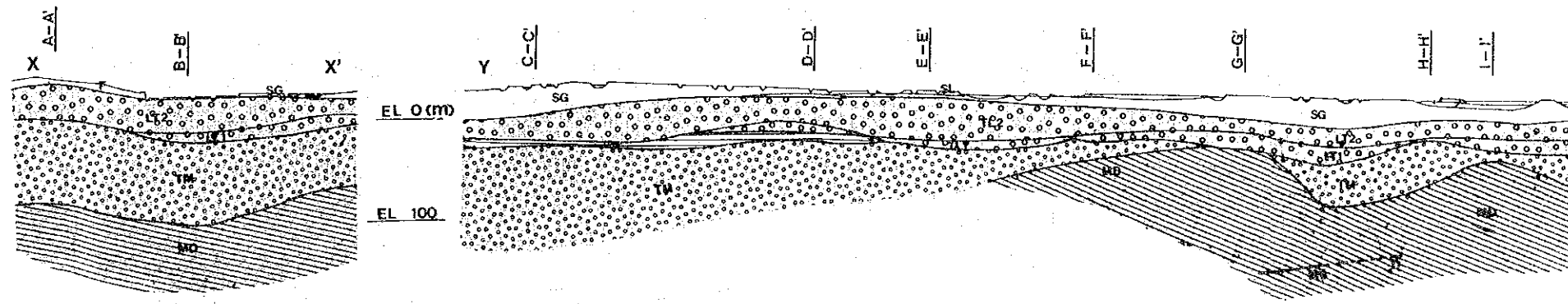
LEGEND

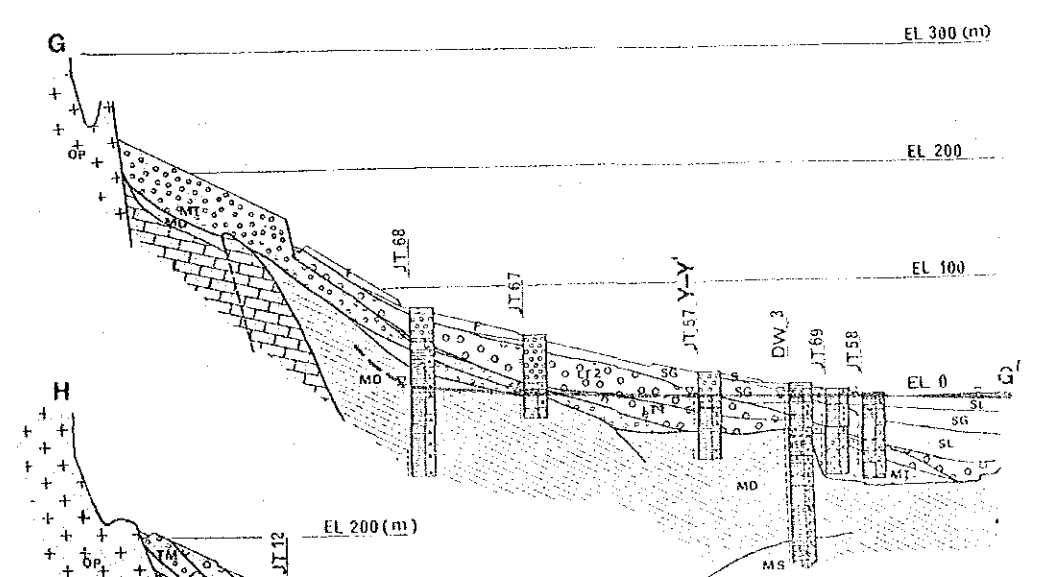
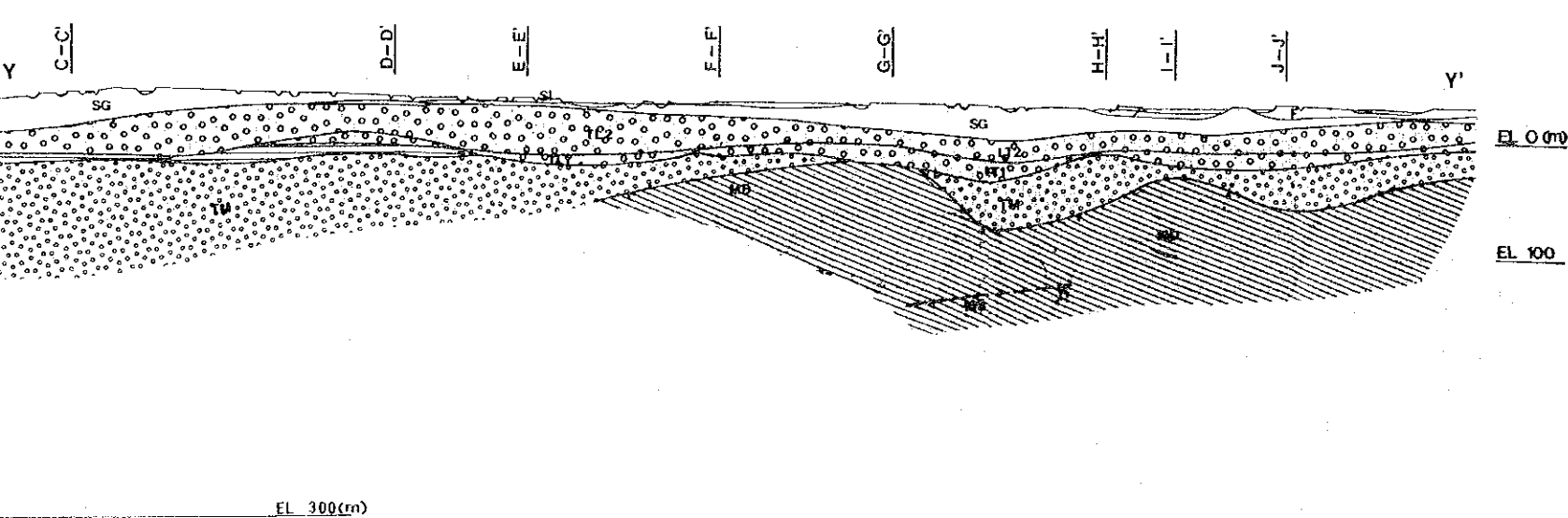
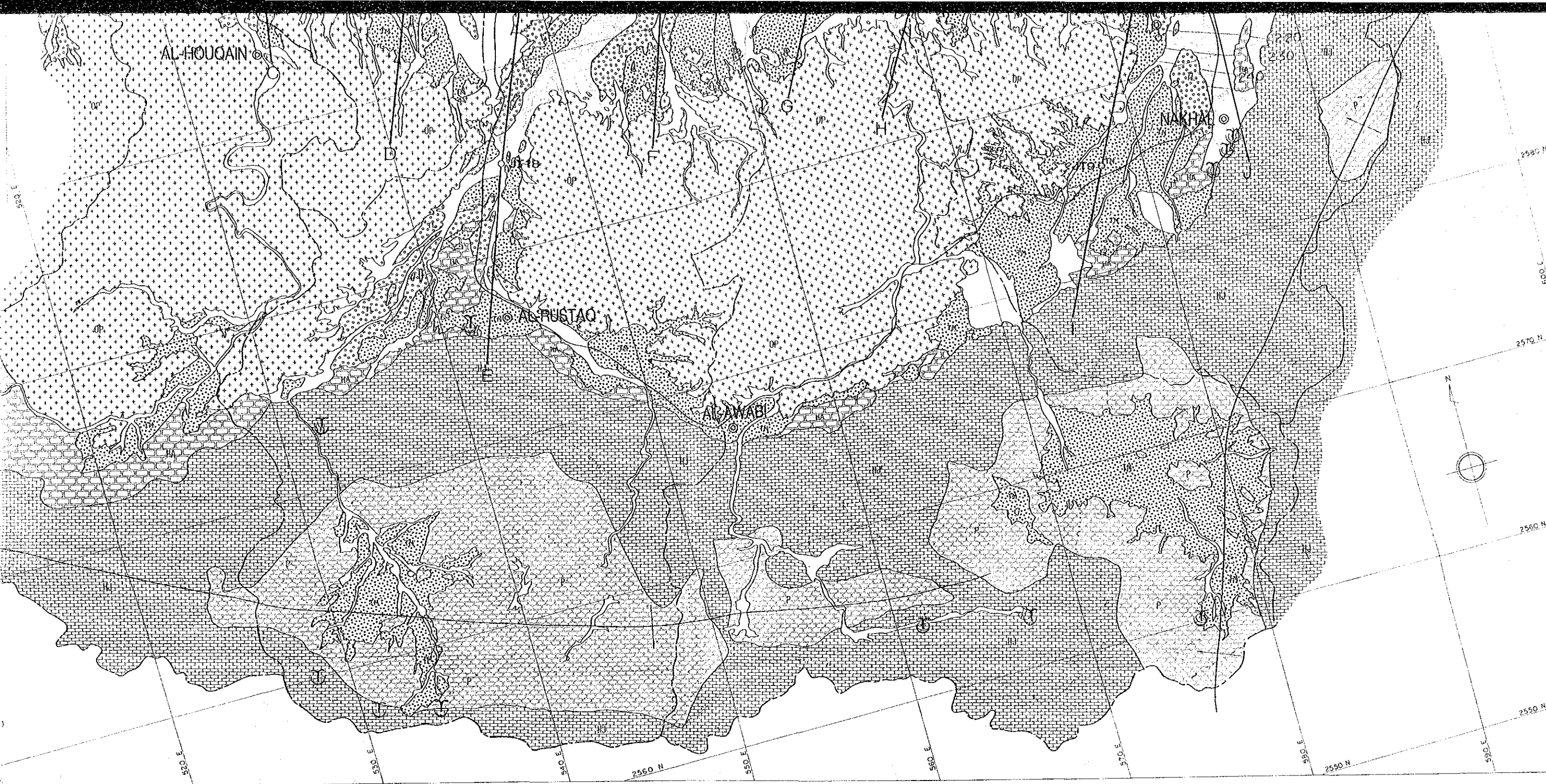
GEOLOGICAL FACIES

- S Sand
- SL Silt, Clay
- F Fan Deposit (Gravelly Facies)
- M Marl, Marly Clay
- SG Sand and Gravel
- TL₁ Terrace I Deposit (Clayey Gravel)
- TL₂ Terrace I Deposit (Sandy Gravel, Gravel)
- TM Terrace II Deposit (Concreted Gravel)
- MS Marlstone
- MD Mudstone
- L Palaeogene Limestone
- C Conical Carboniferous

AQUIFER

- Upper Aquifer
- Middle Aquifer
- Lower Aquifer



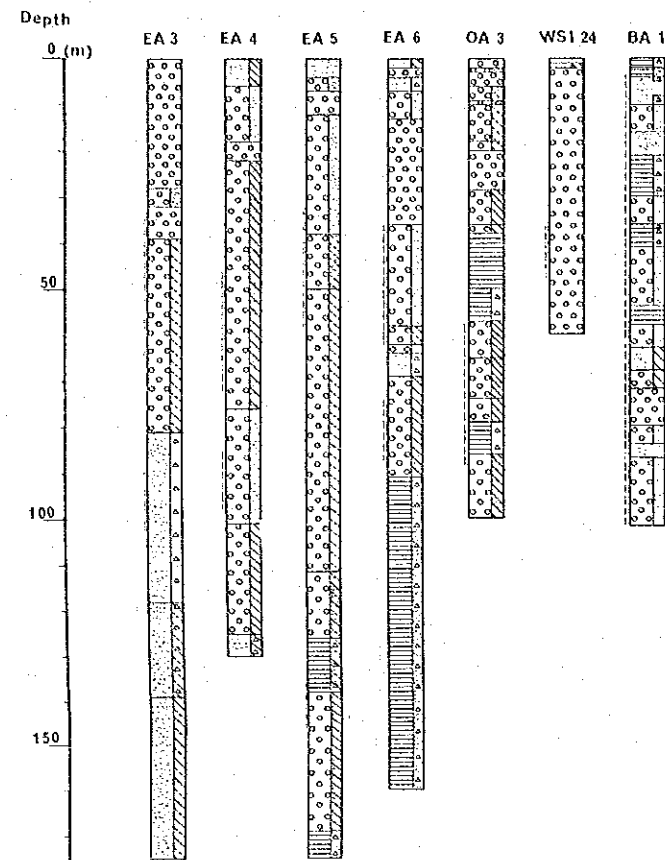


Geological Log of Well

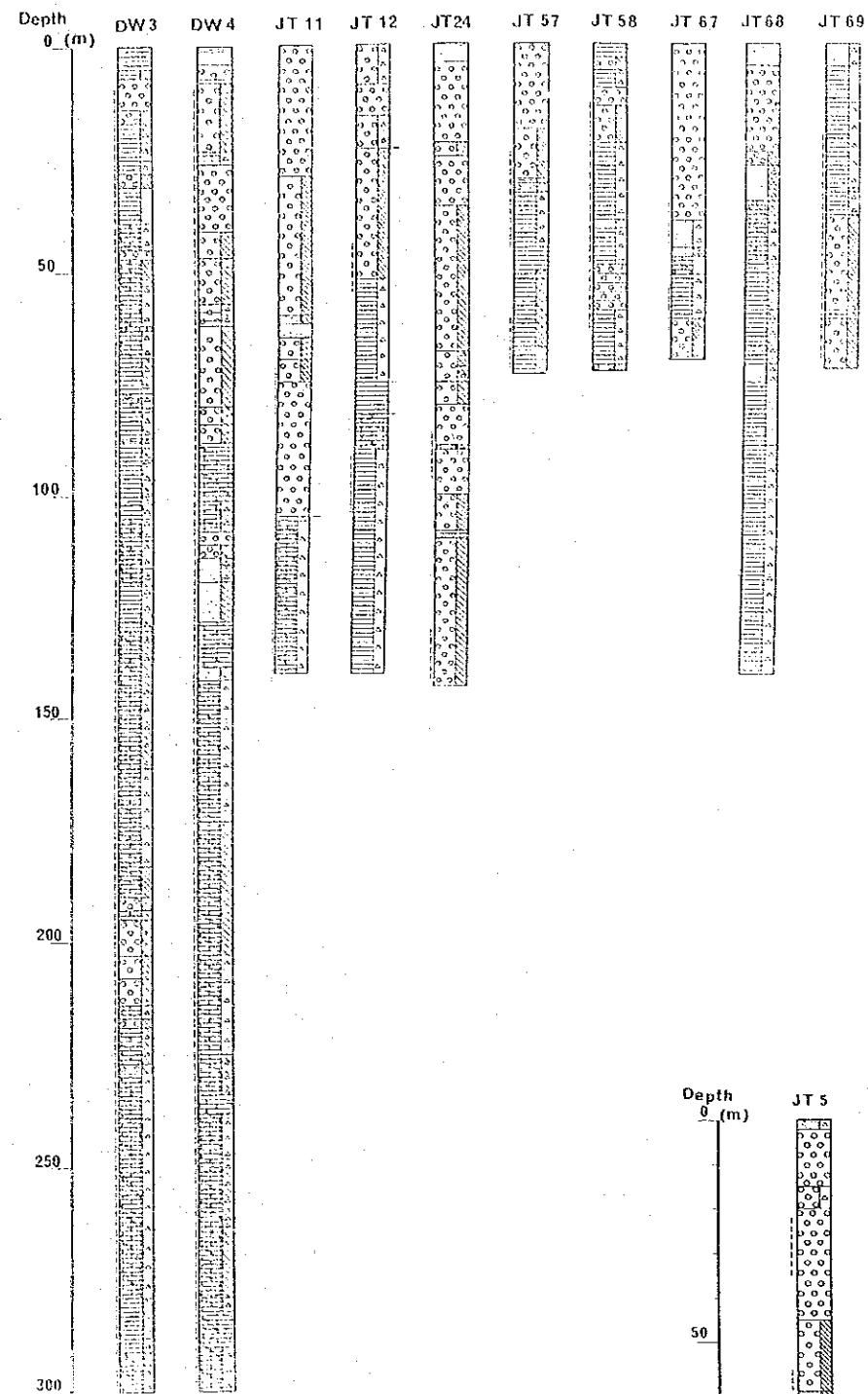
LEGEND OF GEOLOGICAL LOG

- Gravel
- Gravel with sand
- Gravel with clay, silt
- Gravel with calcarious fragment
- Gravel with marly clay
- Sand
- Sand with gravel
- Sand with clay, silt
- Sand with calcarious fragment
- Sand with marly clay
- Clay, silt
- Clay, silt with gravel
- Clay, silt with sand
- Clay, silt with calcarious fragment
- Clay, silt with marly clay
- Marl, marlstone
- Marl, marlstone with gravel
- Marl, marlstone with sand
- Marl, marlstone with clay
- Sandy marl, sandy marlstone
- Limestone
- Limestone with gravel
- Sandy limestone
- Position of Screen

GEOLOGICAL LOG OF WADI AHIN



GEOLOGICAL LOG OF WADI BANI KHARUS



Geological Cross-Section

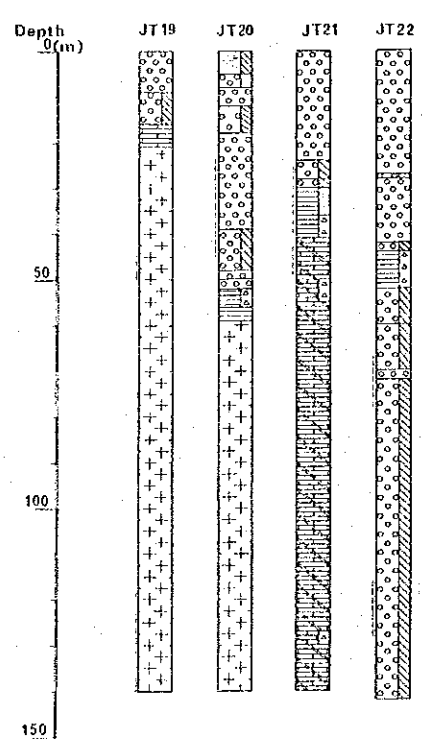
LEGEND

GEOLOGICAL FACIES

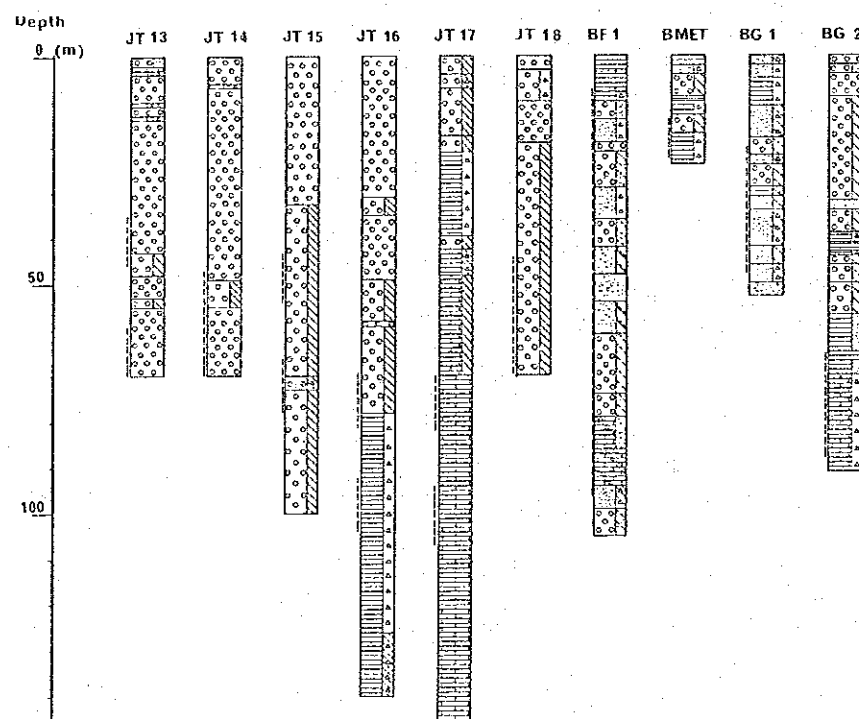
- S — Sand
- SL — Silt, Clay
- F — Fan Deposit (Gravelly Facies)
- M — Marl, Marly Clay
- SG — Sand and Gravel
- T1o — Terrace I Deposit (Clayey Gravel)
- T1s — Terrace I Deposit (Sandy Gravel, Gravel)
- T2 — Terrace II Deposit (Congreated Gravel)
- MS — Marlstone
- MD — Mudstone
- L — Palaeogene Limestone
- OP — Semial Ophiolite
- HA — Hawasina Complex (Chert, Sandstone, Limestone)
- HU — Upper Hajar Super gp. (Limestone, Marlstone)

Water table and sea level

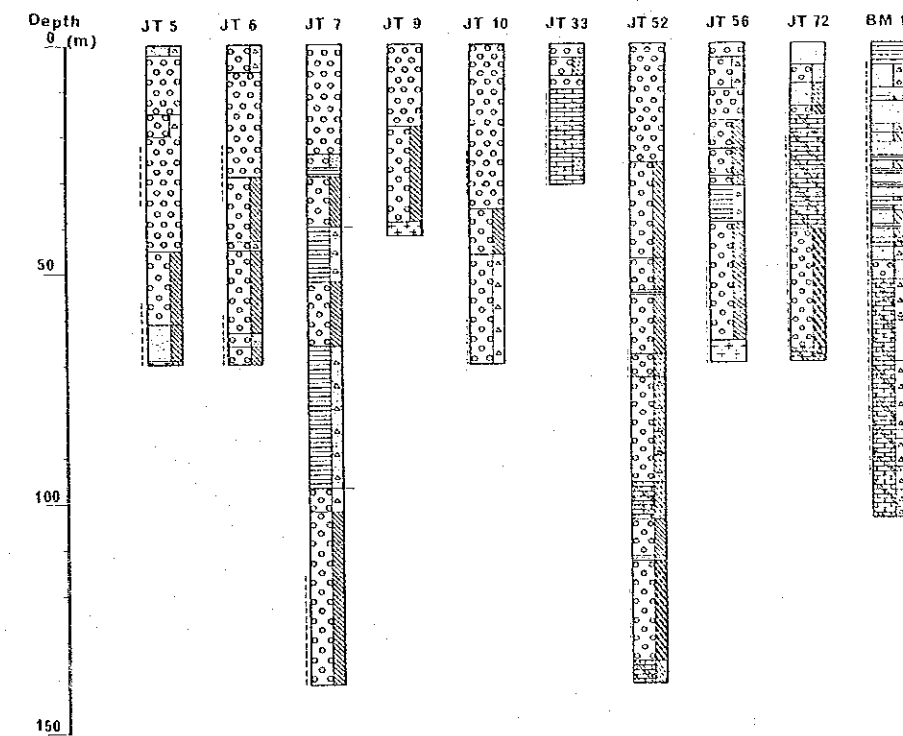
GEOLOGICAL LOG OF WADI BANI GHAFIR



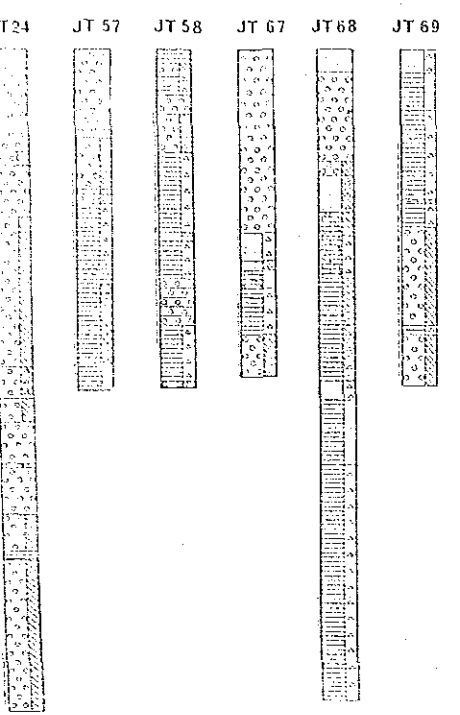
GEOLOGICAL LOG OF WADI AL-FARA'



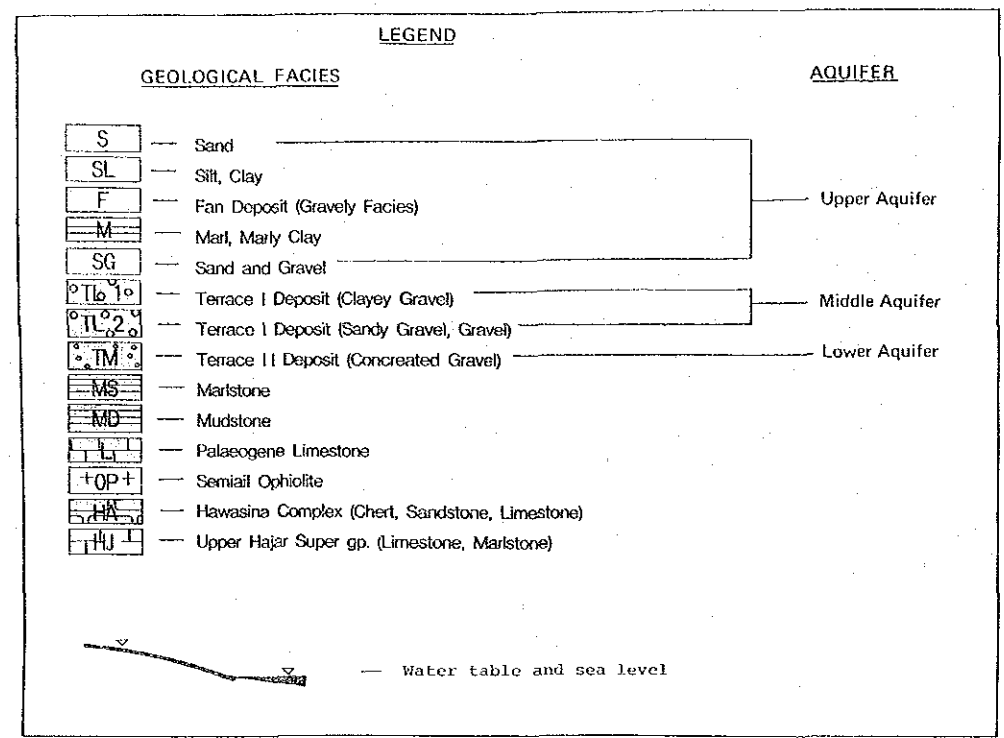
GEOLOGICAL LOG OF WADI AL-NA'AWIL



GEOLOGICAL LOG OF WADI BANI KHAWAS



Geological Cross-Section



GEOLOGICAL LOG OF WADI AL-MA'AWIL

