

パート-B 基礎調査および水開発・管理の基本戦略

第1章 調査区域の現状

1.1 社会経済条件

1.1.1 州別並びにガバナレート別人口

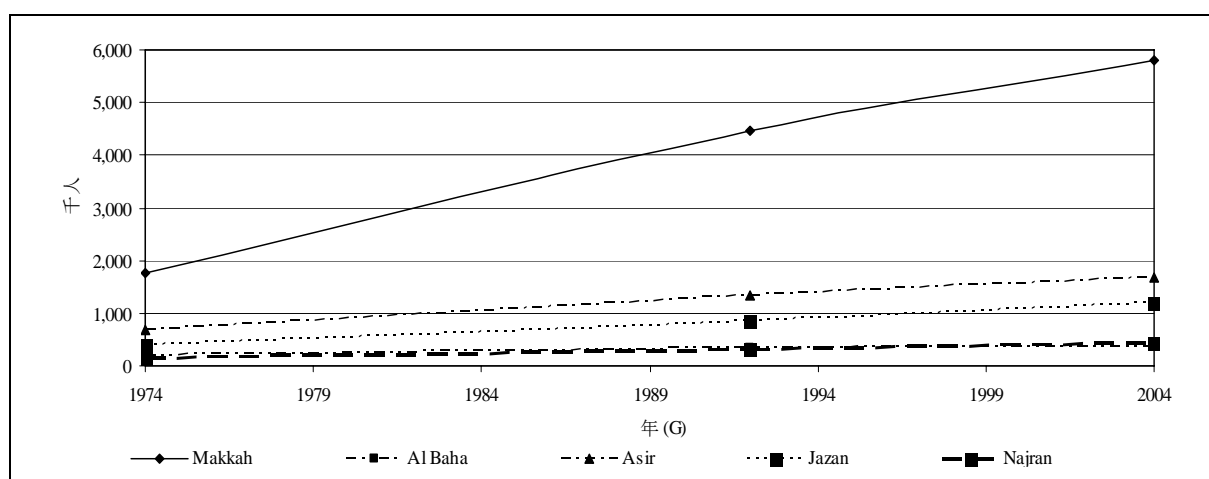
表 B. 1-1 は、国勢調査に基づく 1974 年から 2004 年までの調査対象 5 州および「サ」国全体の人口推移を示す（図 B. 1-1 参照）。これによると、5 州の人口は、9470 千人であり、「サ」国総人口の約 40%を占めている。30 年間で 3 倍に増加している。人口増加率は 6.9%（1974 年～1992 年）から 2.3%（1992 年～2004 年）に減少している。

表 B. 1-1 1974 年から 2004 年までの 5 州の人口推移

州	1974	1992	2004	年間増加率 1974-1992 (%)	年間増加率 1992-2004 (%)
Makkah	1,754,108	4,467,670	5,797,971	8.1	2.3
Al Baha	185,905	332,157	377,739	4.1	1.1
Asir	681,361	1,340,168	1,688,368	5.1	2.0
Jazan	403,106	865,961	1,186,139	6.0	2.8
Najran	147,970	300,994	419,457	5.4	3.0
5 州計	3,172,450	7,306,950	9,469,674	6.9	2.3
「サ」国 13 州計	6,729,642	16,948,388	22,673,556	8.0	2.6

出典： 第八次開発計画

注記： 人口増加率はデータに不備があったため再計算された数値。



出典： 第八次開発計画

図 B. 1-1 1974 年から 2004 年までの人口推移

調査対象地域である 5 州は、表 B. 1-3 に示されるようにガバナレートから構成される。行政人口は、都市部人口と地方部人口に分けられている。5 州の総人口の約 73%が都市部に居住している（表 B. 1-2 参照）。

表 B. 1-2 2004 年都市・地方部別人口

州	行政人口 (A)	市域数	都市部人口 (B)	地方部人口 (C) = (B) - (A)
Makkah	5,797,971	23	5,077,777	720,194
Al Baha	377,739	6	177,186	200,553
Asir	1,688,368	16	886,617	801,751
Jazan	1,186,139	23	403,756	782,383
Najran	419,457	5	331,966	87,491
Total	9,469,674	73	6,877,302	2,592,372

出典： 2004 Population Census

表 B. 1-3 2004 年国勢調査による人口

ガバナレート	世帯数	人口	ガバナレ ト人口比率	世帯構 成人員	ガバナレート	世帯数	人口	ガバナレ ト人口比率	世帯構 成人員
Makkah Region									
Makkah	257,054	1,338,341	23.1%	5.21	Dahran Al janub	7,986	55,528	3.3%	6.95
Jeddah	635,001	2,883,169	49.7%	4.54	Balqarn	11,573	66,675	3.9%	5.76
Al taif	155,042	885,474	15.3%	5.71	Al majardah	16,028	89,655	5.3%	5.59
Al qunfudah	46,385	240,938	4.2%	5.19	小計	287,853	1,688,368	100%	5.87
Al lith	17,386	110,449	1.9%	6.35	Jazan Region				
Rabigh	14,605	68,966	1.2%	4.72	Jazan	38,940	252,488	21.3%	6.48
Al jamoom	15,365	75,993	1.3%	4.95	Sabya	32,000	198,029	16.7%	6.19
Khelees	10,448	49,955	0.9%	4.78	Abu Arish	19,096	123,823	10.4%	6.48
Al KameI	4,053	18,547	0.3%	4.58	Samtah	18,643	128,906	10.9%	6.91
Al Khurmah	6,860	39,053	0.7%	5.69	Al harth	5,665	47,791	4.0%	8.44
Ranyah	7,118	44,276	0.8%	6.22	Damad	9,818	62,465	5.3%	6.36
Turaba	8,140	42,810	0.7%	5.26	Al rith	1,405	13,406	1.1%	9.54
小計	1,177,457	5,797,971	100%	4.92	Baysh	8,883	58,326	4.9%	6.57
Al Baha Region									
Al baha	17,317	93,128	24.7%	5.38	Farasan	2,346	13,972	1.2%	5.96
Baljurashi	11,586	61,354	16.2%	5.30	Bany malik (al daeer)	6,887	49,265	4.2%	7.15
Al mandaq	7,505	45,666	12.1%	6.08	Ahad Al masarha	10,243	69,976	5.9%	6.83
Al mekhwat	10,607	64,365	17.0%	6.07	Al edabi	6,931	52,783	4.4%	7.62
Al Oqiq	4,727	28,606	7.6%	6.05	Al aradah	7,484	62,934	5.3%	8.41
Qilwah	7,989	55,511	14.7%	6.95	Al darb	8,625	51,975	4.4%	6.03
Al qurah	5,254	29,109	7.7%	5.54	小計	176,966	1,186,139	100%	6.70
小計	64,985	377,739	100%	5.81	Najran Region				
Asir Region									
Abha	63,390	350,694	20.8%	5.53	Najran	45,171	263,537	62.8%	5.83
Khamis Mushayt	75,290	446,467	26.4%	5.93	Sharorah	10,794	72,804	17.4%	6.74
Bishah	32,185	188,668	11.2%	5.86	Habawnah	4,352	24,204	5.8%	5.56
Al namas	9,114	47,783	2.8%	5.24	Bader al janub	1,632	9,521	2.3%	5.83
Mahael	28,305	176,377	10.4%	6.23	Yadamah	2,382	13,879	3.3%	5.83
Serat Abeedah	9,215	59,546	3.5%	6.46	Thar	2,037	12,912	3.1%	6.34
Tathlith	7,500	48,765	2.9%	6.50	Khibash	2,995	18,805	4.5%	6.28
Rijal Almah	10,020	58,952	3.5%	5.88	Al kharkher	409	3,795	0.9%	9.28
Ahad rifidah	17,247	99,258	5.9%	5.76	小計	69,772	419,457	100%	6.01
					合計	1,777,033	9,469,674		5.33

出典：2004 Population Census

1.1.2 経済状況

表 B. 1-4 は 1999 年から 2004 年の生産高の変化を示している。この間の GDP 平均成長率は 3.4% であり、民間サービス部門及び製造部門の成長率はこれより高くなっている。2004 年における各部門が GDP に占める割合は、民間サービス部門が約 30%、原油・天然ガスが約 28%、製造部門が約 25%となっている。

製造部門と民間サービス部門は、上表に示すセクターに分かれていて、小売・飲食店/ホテル、その他製造業、不動産、建設業は GDP の 6.0%以上を占めている。

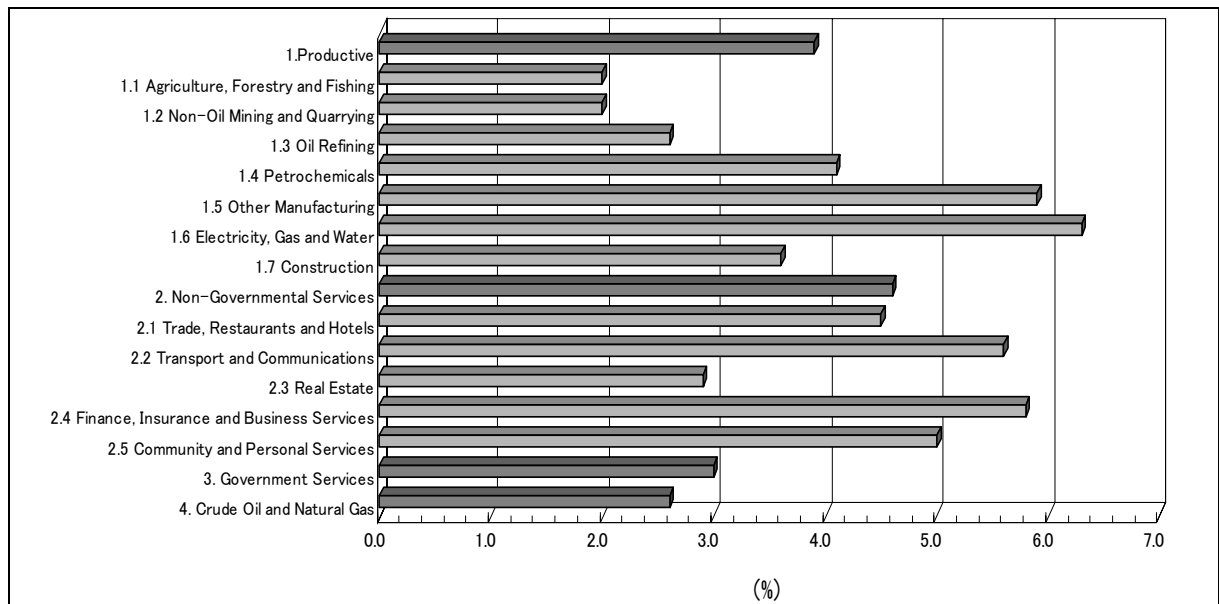
表 B.1-4 部門別 GDP (1999 年価格)

Sector	Value Added		Average Annual Growth Rate (%)	Share in GDP	
	1999 (SR Million)	2004 (SR Million)		1999 (%)	2004 (%)
1. Productive	147,318	178,250	3.9	24.4	24.9
1.1 Agriculture, Forestry and Fishing	34,443	38,005	2.0	5.7	5.3
1.2 Non-Oil Mining and Quarrying	2,464	2,723	2.0	0.4	0.4
1.3 Oil Refining	18,021	20,508	2.6	3.0	2.9
1.4 Petrochemicals	6,000	7,352	4.1	1.0	1.0
1.5 Other Manufacturing	38,779	51,616	5.9	6.4	7.2
1.6 Electricity, Gas and Water	8,174	11,085	6.3	1.4	1.6
1.7 Construction	39,437	46,961	3.6	6.5	6.6
2. Non-Governmental Services	169,086	211,953	4.6	28.0	29.6
2.1 Trade, Restaurants and Hotels	45,992	57,299	4.5	7.6	8.0
2.2 Transport and Communications	27,893	36,674	5.6	4.6	5.1
2.3 Real Estate	42,221	48,822	2.9	7.0	6.8
2.4 Finance, Insurance and Business Services	31,603	41,902	5.8	5.2	5.9
2.5 Community and Personal Services	21,377	27,256	5.0	3.5	3.8
3. Government Services	116,789	135,064	3.0	19.3	18.9
4. Crude Oil and Natural Gas	173,102	196,696	2.6	28.7	27.5
5. Other Items	-2,706	-7,063	21.2	-0.4	-1.0
GDP	603,589	714,900	3.4	100	100

出典: The Eighth Development Plan

注: "Other Items" is import duties less imputed bank service charges.

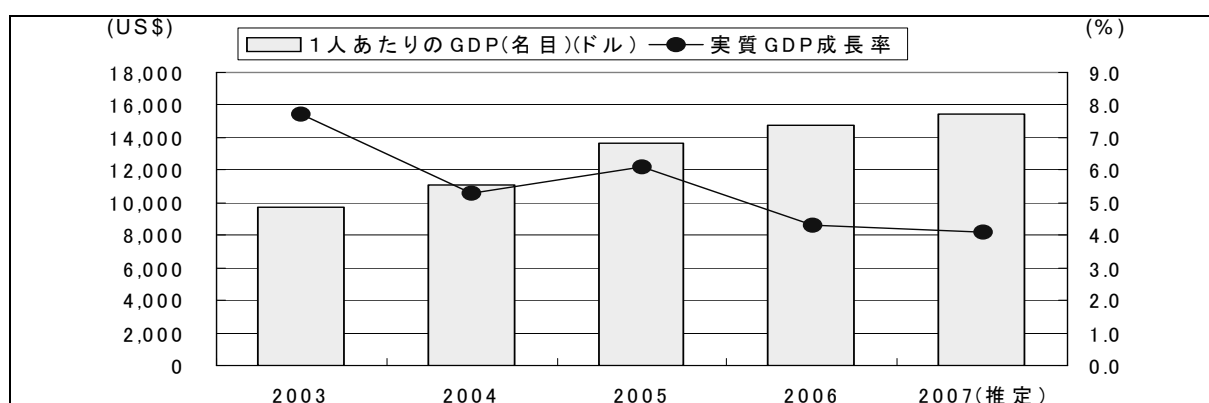
年平均成長率が 5.0% を越えているサブセクターは、電気/ガス/水 (6.3%)、その他製造業 (5.9%)、金融/保険/ビジネスサービス (5.8%)、交通/通信 (5.6%) となっている。



出典: The Eighth Development Plan

図 B.1-2 GDP 年平均成長率 (1999~2004 年)

近年、1人あたりの GDP は年々着実に増えており、2007 年は 15,000 ドルを超えるものと推定されている。成長率は減少傾向にあり、特に 2003 年には 8% 近い成長率が 2004 年には 5% 台までに下がっている。2007 年の成長率は 4% を維持する見通しとなっている。



出典：IMF, "World Economic Outlook Database"

図 B.1-3 1人あたり GDP と成長率 (2003～2007年)

1.1.3 農業

(1) 「サ」国の農業

2002-2007年における国全体の平均作付面積は1.14百万haである。表B.1-5に示すように州別の内訳では作付面積はRiyadh、Al Qasim、Jazan、Al Jawf、Hailの順となっており、調査対象地域のJazan州は全国第3位である。Jazanを除くこれらの州では大規模な機械化農業が実施され多くの化石水が水源として利用されている。また、「サ」国全体における2001年の農業人口は193万人で総人口に占める割合は9.2%である。また就労人口は58万人で総就労人口に占める割合は9.1%である(出典：FAOSTAT)。

表 B.1-5 「サ」国の各州の作付け面積

単位：ha

Region(Ranking)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Average	%
Riyadh(1)	319,006	344,438	314,264	286,264	275,982	283,717	303,945	26.5
Makkah(8)	45,311	41,941	37,697	38,237	39,912	420,077	40,863	3.6
Madinah(9)	28,505	28,490	28,838	29,551	29,842	30,670	29,316	2.6
Al Qasim(2)	237,080	234,115	204,950	192,544	174,982	164,740	201,402	17.6
Eastern(6)	87,686	81,899	68,153	69,297	71,911	67,994	74,490	6.5
Asir(10)	22,508	22,695	22,038	21,023	20,368	21,054	21,614	1.9
Tabuk(7)	53,301	53,733	57,910	55,459	53,437	56,264	55,017	4.8
Hail(5)	87,477	92,641	110,962	120,889	115,443	118,545	107,660	9.4
Northern(13)	144	125	98	121	158	151	133	0.0
Jazan(3)	186,350	157,747	148,450	120,268	117,032	113,558	140,568	12.3
Najran(11)	13,212	12,286	12,185	13,107	11,747	11,430	12,328	1.1
Al Baha(12)	2,769	2,927	3,459	3,584	5,023	4,450	3,702	0.3
Al Jawf(4)	141,153	143,000	163,737	156,383	158,318	160,308	153,817	13.4
Total	1,224,502	1,216,038	1,172,742	1,106,728	1,074,155	1,074,958	1,144,854	100.0

出典：Agriculture Statistical Year Book Twenty Issue by MOA

(2) 南西地域の農業

調査対象地域5州における近年6年間の作付面積および生産高は表B.1-6に示すとおりである。表B.1-6によれば、2002年、2007年における作付面積はそれぞれ270千ha、193千haとなり作付面積は年々減少傾向にある。また「サ」国全体に占める南西地域の割合もそれぞれ22%、19%となり減少傾向にある。

一方、州ごとの農業の特徴はMakkah州では大都市Jeddahを抱えているため近郊農業型の野菜栽培が盛んである。また、Al Baha州、Asir(Abha)州、Najran州では高地の地形および気候を利用した果樹、野菜栽培が盛んである。一方で、Makkah州、Asir州の高地では小麦、平地ではソルガムに代表される穀類が栽培されている。小麦は気温と圃場規模の関係で南西地域には適さず農地の多いJazan州の平地では高温のため、小麦栽培は少ない。Jazan州は、5州の中で最も大きな作付面積を示しており、特に穀類の栽培が多くを占め、80%以上となっている。

調査対象地域において、野菜、果樹はドリップ灌漑などの近代的灌漑方式が採用され灌漑効率は高いが、ソルガム、小麦等の穀類の栽培においてはFlood Irrigationなどの伝統的灌漑方式が一般的に採用されており灌漑効率は低い。

表 B.1-6 南西地域5州における作付面積および生産高

州/作物	2002		2003		2004		2005		2006		2007	
	ha	生産高	ha	生産高	ha	生産高	ha	生産高	ha	生産高	ha	生産高
マッカ	45,311	377,845	41,941	389,345	37,697	396,010	38,237	399,221	39,912	404,417	42,077	408,982
穀類	12,588	19,212	10,467	21,365	8,128	18,513	7,608	16,392	7,708	17,085	8,386	18,998
飼料作物	9,732	87,956	7,883	74,353	4,885	51,661	5,262	60,604	5,698	59,838	5,761	70,747
果樹	11,396	108,282	11,343	102,567	12,005	130,079	13,201	115,532	13,930	106,484	15,447	109,270
野菜	11,595	162,395	12,249	191,060	12,680	195,757	12,166	206,693	12,576	221,010	12,483	209,967
アルバハ	2,769	31,154	2,927	29,308	3,459	28,074	3,584	30,421	5,023	46,172	4,450	38,864
穀類	549	1,478	443	1,425	713	2,212	608	1,916	604	2,011	532	1,763
飼料作物	168	2,272	139	2,091	136	2,285	94	1,585	147	2,255	185	2,982
果樹	1,788	20,896	2,075	19,533	2,280	16,091	2,603	20,089	3,974	35,227	3,457	28,005
野菜	264	6,508	271	6,259	330	7,486	278	6,831	298	6,679	276	6,114
アシール	22,508	221,898	22,695	203,806	22,038	203,205	21,023	178,885	20,368	209,778	21,054	206,243
穀類	6,477	14,192	7,318	16,731	8,159	24,027	7,550	20,497	6,780	20,573	7,744	23,587
飼料作物	2,796	39,896	1,930	24,089	1,581	20,518	1,680	22,778	1,644	28,466	2,001	34,567
果樹	10,159	102,679	10,644	103,088	9,633	92,610	9,220	74,156	9,334	73,584	8,579	65,252
野菜	3,076	65,131	2,803	59,898	2,664	66,050	2,572	61,454	2,610	87,155	2,730	82,837
ジザン	186,350	557,840	157,747	455,250	148,450	513,797	120,268	449,714	117,032	503,187	113,558	504,303
穀類	159,461	229,467	136,609	225,736	128,551	275,667	101,302	197,261	97,484	230,382	92,204	217,924
飼料作物	18,095	258,079	12,956	174,588	12,204	168,897	10,552	173,548	10,852	187,499	12,247	203,018
果樹	4,151	19,451	3,843	18,292	4,322	23,646	4,786	30,783	5,049	28,252	5,525	32,365
野菜	4,643	50,843	4,339	36,634	3,373	45,587	3,629	48,122	3,647	57,054	3,582	50,996
ナジラン	13,212	180,304	12,286	156,140	12,185	147,184	13,107	155,084	11,747	145,694	11,430	141,119
穀類	984	2,129	708	1,631	1,001	2,597	1,019	2,448	659	2,544	908	3,491
飼料作物	3,237	35,718	2,520	26,421	2,479	36,690	2,879	44,838	2,435	37,266	2,287	35,916
果樹	5,962	66,321	6,682	70,445	7,007	62,412	7,272	65,782	6,658	57,985	6,311	57,868
野菜	3,029	76,136	2,375	57,643	1,698	45,485	1,937	42,016	1,995	47,899	1,924	43,844
合計	270,150	1,369,041	237,596	1,233,849	223,829	1,288,270	196,219	1,213,325	194,082	1,309,248	192,569	1,299,511
穀類	180,059	266,478	155,545	266,888	146,552	323,016	118,087	238,514	113,235	272,595	109,774	265,763
飼料作物	34,028	423,921	25,428	301,542	21,285	280,051	20,467	303,353	20,776	315,324	22,481	347,230
果樹	33,456	317,629	34,587	313,925	35,247	324,838	37,082	306,342	38,945	301,532	39,319	292,760
野菜	22,607	361,013	22,037	351,494	20,745	360,365	20,582	365,116	21,126	419,797	20,995	393,758

出典: Agriculture Statistical Year Book Twenty Issue by MOA、生産高単位: トン

1.1.4 工業

(1) 「サ」国全体の工業

「サ」国では表 B.1-7 に示されるように、10 業種に工場を分類している。工場数は 1971 年から 2006 年までの 35 年間で約 8 倍に増加している。近年の主要産業は化学製品、プラスチック製品、建設資材、ガラス製品製造、ベースメタル加工などとなっている。2006 年時では 5 州において 1,176 の工場が操業しており、国全体で約 30%を占めている。5 州の工場数の国全体に占める割合は 1999 年以降ほとんど変わらない。

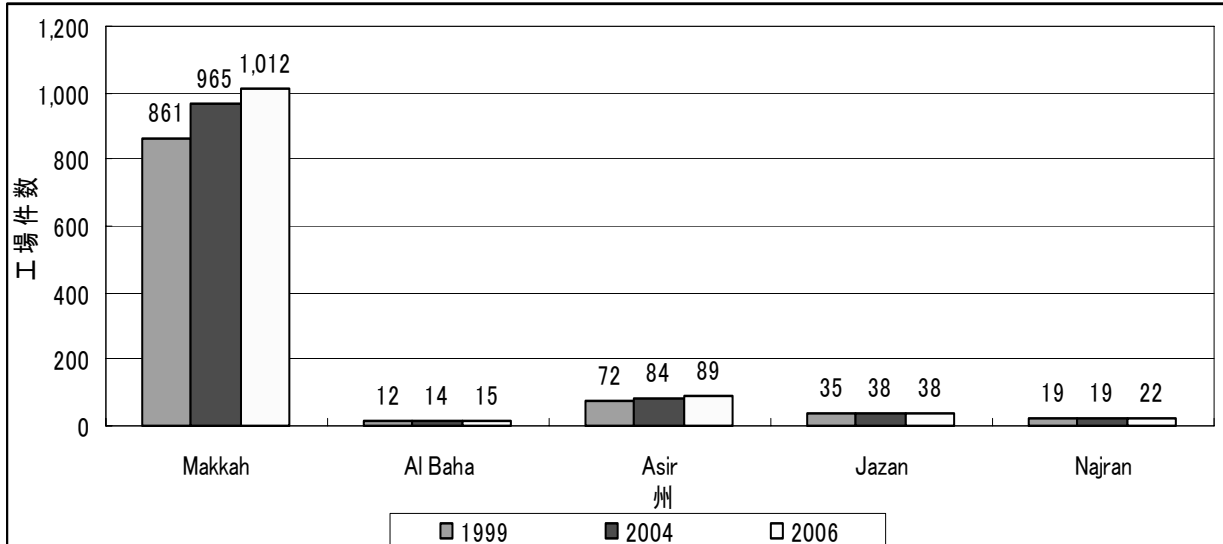
表 B.1-7 「サ」国における操業中の工場数

No.	業種	1971	1999	2004	2005	2006
1.	飲食加工	73	504	577	597	603
2.	繊維・皮革	12	141	174	190	191
3.	木材加工、家具	25	145	190	189	189
4.	製紙、印刷	46	195	226	227	227
5.	化学製品、プラスチック製造	63	630	795	855	869
6.	建設資材、ガラス・陶器製造	91	545	585	808	611
7.	ベースメタル加工		11	16		610
8.	機材部品加工	159	893	993	847	453
9.	輸送		21	16		16
10.	その他	3	78	80	79	79
	合計	472	3,163	3,652	3,792	3,848
	5州計	-	999	1,120	-	1,176
	全国に占める割合	-	31.6%	30.7%	-	30.6%

出典: 「Saudi Organization for Industrial Estates & Technology Zone (SOIETZ)」Web 資料、第八次開発計画

(2) 5州の工場件数

図 B. 1-4 は 1999 年、2004 年、2006 年の州別工場件数の推移を示している。5 州何れも工場件数は増加しており、最も増加率が高かった州は Al Baha 州 (約 3.6%) で、次いで Asir 州 (約 3.4%) である。一方、最も増加率が低かった州は Jazan 州 (約 1.2%) である。



出典: 「Saudi Organization for Industrial Estates & Technology Zone」および第八次開発計画

図 B. 1-4 工場件数の推移

表 B. 1-8 は 2006 年の調査対象地域における工場数を業種別に示す。各州とも飲食加工、化学製品、建設資材加工、ベースメタル加工のいずれかが主要工業となっており、5 州全体では約 70%を占めている。

表 B. 1-8 5州の操業中工場数(2006)

業種	Makkah		Al Baha		Asir		Jazan		Najran		合計	
飲食加工	172	17.0%	4	26.7%	12	13.5%	9	23.7%	4	18.2%	202	17.1%
繊維・皮革	62	6.1%	1	6.7%	1	1.1%	1	2.6%	0	0.0%	65	5.5%
木材加工、家具	44	4.3%	0	0.0%	1	1.1%	0	0.0%	0	0.0%	45	3.8%
製紙、印刷	69	6.8%	3	20.0%	2	2.2%	1	2.6%	0	0.0%	75	6.4%
化学繊維、プラスチック製造	240	23.7%	3	20.0%	15	16.9%	2	5.3%	5	22.7%	266	22.5%
建設資材、ガラス・陶器製造	121	12.0%	4	26.7%	41	46.1%	22	57.9%	10	45.5%	199	16.9%
ベースメタル加工	156	15.4%	0	0.0%	14	15.7%	2	5.3%	3	13.6%	175	14.9%
機材部品加工	118	11.7%	0	0.0%	2	2.2%	0	0.0%	0	0.0%	120	10.2%
輸送	5	0.5%	0	0.0%	0	0.0%	1	2.6%	0	0.0%	6	0.5%
その他	25	2.5%	0	0.0%	1	1.1%	0	0.0%	0	0.0%	26	2.2%
合計	1,012	100%	15	100%	89	100%	38	100%	22	100%	1180	100%

出典: 「Saudi Organization for Industrial Estates & Technology Zone (SOIETZ)」Web 資料

(3) 5州の工場就業者数

各州の業種別就業者は表 B. 1-9 に示すとおりである。5 州全体では食品加工、化学製品・プラスチック製造業の就業者数が最も多い。州別では、Makkah 州が同様に食品加工、化学製品・プラスチック製造業の就業者数が多く、Al Baha 州、Jazan 州、Najran 州は食品加工、建設資材・ガラス陶器製造の就業者が上位を占めている。

表 B. 1-9 2006 年次 5 州の業種別工場就業者数

業種	Makkah		Al Baha		Asir		Jazan		Najran		合計	
飲食加工	22,022	20.8%	117	26.7%	801	17.1%	409	22.6%	173	26.9%	23,522	20.8%
繊維・皮革	6,387	6.0%	48	10.9%	50	1.1%	29	1.6%	0	0.0%	6,514	5.7%
木材加工、家具	3,312	3.1%	0	0.0%	33	0.7%	0	0.0%	0	0.0%	3,345	3.0%
製紙、印刷	7,917	7.5%	77	17.5%	439	9.4%	11	0.6%	0	0.0%	8,444	7.5%
化学繊維、プラスチック製造	22,297	21.1%	96	21.9%	883	18.8%	114	6.3%	155	24.15	23,545	20.8%
建設資材、ガラス・陶器製造	12,942	12.2%	101	23.0%	1982	42.3%	1,165	64.4%	231	35.9%	16,421	14.5%
ベースメタル加工	16,051	15.2%	0	0.0%	451	9.6%	41	2.3%	84	13.1%	16,627	14.7%
機材部品加工	12,461	11.8%	0	0.0%	28	0.6%	0	0.0%	0	0.0%	12,489	11.0%
輸送	217	0.2%	0	0.0%	0	0.0%	41	2.3%	0	0.0%	258	0.2%
その他	2,107	2.0%	0	0.0%	18	0.4%	0	0.0%	0	0.0%	2,125	1.9%
合計	105,713	100%	439	100%	4,685	100%	1,810	100%	643	100%	113,290	100%

出典：「Saudi Organization for Industrial Estates & Technology Zone (SOIETZ)」

(4) 5 州の 1 工場あたりの業種別就業者数

就業者数が判明している 2006 年の 1 工場あたりの就業者数を業種別に表 B. 1-10 に示す。5 州の 1 工場あたりの平均就業者数は 30 名から 100 名程度である。Makkah 州は 1 工場あたりの就労数が最も多く約 100 人となっており、比較的規模の大きい工場が集中している。次いで Asir 州の約 60 人となっている。また、業種別には製紙・印刷業を除き 5 州全体で 1 工場あたり 40 名から 60 名程度となっている。

表 B. 1-10 工場あたりの業種別就業者数 (2006 年)

業種	Makkah	Al Baha	Asir	Jazan	Najran	平均
飲食加工	128	29	67	45	43	62
繊維・皮革	103	48	50	29	-	58
木材加工、家具	75	-	33	-	-	54
製紙、印刷	115	26	220	11	-	93
化学繊維、プラスチック製造	93	32	59	57	31	54
建設資材、ガラス・陶器製造	107	25	48	53	23	51
ベースメタル加工	103	-	32	21	28	46
機材部品加工	106	-	14	-	-	60
輸送	43	-	-	41	-	42
その他	84	-	18	-	-	51
平均	96	32	60	37	31	

出典：JICA 調査団

1.1.5 インフラストラクチャー

(1) 道路

表 B. 1-11 は 2003 年における地域別の道路延長を示したものである。調査対象 5 州の道路延長は国全体の 38% を占めており、この内 80% が未舗装、20% が舗装されている。国全体では、73% が未舗装、27% が舗装となっている。Asir 州、Makkah 州は道路の整備率が高い一方、他の 3 州の整備率は低い。

表 B. 1-11 地域別道路整備状況 (2003 年)

Region	Type of Paved Roads								Unpaved Roads		Total	
	Total		Main		Secondary		Feeder		e (km)	e/f (%)	f=d+e (km)	f/Σf (%)
	d=a+b+c (km)	d/f (%)	a (km)	a/d (%)	b (km)	b/d (%)	c (km)	c/d (%)				
Riyadh	11,040	52	2,247	20	2,113	19	6,680	61	10,214	48	21,254	13.3
Madinah	3,250	17	1,032	32	810	25	1,408	43	15,681	83	18,931	11.8
Qassi	4,276	23	450	11	873	20	2,953	69	14,692	77	18,968	11.8
Eastern	5,081	61	2,218	44	1,133	22	1,730	34	3,210	39	8,291	5.2
Tabuk	2,062	19	1,405	68	156	8	501	24	8,525	81	10,587	6.6
Hail	2,631	20	410	16	372	14	1,849	70	10,710	80	13,341	8.3
Northern	1,326	59	896	68	-	-	430	32	903	41	2,229	1.4
Jawf	1,175	21	713	61	-	-	462	39	4,353	79	5,528	3.5
Makkah	4,740	23	1,635	34	990	21	2,115	45	15,969	77	20,709	12.9
Al Baha	1,162	17	119	10	280	24	763	66	5,772	83	6,934	4.3
Asir	3,770	16	905	24	880	23	1,985	53	20,133	84	23,903	14.9
Jazan	949	18	205	22	130	14	614	65	4,207	82	5,156	3.2
Najran	1,478	34	455	31	525	36	498	34	2,868	66	4,346	2.7
5 Regions Total	12,099	20	3,319	27	2,805	23	5,975	49	48,949	80	61,048	38.1
Total	42,940	27	12,690	30	8,262	19	21,988	51	117,237	73	160,177	100.0

出典: The Eighth Development Plan

(2) 電気

2003 年の電力サービスの普及率は 90%、1999~2003 年の年平均伸び率は 3.3%、1 人当り消費電力の年平均伸び率は 1.7%となっている。(表 B. 1-12 参照)。電力サービス利用者の約 83%は居住者であり、全利用者は年 5.8%ずつ増えている。第 8 次開発計画によると電力サービスの推定普及率は 2004 年が 92%で、2009 年には 100%に達するものと推定されている。なお、停電の有無等のデータは得られていない。

表 B. 1-12 電力部門の指標

Items	Unit	1999	2003	Average Annual Growth Rate (%)
Per Capita Consumption	KWH	5,444	5,833	1.7
Number of Customers	000	3,372	4,232	5.8
Number of Residential Customers	000	2,792	3,497	5.8
Service Converage	%	79.1	90	3.3
Electricity Consumption	Blillion KWH	106	142	7.6
Peak Load	MW	21,101	26,272	5.6
Actual Generation Capacity	MW	20,647	27,018	7.0
Generation Capacity of Desalination Plants	MW	2,675	2,866	1.7
Total Number of Employees	Person	28,785	29,189	0.3
Share of Saudis	%	69.1	79.4	3.5
Average Number of Customers per Emploees	Customer	117	145	5.5
Average Sold Electricity per Employee	MWH	3,669	4,480	7.2

出典: The Eighth Development Plan

1.1.6 雇用

2003 年の民間部門における全雇用者数の内、約 33%がサウジ人労働者で、67%が外国人労働者である。表 B. 1-13 に示すとおり、民間部門全雇用の内 52%が生産部門に従事しており、サービス部門は 46%となっている。サービス部門のサウジ人労働者数は生産部門のサウジ人労働者数よりも多く、生産部門の外国人労働者数はサービス部門の外国人労働者数より多い。

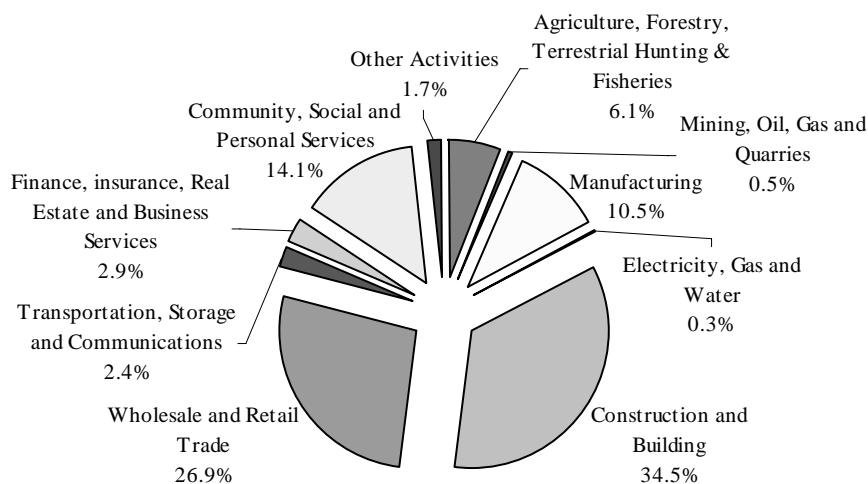
民間生産部門において労働者数が全労働者数の 5%以上を占めるサブセクターは、建設 (35%)、製造 (11%)、農林水産・狩猟 (6%) である。これら 3 サブセクターでは、外国人労働者の方がサウジ人労働者より多くなっている。特に農林水産・狩猟では、外国人労働者の数はサウジ人労働者

の9倍となっている。一方、サービス部門において労働者数が全労働者数の5%以上を占めるサブセクターは、卸・小売(27%)と、社会/個人サービス(14%)である。これら2つのサブセクターでは外国人労働者の方がサウジ人労働者より多くなっているが、外国人労働者の割合は生産部門ほどには高くない。

表 B. 1-13 サウジ人、非サウジ人労働者分布 (2003年、人口単位：千人)

Economic Activity	Saudi		Non-Saudi		Total	
	人口	%	人口	%	人口	%
Agriculture Forestry, Terrestrial Hunting & Fisheries	46	10	393	90	438	6.1
Mining, Oil, Gas and Qusrries	21	54	18	46	39	0.5
Manufacturing	256	34	500	66	756	10.5
Electricity, Gas and Water	13	51	12	49	25	0.3
Construction and Building	686	28	1,800	72	2,487	34.5
Total Productive Sectors	1,022	27	2,723	73	3,744	52.0
Wholesale and Retail Trade	676	35	1,264	65	1,939	26.9
Transportation, Storage and Communications	71	41	100	59	171	2.4
Finance, Insurance, Real Estate and Business Services	140	68	66	32	206	2.9
Community, Social and Personal Services	436	43	583	57	1,019	14.1
Total Services Sectors	1,322	40	2,013	60	3,335	46.3
Other Activities	45	36	81	64	126	1.7
Total	2,389	33	4,817	67	7,205	100.0

出典：The Eighth Development Plan



出典：The Eighth Development Plan

図 B. 1-5 民間部門における経済活動別労働者割合 (2003年)

調査対象5州の失業率を次表に整理した。JeddahをかかえるMakkah州でさえ、失業率は18%と、「サ」国全体の16%よりも高くなっている。失業率が3割を超えて特に高いのが、Al Baha州(32%)とJazan州(31%)である。全国的に女性の失業率が男性の失業率より高いが、Al Baha州とJazan州の女性の失業率は64%と52%となっており、就業希望の女性の内就職できるのは半分以下である。

表 B. 1-14 5州における男女別失業率 (2006年推定)

Regions	Men (%)	Women (%)	Whole (%)
Makkah	13	37	18
Al Baha	18	64	32
Asir	18	49	27
Jazan	23	52	31
Najran	10	44	20
KSA	-	-	16

出典：SAGIA「Economic Report 2007」

1.1.7 保健衛生

「サ」国の幼児死亡率は1984年から2003年までの20年間で、1,000人あたり85人から1,000人あたり22人と減少しており、平均寿命は、61歳から72歳になっている。妊娠婦人の医療機関への通院率は、1999年の86.8%から2003年の98%に改善している。

表B.1-15は、調査地域5州における病院ベッド数、医者数及び全国レベルとの比較を示したものである。調査地域は、一人当たりベッド数及び医者数とも全国平均より高いレベルにある。Al Baha州は、全国平均に比べ、1ベッド及び医者1人あたりの患者数は全国平均の約半分になっている。

表 B. 1-15 調査地域の医療施設整備状況

州	病院ベッド数	単位ベッドあたり患者数	医者数	医者一人あたり患者数
Makkah	7,270	798	3,784	1,533
Al Baha	1,039	366	485	784
Asir	2,430	700	1,392	1,221
Jazan	1,338	897	762	1,575
Najran	638	658	404	1,040
調査地域平均	N/A	684	N/A	1,230
全 国	28,522	792	16,120	1,402

1.1.8 水の経済価値（農業／工業／生活用水）

(1) 水道料金

第8次開発計画では6人家族の水の月平均消費量を約41m³と推定している。この推定消費量は、料金区分の第1区分（表B.1-16参照）に分類されることから、大半の利用者が支払う実際の水道料金は1m³当り0.10SR（SR=約30円）となっている。

表 B. 1-16 地方自治体用水道料金区分

Segment	Volume (m ³)	Tariff (SR/m ³)
First	0-50	0.10
Second	51-100	0.15
Third	102-200	2.00
Fourth	201-300	4.00
Fifth	301 and Over	6.00

出典: The Eighth Development Plan

(2) 水のコスト

Household water and sanitation services in Saudi Arabia: an analysis of economic, political and ecological issues¹は、脱塩水と地下水のコストを試算して比較を行っている。それによるとNew Riyadh Wells Projectの1m³当りの費用はおよそ0.36ドルと推定されている。これに資本の機会費用0.18ドル/m³を加えて、生産費用は1m³当り0.54ドルとなっている。

近年建設されたSharjahの脱塩プラントによる脱塩水のコストは、脱塩水の生産費用（0.52ドル/m³）とペルシア湾岸からRiyadhまでパイプラインによる脱塩水の輸送費用（1.32ドル/m³）の合計、1m³当り約1.84ドルと推定できる。一方、国内既存30箇所の脱塩プラントの加重平均による経理費用は0.67ドル/m³と計算され、資本の機会費用とパイプラインによる輸送費用を加えた合計コストは2.37ドル/m³となっている。但し、このコスト計算には脱塩プラントで生産される電気のコストも含まれている。

¹ Elie Elhadj, SOAS Water Research Group, Occasional Paper 56, SOAS/KCL Water Research Group, School of Oriental & African Studies and King's College London, University of London, May 2004

表 B. 1-17 水源別水費用の比較

(US\$/m³)

Water Sources	Accounting Cost a	Opportunity Cost of Capital b	Economic Cost c=a+b	Pipeline Transmission d	Grand Total C+d
Riyadh's New Wells Project	0.36	0.18	0.54	*-	0.54
Sharjah's New Desalination Plant	0.35	0.17	0.52	1.32	1.84
Average 30 Desalination Plants (1998)	0.67	0.38	1.05	1.32	**2.37

* Included in accounting cost

** Including the value of electricity generated

出典: Household water and sanitation services in Saudi Arabia: an analysis of economic, political and ecological issues

1.2 自然条件

1.2.1 地理

調査区域は、「サ」国の南西部「紅海沿岸 - 山地 - 内陸平原」に位置し、中央部の Al Hijaz-Asir 高地、東部域および西部域で異なった(水文)地形学的な特徴を有している。中央の Hijaz-Asir 高地は、本調査区域を南北に縦貫し、西側(紅海側)で急崖、東側(Najd 側)の緩斜面が特徴的であり、稜線は急崖によって 700km にわたり明瞭に追跡される。山稜は、南部 Abhah 周辺で最も高く標高 3,000m に達し、北に向かいしだいに高度を減じ Taif 周辺で標高 1,500m となる(図 B. 1-6 および図 B. 1-7 参照)。

一方、西部の紅海に沿う低地は Tihama と呼ばれる海岸平野であり内陸に向かい次第に段丘～丘陵地に漸移するいわば沖積原特有の地形を示している。

東部域は、Al Hijaz-Asir 高地の稜線から小丘を伴う丘陵地(準平原)となるが、広く Harrat と呼ばれる溶岩台地に覆われる。さらに東方(の調査域東縁部)では、岩屑と沖積堆積物が、溶岩台地および先カンブリア紀の基盤を覆い分布している。

当調査区域は、地形学的に以下の 3 地形区に分けられる。

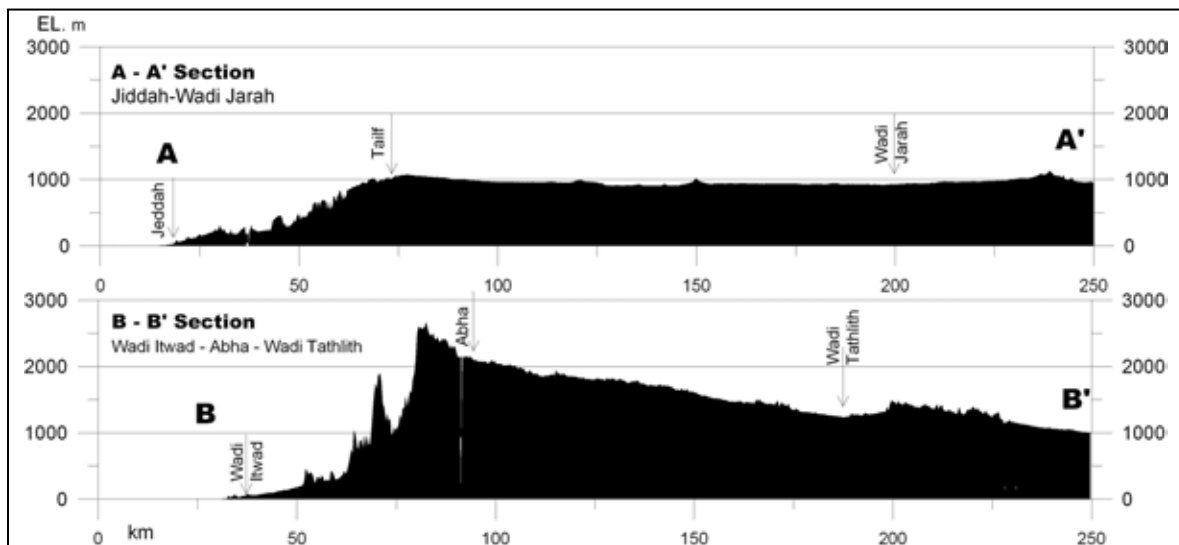


図 B. 1-6 調査域の地形断面

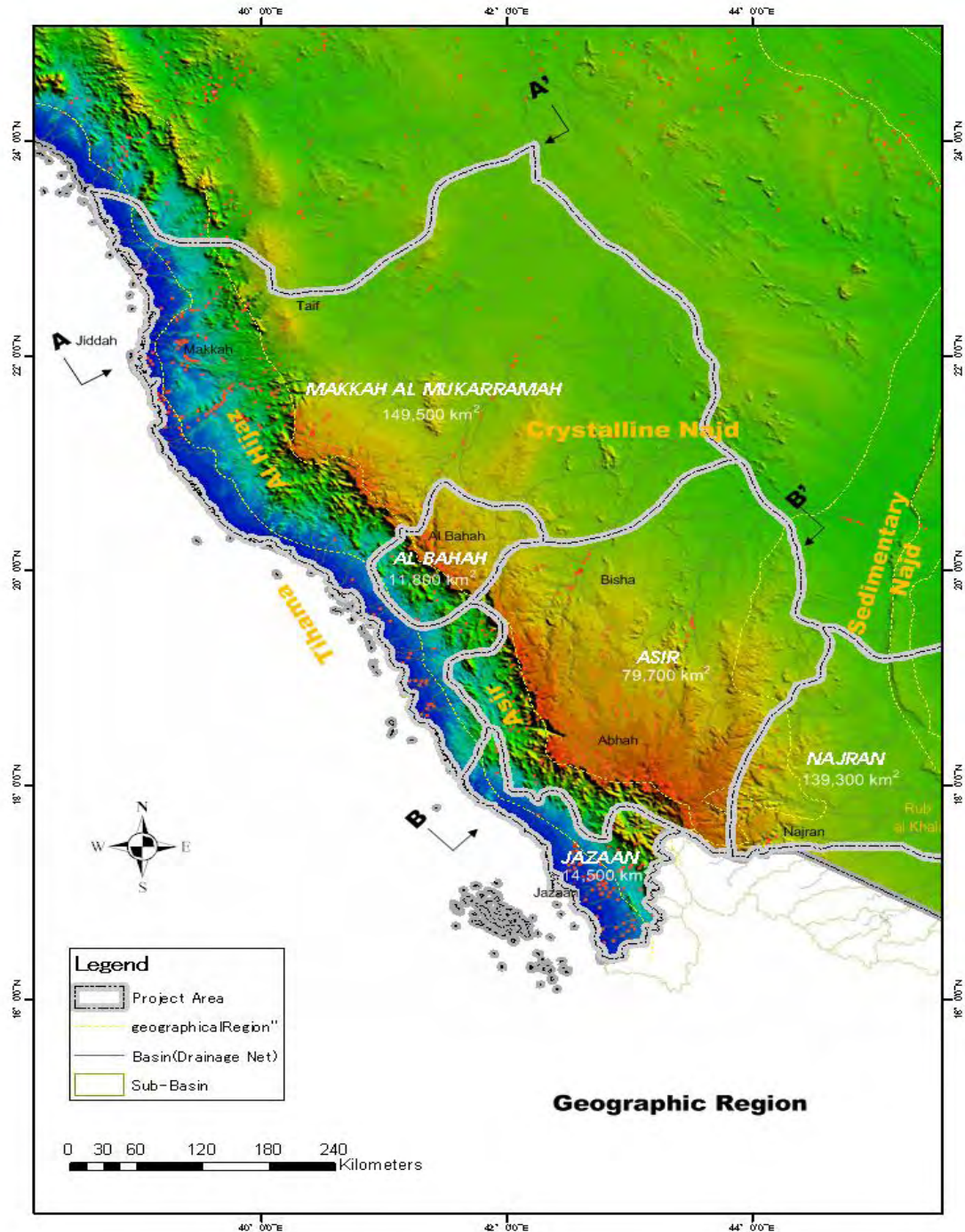


図 B. 1-7 調査域の地形概要

西部沿岸低平地- Tihama

西部沿岸低平地は、前述のように ‘Tihama’ と呼ばれる紅海に沿う平原地帯であり、調査地内の紅海沿岸一帯に分布する。北部の Jeddah 近郊では規模は小さいが、南に向かい次第に広くなり南部の Jazan では幅 40km に達する。当地形区は Hijaz-Asir 高原より排出された堆積物より成る堆積面が特徴的で沖積扇状地・三角洲・斜面下部の岩屑・崖錘などの堆積地形の他、海岸に沿っては干潟・海浜など潮汐の作用を受けた海浜地形となる。

Al Hijaz-Asir 高地

Hijaz-Asir 高地は、紅海に沿う構造山地 (Red Sea escarpment) の南半分にあたり、調査地区では Taif からイエメン国境までの 700km 区間にあたる。

Najd (先カンブリア結晶岩) 台地

Najd (先カンブリア結晶岩) 台地は、東方に広がる Najd 地区の一部であり、火山岩または変成岩起源の古期岩類よりなる。表層部では、風化殻（ペディメント）と沙漠からなる地形が 500km にわたり認められる。

1.2.2 地質

本調査区域の基盤は、先カンブリア紀原生代の - 激しく褶曲し、また局部変成した火砕岩、碎屑岩などの - 変成岩、および酸性から塩基性の多様な火成岩よりなる。これらは「Arabian Shield-Nubian Shield」の一部にあたり、調査区域中央部 Hijaz-Asir 高地に露岩する。同高原の東側山麓では、先カンブリア紀原生代の上位に古生代の堆積岩が東傾斜で重なり、カンブリア紀～オルドビス紀の「Wajid sandstone」として知られている。

当区域の火成活動は、岩相より、地質時代と通じ数回のイベントが想定されている。最も古い時代の活動は、先カンブリア紀原生代であり火山 - 碎屑物および溶岩流（または被火山性の岩体を取り込む）複合岩体として知られている。新期の活動としては、第三紀と第四紀の二時期が知られ、これには、本調査域の北部に分布する玄武岩溶岩と塩基性岩の貫入岩体が含まれる。これら両火成岩ともに紅海造構造運動に関係した火山活動に由来し、玄武岩溶岩は広域にわたる火山活動の結果の噴出岩、一方、塩基性岩（斑斕岩）は深部裂罅に沿う貫入岩としての特徴を有する。

最上位の堆積物は、第四紀層であり、ワジ中積層、扇状地礫層、段丘礫層、海浜堆積物、風成砂などの未固結堆積より構成される。これらの堆積は紅海の生成の過程で繰り返し起きた隆起運動と、引き続き侵食活動の過程で起きたものであり、Hijaz-Asir 高原より東方または西方へ発達する複数のワジもこれらの隆起 - 侵食活動の産物と考えられている。

図 B. 1-8、図 B. 1-9 に模式層序および調査地区の地質図を示す。

Era	Lithostratigraphy	Intrusive Rock	Age	Orogenic Events
Quaternary	Alluvium		27	Red Sea rifting
	Basalt Cones			
Tertiary	Basalt necks and dikes			
	Basalt flows			
	Laterite			
Ordovician-Cambrian, Permian	Wajid Sandstone		570?	Local uplift
Upper Precambrian	Muradama group		600?	Najd faulting (south strand)
	Atura formation	Granite Suite	640	Extension and uplift
		Diorite and gabbroic rocks	660	
		Granodiorite and granite suite	690	Crustal shortening (continental collision)
			735	
	Halaban group		760	Andean-type island arc
		Tonalite and granodiorite suite	780	Shortening (collision)
	Ablah group		800	Andean-type island arc
		Diorite suite	900	Ensimatic
		Baish, Bahah, and Jiddah groups	?	110
Lower Precambrian				

図 B. 1-8 模式層序 (調査域中央部、Abha 地区)

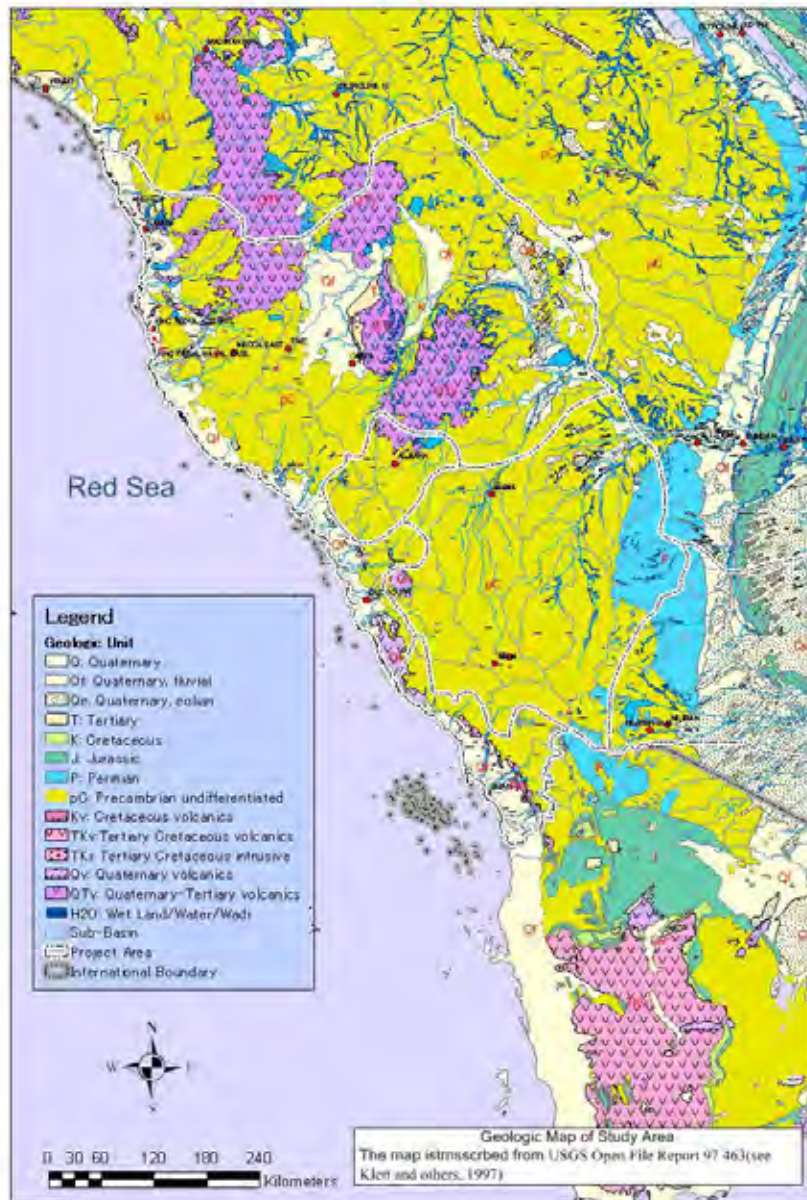


図 B. 1-9 調査地区の地質図

1. 2. 3 気象（気象観測所）

調査地域における気象観測所は、気象環境庁（以下、PME と称す）所管の 10 気象観測所と水電力省（MOWE）所管の 56 気象観測所がある。

表 B. 1-18 に PME 所管、表 B. 1-19 に MOWE 所管の気象観測所一覧を示す。

表 B. 1-18 PME 所管気象観測所一覧

観測所名	観測所番号	経度	緯度	資料整理期間
ABHA	41112	42° 39' 39"	18° 13' 59"	1978 - 2007. 10
AL-BAHA	41055	41° 38' 35"	20° 17' 41"	1985 - 2007. 10
BISHA	41084	42° 37' 09"	19° 59' 28"	1970 - 1974, 1977 - 2003. 2
JEDDAH	41024	39° 12' 00"	21° 30' 00"	1970 - 1975, 1977 - 2002. 2
JIZAN	41140	42° 35' 05"	16° 53' 49"	1970 - 1974, 1977 - 2003. 2
KHAMIS MUSHAYT	41114	42° 48' 23"	18° 17' 58"	1970 - 1974, 1977 - 2003. 6
MAKKAH	41030	39° 46' 08"	21° 26' 16"	1985 - 2007. 10
MEDINA	40430	39° 48' 06"	22° 21' 36"	1970 - 1974, 1977 - 1983. 10
NAJRAN	41128	44° 24' 49"	17° 36' 41"	1978 - 2007. 09
TAIF	41036	40° 24' 00"	21° 16' 48"	1970 - 1970. 10

出典:PME

表 B.1-19 MOWE 所管気象観測所一覧

No.	観測所名	標高(EL. m)	経度	緯度	資料整理期間
1	A004	2400	43° 06' 00"	18° 10' 00"	1975 - 2002
2	A005	2200	42° 29' 00"	18° 12' 00"	1975 - 2003
3	A006	2100	42° 36' 00"	18° 15' 00"	1975 - 2000
4	A007	2600	42° 09' 00"	19° 06' 00"	1975 - 2003
5	B001	2400	41° 17' 00"	20° 06' 00"	1975 - 2003
6	B004	1020	42° 36' 00"	20° 01' 00"	1975 - 2003
7	B005	1090	42° 32' 00"	19° 52' 00"	1975 - 2003
8	B006	975	43° 31' 00"	19° 32' 00"	1975 - 2003
9	B007	2400	41° 33' 00"	19° 52' 00"	1975 - 2002
10	B008	1230	42° 22' 30"	19° 59' 10"	1975 - 2001
11	D001	940	44° 22' 00"	24° 29' 00"	1970 - 1990
12	EP002	4.7	50° 00' 00"	26° 30' 00"	1975 - 2002
13	EP003	75	48° 23' 00"	26° 59' 00"	1975 - 2002
14	HU002	300	49° 01' 00"	24° 04' 00"	1975 - 2002
15	HU003	160	49° 34' 00"	25° 30' 00"	1969 - 2004
16	HU005	430	48° 08' 00"	25° 05' 00"	1975 - 2001
17	HU006	450	47° 22' 00"	26° 22' 00"	1975 - 2001
18	H001	1010	41° 38' 00"	27° 28' 00"	1975 - 2001
19	H002	985	41° 34' 00"	27° 22' 00"	1975 - 1992
20	H005	878	42° 30' 00"	27° 16' 00"	1975 - 1987
21	J001	53	41° 03' 00"	19° 32' 00"	1975 - 2001
22	J002	60	39° 20' 00"	22° 09' 00"	1975 - 2000
23	J003	90	40° 26' 40"	20° 19' 00"	1984 - 2002
24	M001	590	39° 35' 00"	24° 31' 00"	1975 - 2002
25	M002	840	40° 30' 00"	24° 51' 00"	1975 - 1981
26	M004	849	40° 31' 00"	24° 50' 00"	1982 - 2003
27	N001	1272	44° 15' 39"	17° 34' 00"	1975 - 1999
28	R001	564	46° 43' 00"	24° 34' 00"	1964 - 2003
29	R002	430	47° 24' 00"	24° 10' 00"	1975 - 2001
30	R003	539	46° 44' 00"	22° 17' 00"	1975 - 2002
31	R004	670	44° 48' 00"	26° 17' 00"	1980 - 2003
32	R005	665	45° 37' 00"	25° 32' 00"	1975 - 2003
33	R006	730	45° 15' 00"	25° 15' 00"	1975 - 2003
34	R007	600	46° 34' 00"	24° 25' 00"	1975 - 2001
35	R008	550	46° 28' 00"	22° 33' 00"	1975 - 2003
36	SA001	190	42° 57' 00"	17° 03' 00"	1975 - 2003
37	SA002	40	42° 37' 00"	17° 10' 00"	1975 - 2003
38	SA003	350	41° 53' 00"	19° 00' 00"	1975 - 2003
39	SA004	30	41° 24' 00"	18° 44' 00"	1975 - 2002
40	SA005	410	41° 48' 08"	19° 13' 34"	1975 - 2001
41	SK001	574	40° 12' 00"	29° 58' 00"	1975 - 2002
42	SK002	549	37° 21' 00"	31° 20' 00"	1975 - 2002
43	SK003	566	38° 17' 00"	30° 31' 00"	1975 - 2002
44	SU001	600	45° 34' 00"	20° 28' 00"	1970 - 1993
45	TA002	1500	40° 30' 00"	21° 18' 00"	1975 - 2000
46	TA003	1230	40° 25' 00"	21° 37' 00"	1975 - 2000
47	TA004	1530	40° 27' 00"	21° 24' 00"	1980 - 2003
48	TA005	1126	41° 40' 00"	21° 11' 00"	1975 - 1997
49	TA006	1450	41° 17' 00"	20° 37' 00"	1982 - 2001
50	TB001	737	36° 35' 00"	28° 22' 00"	1975 - 2003
51	TB002	820	38° 29' 00"	27° 38' 00"	1975 - 1995
52	U001	724	43° 59' 00"	26° 04' 00"	1980 - 2003
53	U002	740	42° 11' 00"	25° 50' 00"	1982 - 2003
54	W001	240	35° 01' 00"	28° 28' 00"	1975 - 2003
55	TA007	2200	41° 28' 00"	19° 59' 00"	1975 - 1992
56	B009	2011	41° 54' 00"	19° 32' 00"	1975 - 2003

出典:MOWE



図 B. 1-10 調査地域及び MOWE、PME 所管の気象観測所

調査域から、Jeddah、Abha、Jizan の気温、湿度の特性を以下に示す。

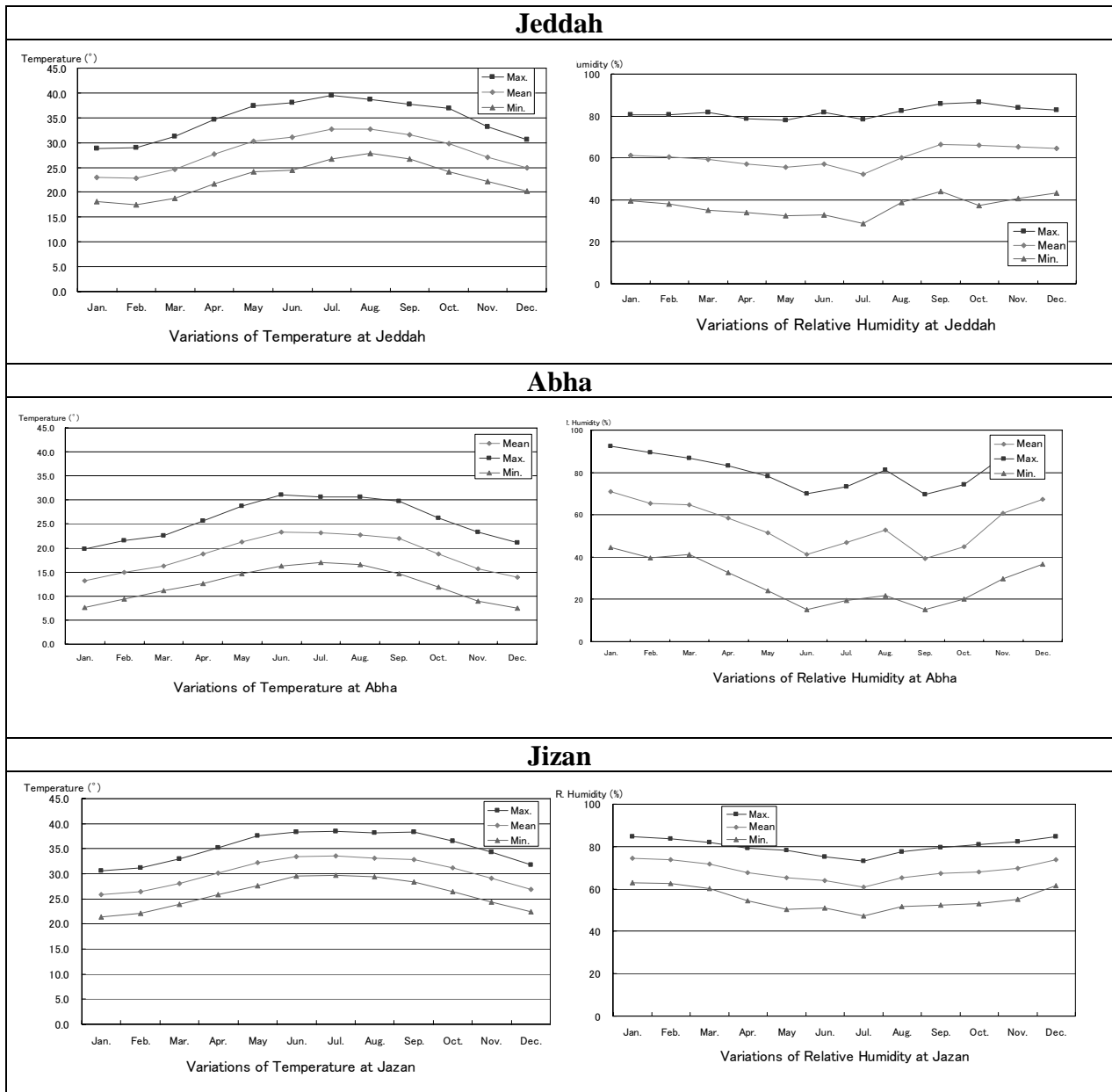


図 B. 1-11 調査地域における気温及び湿度の傾向

1.2.4 水文（雨量、流量）

(1) 雨量

調査地域における雨量観測所は、1.2.3 で既述した PME 所管 10 観測所以外に、表 B. 1-20 に示す MOWE 所管の 105 雨量観測所がある。州別の MOWE 雨量観測所の位置図については、サポーティング・レポートに示している。

表 B. 1-20 MOWE 所管雨量観測所

No.	州	観測所名	標高 (EL. m)	経度	緯度	資料整理期間
1	Makkah	J111	55	38° 50' 00"	23° 06' 00"	1966 - 1988, 1991 - 2006
2		J140	8	39° 02' 00"	22° 49' 00"	1966, 1969 - 1979, 1982 - 1998, 2000 - 2003, 2005 - 2006
3		J116	317	39° 38' 00"	22° 35' 00"	1966 - 1979, 1985 - 1986, 1988 - 2006
4		J220	470	39° 49' 00"	22° 22' 00"	1966 - 1995, 1997 - 2004
5		J002	60	39° 20' 00"	22° 09' 00"	1972, 1994 - 2001, 2004
6		J106	60	39° 20' 00"	22° 09' 00"	1994 - 2001, 2005 - 2006
7		J219	125	39° 26' 00"	22° 12' 00"	1970 - 1995, 1997 - 2006

No.	州	観測所名	標高 (EL. m)	経度	緯度	資料整理期間	
8		J221	90	39° 21' 00"	21° 55' 00"	1971 - 1995, 1997 - 2004	
9		J239	350	39° 41' 00"	21° 58' 00"	1976 - 2002, 2004	
10		J214	710	39° 59' 00"	21° 59' 00"	1966 - 2006	
11		J134	11	39° 12' 00"	21° 30' 00"	1970 - 1979, 1984 - 2005	
12		J102	116	39° 42' 00"	21° 26' 00"	1966 - 2003, 2005 - 2006	
13		J114	280	39° 49' 00"	21° 26' 00"	1964 - 1965, 1969 - 1970, 1972, 1975 - 1976, 1979, 1981, 1995 - 1998	
14		TA250	1465	40° 27' 00"	21° 40' 00"	1982 - 1992, 2001	
15		J113	520	40° 07' 00"	21° 22' 00"	1966 - 1976, 1979 - 1997, 1999 - 2005	
16		J204	720	40° 12' 00"	21° 21' 00"	1966 - 2005	
17		J205	910	40° 13' 00"	21° 21' 00"	1966 - 2005	
18		TA251	1900	40° 22' 00"	21° 22' 00"	1982 - 1992, 2001	
19		TA206	1680	40° 24' 00"	21° 17' 00"	1966 - 2004	
20		TA233	1650	40° 39' 00"	21° 08' 00"	1971 - 2005	
21		J003	90	40° 26' 00"	20° 19' 00"	1994 - 1996, 2004 - 2005	
22		J107	84	40° 27' 00"	20° 19' 00"	1966 - 1977, 1981 - 1982, 1986 - 1987, 1989 - 1992, 1994 - 2005	
23		J108	6	40° 17' 00"	20° 09' 00"	1966 - 1975, 1977 - 1985, 1987 - 2003, 2005	
24		J001	53	41° 03' 00"	19° 32' 00"	1970 - 1988, 1994 - 1995, 1997 - 1998	
25		J131	370	41° 37' 00"	19° 28' 00"	1970 - 1988, 1990 - 1998, 2000 - 2006	
26		SA120	580	41° 50' 00"	19° 26' 00"	1968 - 2005	
27		SA005	410	41° 48' 00"	19° 13' 34"	1990 - 1999	
28		SA122	450	41° 50' 00"	19° 07' 00"	1969 - 1996, 1999, 2001, 2002, 2004, 2006	
29		SA147	85	41° 28' 00"	19° 02' 00"	1970 - 1976, 1978 - 1983, 1995 - 2000, 2003 - 2005	
30		SA142	90	41° 35' 00"	18° 46' 00"	1966, 1970 - 2005	
31		SA004	30	41° 24' 00"	18° 44' 00"	1973 - 1987, 1997 - 1998	
32		B111	810	42° 51' 00"	21° 15' 00"	1965 - 1971, 1974, 1976, 1982, 1985 - 1986, 1991 - 1997, 2001 - 2002, 2004	
33		Al-Baha	B001	2400	41° 17' 00"	20° 06' 00"	1975 - 2003
34			B103	1470	41° 39' 00"	20° 15' 00"	1975 - 1976, 1978 - 1996, 2005
35			J139	80	41° 02' 00"	19° 44' 00"	1967 - 1987, 1992 - 1995, 1997 - 1999
36			J126	350	41° 26' 00"	19° 46' 00"	1966 - 1988, 1990 - 1997
37			B007	2400	41° 33' 00"	19° 52' 00"	1965 - 1981, 1983 - 2005
38			B101	2330	41° 35' 00"	19° 54' 00"	1960 - 1980, 1982 - 2005
39			J127	440	41° 32' 00"	19° 40' 00"	1970 - 2001, 2005
40	Asir	J137	398	41° 58' 00"	19° 58' 00"	1966, 1968, 1972 - 2002, 2004 - 2005	
41		B114	1305	42° 14' 00"	20° 01' 00"	1966 - 1978, 1980 - 1997, 2001	
42		B008	1230	42° 22' 30"	19° 59' 10"	1990 - 1997, 2000	
43		B004	1020	42° 36' 00"	20° 01' 00"	1975 - 2003	
44		B217	1715	41° 56' 00"	19° 45' 00"	1971 - 1976, 1985 - 1996, 2000 - 2002	
45	B005	1090	42° 32' 00"	19° 52' 00"	1973 - 1999		
46	Asir	B216	2000	41° 59' 00"	19° 28' 00"	1970 - 1998, 2002	
47		SA003	350	41° 53' 00"	19° 00' 00"	1968 - 1988, 1991 - 1993, 2000 - 2006	
48		SA105	390	41° 58' 00"	18° 56' 00"	1965 - 1988, 1991, 1993, 1998 - 2003	
49		SA139	450	42° 02' 00"	19° 03' 00"	1970 - 2006	
50		SA120	580	41° 50' 00"	19° 26' 00"	1968 - 2005	
51		A127	2250	42° 15' 00"	18° 47' 00"	1966 - 1979, 1981 - 2006	
52		B208	1650	42° 44' 00"	19° 01' 00"	1967 - 1976, 1985 - 1996	
53		A103	2100	42° 47' 00"	18° 06' 00"	1965 - 2006	
54		B219	1480	42° 48' 00"	19° 20' 00"	1971 - 1997, 1999 - 2002, 2004 - 2005	
55		B006	975	43° 31' 00"	19° 32' 00"	1983 - 1996, 1999 - 2002	
56		SA138	570	42° 01' 00"	18° 38' 00"	1966, 1970 - 2005	
57		SA113	450	42° 02' 00"	18° 32' 00"	1965 - 1999	
58		A206	2480	42° 15' 00"	18° 41' 00"	1967 - 1995, 2002 - 2006	
59		A117	2200	42° 16' 00"	18° 37' 00"	1966 - 1995, 1997 - 2006	
60		A108	2300	42° 23' 00"	18° 31' 00"	1967 - 1983, 1985 - 2006	
61		A107	2150	42° 34' 00"	18° 36' 00"	1968 - 1982, 1984 - 1994, 1998 - 2006	
62		A113	1700	42° 41' 00"	18° 38' 00"	1966 - 2002, 2004 - 2006	
63		B110	1650	42° 53' 00"	18° 48' 00"	1965, 1968, 1970 - 1976, 1978 - 1997, 2000 - 2005	
64		A110	1880	42° 59' 00"	18° 41' 00"	1966 - 1983, 1985, 1990 - 1997, 2001 - 2005	
65	SA108	420	41° 55' 00"	18° 20' 00"	1965 - 1966, 1968 - 2005		

No.	州	観測所名	標高 (EL. m)	経度	緯度	資料整理期間	
66		A130	2440	42° 19' 00"	18° 20' 00"	1982 - 2006	
67		A124	2400	42° 20' 00"	18° 25' 00"	1965 - 1981, 1983 - 2006	
68		A201	2030	42° 31' 00"	18° 25' 00"	1966 - 1996	
69		A112	1980	42° 34' 00"	18° 22' 00"	1965 - 2006	
70		A128	1800	42° 42' 00"	18° 28' 00"	1974 - 1993, 1996 - 2001	
71		SA116	700	42° 12' 00"	18° 15' 00"	1968 - 1988, 1993 - 1994, 1998 - 2002, 2004 - 2006	
72		SA144	408	42° 15' 00"	18° 10' 00"	1971 - 2000, 2004 - 2006	
73		A118	2820	42° 22' 00"	18° 15' 00"	1965 - 2002, 2004 - 2006	
74		A005	2200	42° 29' 00"	18° 12' 00"	1982 - 2003	
75		A006	2100	42° 36' 00"	18° 15' 00"	1973 - 1976, 1978 - 1996	
76		A123	1900	42° 52' 00"	18° 19' 00"	1965 - 1993, 1995 - 2001	
77		SA115	20	41° 40' 00"	18° 00' 00"	1965 - 1979, 1982, 1987, 1990, 2000, 2005	
78		A121	2300	42° 45' 00"	18° 02' 00"	1965 - 2006	
79		A004	2400	43° 06' 00"	18° 10' 00"	1981 - 1999, 2003 - 2006	
80		A105	2060	43° 11' 00"	18° 14' 00"	1968, 1970 - 2002, 2004 - 2006	
81		A004	2400	43° 06' 00"	18° 10' 00"	1981 - 1999, 2003 - 2006	
82		A104	2350	43° 22' 00"	17° 56' 00"	1966 - 2002	
83		Jazan	SA102	65	42° 14' 00"	17° 42' 00"	1966 - 2005
84			SA204	200	42° 36' 00"	17° 34' 00"	1979 - 1985, 1998 - 2006
85			SA145	600	42° 48' 00"	17° 37' 00"	1966, 1968 - 1969, 1972 - 1976, 1980 - 1993, 1997 - 2006
86			SA106	70	42° 32' 00"	17° 22' 00"	1967 - 1994, 1997 - 2004
87			SA126	540	42° 53' 00"	17° 27' 00"	1966 - 2006
88			SA125	200	42° 27' 00"	17° 08' 00"	1967 - 1968, 1970 - 1977, 1979 - 2006
89			SA002	40	42° 37' 00"	17° 10' 00"	1965 - 1993, 1995, 1999 - 2002, 2005 - 2006
90			SA107	70	42° 47' 00"	17° 07' 00"	1966 - 2005
91			SA129	150	42° 54' 00"	17° 10' 00"	1967, 1969 - 1987, 1992 - 1999, 2005 - 2006
92			SA140	305	43° 02' 00"	17° 19' 00"	1967, 1970 - 1990, 1993, 1995, 1998 - 2006
93			SA110	860	43° 08' 00"	17° 16' 00"	1960 - 1984, 1988 - 2006
94	SA148		4	42° 32' 00"	16° 55' 00"	1984 - 1997, 2003 - 2005	
95	SA132		73	42° 47' 00"	17° 01' 00"	1963, 1990 - 2006	
96	SA101		69	42° 50' 00"	16° 58' 00"	1960 - 1976, 1978, 1980 - 1995, 1998 - 2005	
97	SA001		190	42° 57' 00"	17° 03' 00"	1976 - 1993, 2000 - 2005	
98	SA104		223	43° 05' 00"	17° 03' 00"	1960 - 2006	
99	SA111		900	43° 07' 00"	17° 03' 00"	1960 - 2006	
100	SA143		340	43° 08' 00"	16° 54' 00"	1971 - 1996, 2002 - 2005	
101	SA135		240	43° 14' 00"	16° 48' 00"	1967 - 1974, 1982 - 1984, 1988, 1990 - 2006	
102	SA136		90	43° 08' 00"	16° 41' 00"	1967 - 2006	
103	SA137	40	42° 57' 00"	16° 36' 00"	1967 - 1979, 1982 - 1997, 2000 - 2002, 2004 - 2005		
104	Najran	N001	1272	44° 14' 00"	17° 33' 00"	1969 - 1975, 1977 - 1978, 1980 - 2001	
105		N103	2020	43° 38' 00"	17° 40' 00"	1966 - 2002, 2004 - 2006	

出典: MOWE

地域的な雨量の傾向は、図 B. 1-12 に示している。これらの傾向を見ると、対象地域の北側(Makkah 州の Jeddah 北方 J140 観測所)では、年雨量は、最大でも 100mm 以下となっている。対象地域の中央部の山地部(A107 観測所)では、比較的年雨量が多く、50mm~250mm 程度となっている。南側に位置する Jazan 州は、最も雨量が多く、SA137 観測所では、多い年で 400mm 以上、少ない年でも 50mm 以上の降雨を示している。

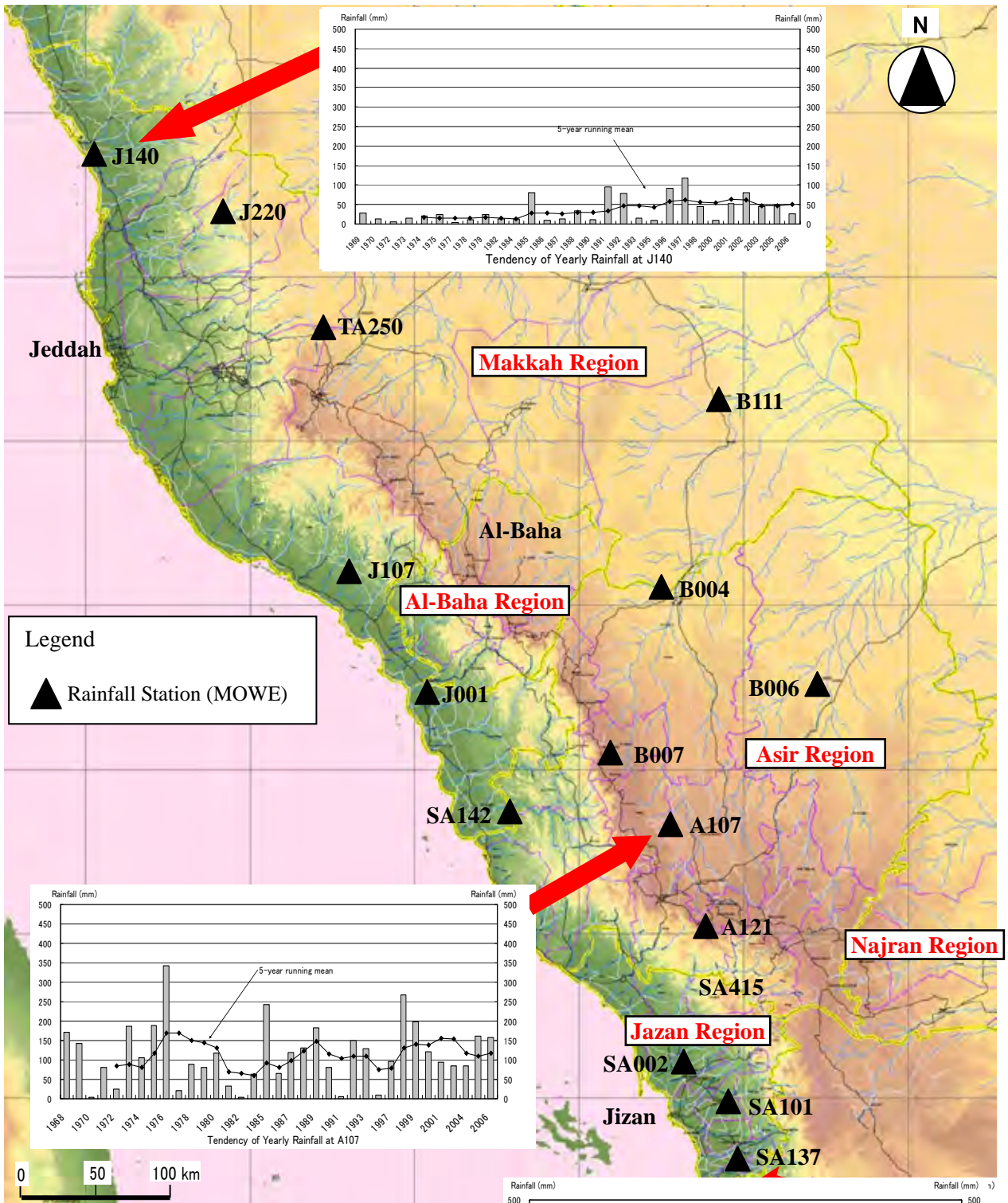


図 B. 1-12 代表的な雨量観測所の年雨量の傾向

(2) 最近の雨量の動向

MOWE のデータベース登録データより、1968 年～2004 年の年間雨量を整理し、ティーセン分割法により調査 5 州の雨水量を求めた。図 B. 1-13 に結果図を示す。5 州の中で Jazan 州が最も多雨であり年平均降雨で 400mm 以上を示す。

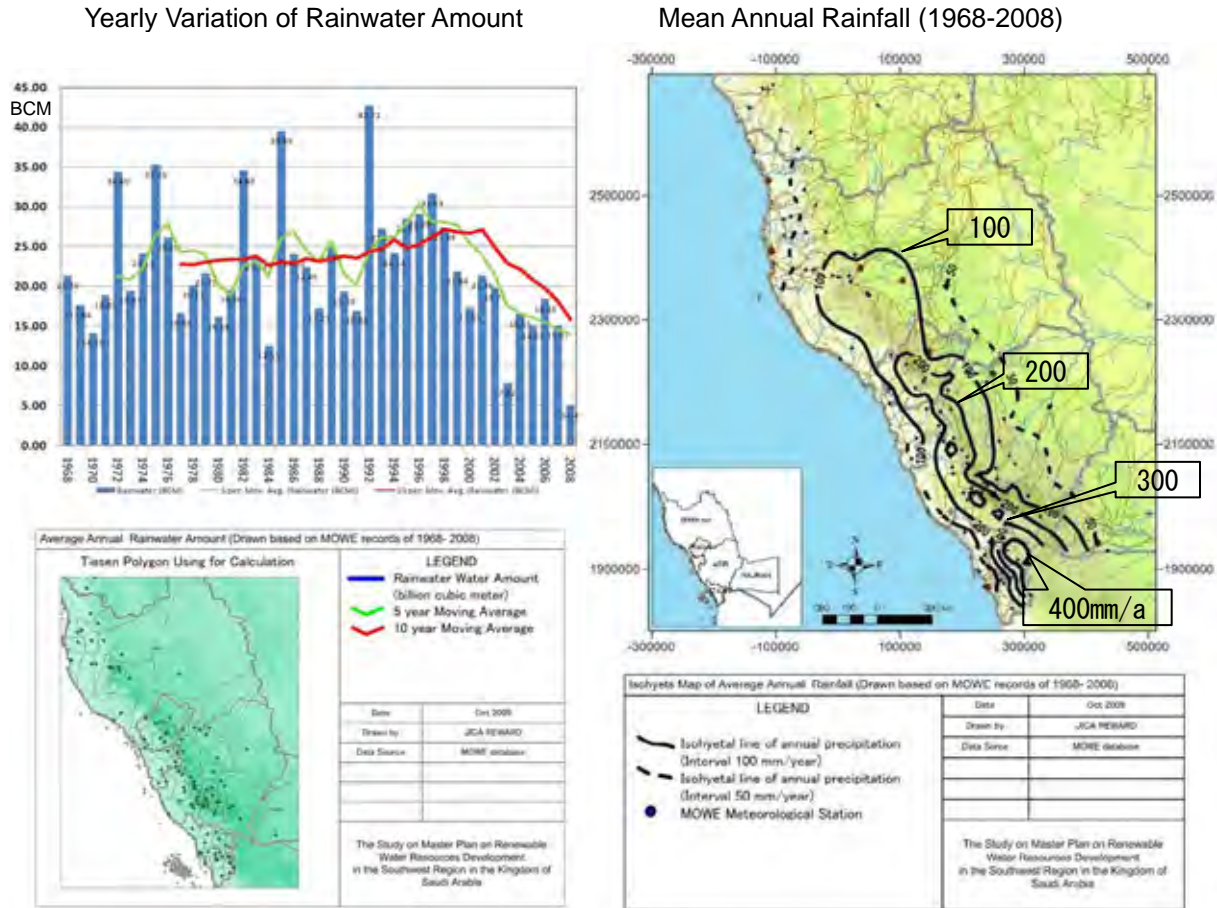


図 B. 1-13 調査域の年間雨水量の変化と地域分布

(3) 流量

調査地域において、表 B. 1-21 に示す MOWE 所管の 40 の流量観測所があったが、1985 年頃から予算削減等により、観測は行われていない。州別の流量観測所の位置図については、サポーティング・レポートに示している。

表 B. 1-21 MOWE 所管流量観測所

NO	Region	Station Name	Station No.	Catchment Area (km ²)	Altitude (EL. m)	Latitude	Longitude	Data Arrangement
1	Makkah	WADI RANYAH (LOWER)	B407	8,830	820	21° 14' 0"	42° 47' 0"	1973~1976, 1979~1981
2		WADI KHULAYS NR UM ADDAR	J401	2,671	100	22° 11' 10"	39° 27' 10"	1966~1981
3		WADI NAAMAN	J402	383	390	21° 21' 0"	40° 7' 0"	1967~1981
4		WADI RABIGH AT RABIGH	J403	4,500	8	22° 48' 25"	39° 2' 0"	1969~1981
5		WADI QUDAYD AT HAMMAMAH	J405	100		22° 24' 0"	39° 23' 0"	1969~1972
6		WADI SADIYAH AT SADIYAH	J407	1600		20° 44' 0"	39° 55' 0"	1970~1977
7		WADI SAFRA AT DAGHABIJ	J408	895.7	495	22° 51' 0"	38° 54' 0"	1967~1981
8		WADI GHORAN	J410	1405.6	100	21° 57' 20"	39° 25' 10"	1966~1981
9		WADI YIBA AT SUQ THULUTH	SA401	784	420	19° 16' 0"	41° 48' 0"	1970~1981
10		WADI YIBA AT SUQ JUMA	SA402	2722	80	19° 2' 30"	41° 27' 30"	1972~1978
11		WADI BISSEL	TA401	236	1525	21° 12' 0"	40° 43' 0"	1966~1981
12		WADI LIYYAH NR AT TAIF	TA402	182	1640	21° 13' 0"	40° 27' 0"	1966~1975
13		WADI TURABAH NEAR TURABAH	TA403	3720	1270	20° 54' 0"	41° 37' 0"	1966~1981

NO	Region	Station Name	Station No.	Catchment Area (km ²)	Altitude (E.L. m)	Latitude	Longitude	Data Arrangement
14		WADI WAJJ NR AT TAIF	TA404	120	1750	21° 12' 30"	40° 20' 20"	1966~1981
15		WADI WAJJ AT AKRAMAH DAM	TA405	230	1700	21° 15' 0"	40° 21' 0"	1966~1969
16		WADI ARDAH	TA407	1100	1450	20° 32' 0"	41° 17' 0"	1981
17		WADI SHUQUB	TA408	300	1500	20° 40' 0"	41° 16' 0"	1981
18		WADI SHUQUB	TA409	700	1500	20° 45' 1"	41° 12' 0"	1981
19	Al-Baha	WADI RANYAH (UPPER)	B408	3,290	1,360	20° 18' 0"	42° 6' 0"	1972~1981
20		WADI DOQAH NR USHAYLAH	J404	970	80	19° 45' 0"	41° 2' 0"	1968~1981
21	Asir	WADI ABHA AT ABHA	A401	59	2,160	18° 12' 0"	42° 29' 0"	1966~1974
22		WADI ASHRAN AT MAZMA	A402	80	2,150	18° 17' 0"	42° 28' 0"	1966~1981
23		WADI BIN HASHBAL	A403	2285	1800	18° 28' 0"	42° 42' 0"	1966~1978, 1981
24		WADI HANI	A404	146	2,030	18° 24' 0"	42° 31' 0"	1966~1978, 1980~1981
25		WADI TINDAHA	A405	440	1,880	18° 18' 0"	42° 51' 0"	1967~1981
26		WADI ITWED AT KHAMIS MUSHATY	A406	500	1,950	18° 18' 30"	42° 43' 18"	1970~1973
27		WADI KHAMIS MUSHAYT AT KHAMIS MUSHAYT	A407	599	1,950	18° 18' 0"	42° 44' 0"	1970~1973
28		WADI BISHA NR HEIFA	B402	500	1,140	19° 52' 0"	42° 32' 0"	1967~1977, 1979~1981
29		WADI TATHLITH AT TATHLITH	B404	12,700	1,080	19° 31' 0"	43° 30' 0"	1967~1978, 1980~1981
30		WADI TUBALAH	B405	1,090	1,290	20° 2' 0"	42° 13' 0"	1969, 1971~1981
31		WADI BISHA AT SADA	B406	16,920	1,090	20° 9' 0"	42° 42' 0"	1967~1981
32		WADI HARJAB	B410	2,875	1,170	19° 48' 0"	42° 35' 0"	1979~1981
33		WADI SHERRI NR KWASH	SA404	119	410	18° 58' 38"	41° 53' 40"	1970~1977
34		WADI HALI AT AL HUSSAN	SA411	4575.6	298	18° 46' 0"	41° 35' 0"	1967~1981
35		WADI ITWAD (MAIN STATION)	SA414	1350	150	17° 48' 0"	42° 21' 0"	1967, 1969~1980
36	Jazan	WADI BAYSH AT FATIYAH	SA415	4713	200	17° 34' 0"	42° 37' 0"	1959~1963, 1968~1981
37		WADI DAMAD NEAR DAMAD	SA417	1000	130	17° 9' 0"	42° 53' 0"	1958~1964, 1966~1981
38		WADI JIZAN AT MALAKI	SA418	1200	42	17° 3' 0"	42° 57' 0"	1967~1981
39		WADI KHULAB NR SUQ AL AHAD MASARHA	SA421	900	99	16° 43' 0"	43° 1' 0"	1969~1981
40	Najran	WADI NAJRAN AT AS SAFA	N401	5,600	1,270	17° 27' 0"	44° 4' 0"	1967~1978

出典:MOWE

地域的な流出量の傾向を見ると、対象地域の北側(Makkah州のJeddah北方J410観測所)では、1975年に流出が見られるが、他の年はほとんど見られない。対象地域の中央部の山地部(A403観測所)では、比較的流出の年変動が大きく80MCMの年があったりするものの、1977年以降は、流出が少ない傾向にある。南側に位置するJazan州では、最も安定した流出量となっており、SA421観測所では、多い年で80MCM以上、少ない年でも15MCM以上の流出を示している。(図B.1-14参照)

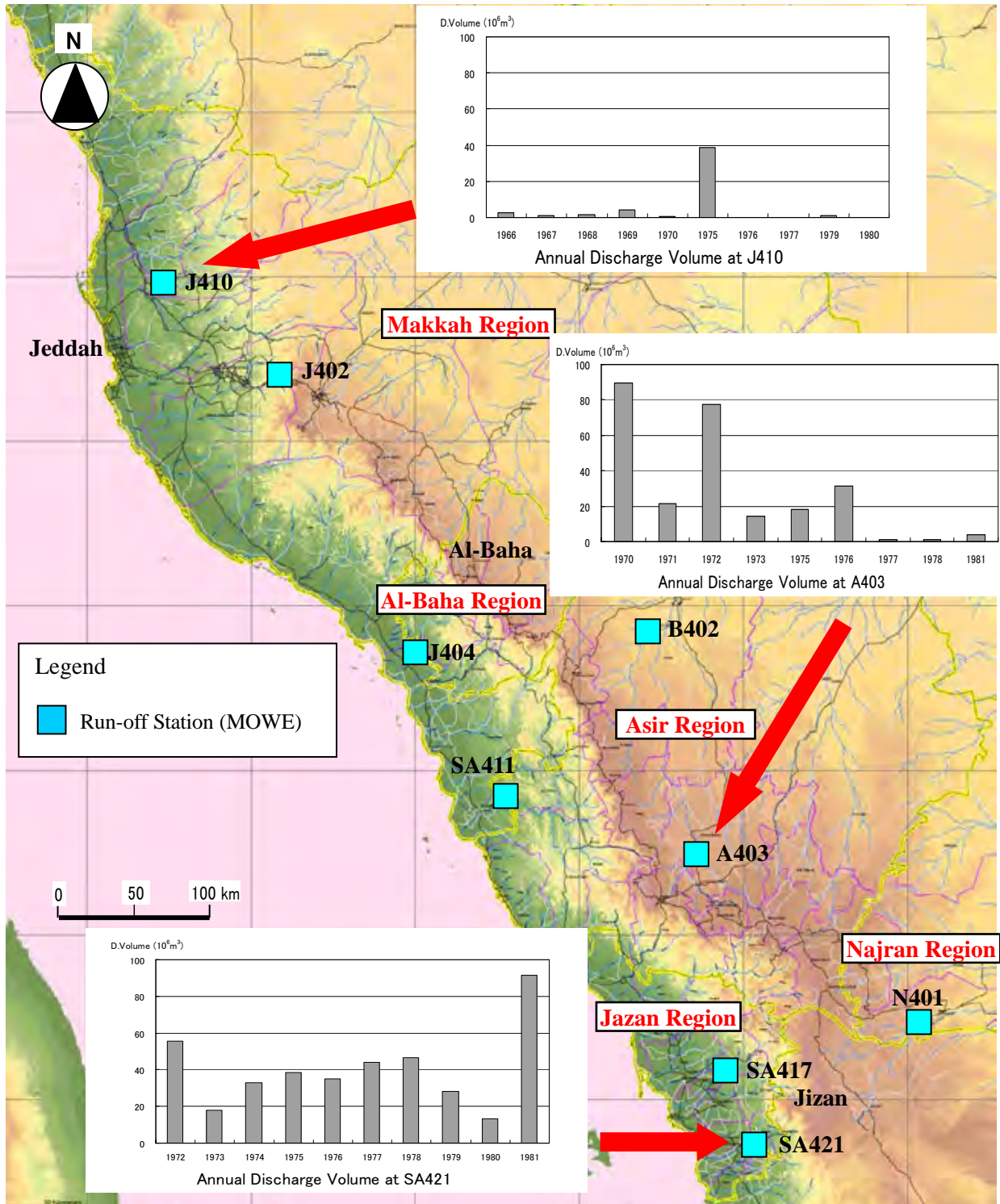


図 B. 1-14 調査地域と代表的な流量観測所

1.2.5 水文地質

調査区域の帯水層は、先カンブリアン紀、沖積ワジ堆積物、さらに現世の風成砂までが含まれる。調査区域に広く分布する先カンブリアン紀の地層には纏まった地下水資源は期待できず、開発の対象となる帯水層は、古生代以降の堆積岩および第三紀～第四紀の火山岩類からなる地層にある。全土では、地質層序から主要 8 帯水層（主要帯水層 4 層および二次帯水層 4 層）が開発可能な帯水層とされている。

表 B.1-22 地質層序および帯水層

地質層序	主要帯水層	二次帯水層
1 第四紀の堆積層	-	Alluvium
2 第三紀～第四紀の溶岩・火砕岩	Neogene	Basalt
3 始新世炭酸塩岩 ～ 白亜紀層	Damman	Aruma
	Umm er Radhuma	
4 中部～下部白亜紀砕屑岩	Wasia-Biyadh	Sakaka
5 下部～上部ジュラ紀～白亜紀炭酸塩岩	-	Buwaib
		Yamama
		Sulay
		Arab
		Juballa
6 中部～下部ジュラ紀砕屑岩および炭酸塩岩	-	Hanifah
		Dhruma
7 ジュラ紀、二畳紀、三畳紀砕屑岩	Mi jur	Jilh
	Mi jur/Dhruma	Jauf
8 下部古生代砕屑岩	Tabuk	
	Wajid	
	Saq	

注: 太字の帯水層は調査地に分布。

主要帯水層と二次帯水層との相違は、各々の分布規模や水理的な性質によるものであり、主要帯水層は二次帯水層に比べ高い透水係数や湧出量をもち、また分布も広い。構成層は砂岩、石灰岩、苦灰岩など透水性の地層であり、通常、低透水層を挟むことから多層帯水層としての特徴をもつ。

調査区域の南東部では、透水性砂岩層が広く分布し、同地区にとって重要な水源となっている。古生代の Wajid 帯水層または Mi jur/Dhruma 帯水層に対比される砂岩～石灰岩層である。

一方、二次帯水層は、同様に重要な水源であるが、主要帯水層と比較し透水性も小さく、貯水量も少ない。二次帯水層の多くは小規模で、地域的な水源として利用されることが多い。場所によっては豊富な湧出量が認められることもあるが、これらは、下部の主要帯水層との水理的な連絡により補給涵養されていると考えられている。

上記 8 帯水層の内、2 つの主要帯水層 : Mi jur/Dhruma、Wajid と 2 つの二次帯水層 : Alluvium と Basalt が調査区域の主要な地下水源となっている。

1. 下部古生層の砕屑岩 (Wajid 帯水層)
2. ジュラ紀、二畳紀、三畳紀の砕屑岩 (Mi jur/Dhruma 帯水層)
3. 第三紀～第四紀の溶岩・火砕岩 (Basalt 帯水層)
4. 第四紀の堆積層 (Alluvium 帯水層)

図 B.1-15 にこれら 4 帯水層の分布を示す。

古生代～中生代の砂岩または石灰岩よりなる堆積岩 (上記 1、2) は調査地の南東部に分布し地域によっては非常に良好な水源となっている。また、玄武岩、第四紀の堆積岩 (上記 3、4) も、水理特性は主要帯水層に比べ劣るが、調査域に広く分布が認められ、村落などの小規模水源として利用されている。

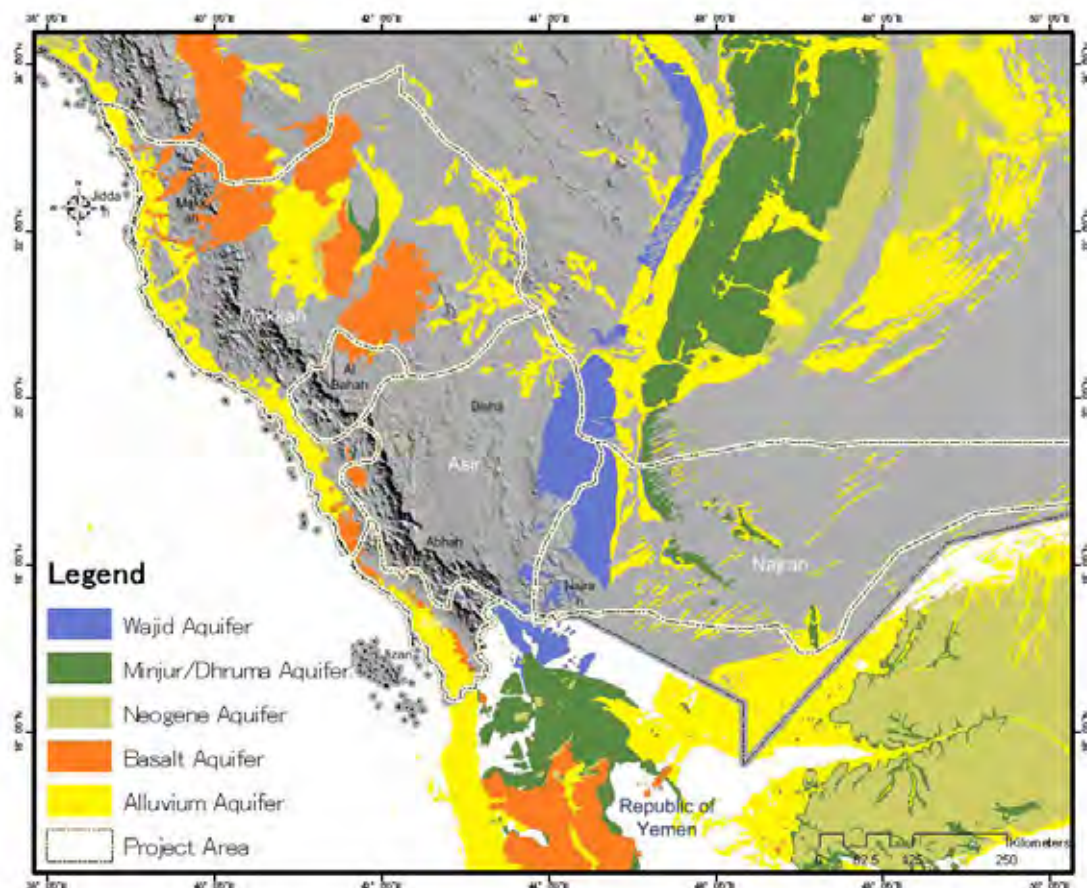


図 B. 1-15 調査域の帯水層

下部古生層の碎屑岩(Wajid 帯水層)

Wajid 砂岩層は Arabian Shield の縁辺部 (緯度 19° 06' N、経度 44° 27') の Jabal Wajid が模式地となっている。同層は先カンブリア紀以降最も古い古生層であるが、層序については異なった記述があり 1985 年の報告(MAW, 1985)ではカンブリア紀～オルドビス紀、最近の報告 (USGS, 1997) では二疊紀に対比されている。岩相は、細粒～粗粒砂岩を主体とした均一な組成で、固結が緩く間隙があり、頁岩層を狭在することで知られている。斜交層理が全層に渡り認められ、露岩域では、赤紫色～赤褐色の縞の入る白色～黄色～灰緑色が特徴的である。比高 150mほどの孤立丘をつくり分布するが、一部で薄い沖積層に覆われる。Wajid 砂岩層の露頭は Wadi Dawasir の南で Wadi Habaunah まで 300km が連続して認められ、さらにここから西方へ 100km の間で地表部に追跡されるが、Jabal Tuwayq 付近で新期堆積物に覆われる。傾斜は東または北に傾き、地表下に連続する。既存井戸のデータによると、Rub al Khali の地下の下部で、東へ 200km ほどで分布が確認されている。地下水は、南部の涵養域から北部に向かう流動が観察され、最終的には Wadi Dawasir 付近の沖積層中に排出される。水質は一般に良好であり、溶存固形物濃度で 1,000 mg/lit 以下であり、涵養域に近い南部で最もよく、北部、東部に向かい悪くなる。

ジュラ紀、二疊紀、三疊紀の碎屑岩 (Minjur/Dhuma 帯水層)

Mijur 砂岩は Najran の東部 (緯度 19° 06' N、経度 44° 27' 付近) に露岩する。地質年代は、後期三疊紀とされ大陸起源の堆積岩である。均一な粗粒石英砂からなり、石灰岩層、頁岩層、礫岩層、石膏層などを狭在する。一方 Dhuma 累層群は、中部白亜紀に対比され、砂岩層と頁岩層からなるが、最大層厚は 100m であり、Mijur 砂岩層の上に重なる。水理的には Mijur 砂岩とともに単一の帯水層として機能する。

第三紀～第四紀の溶岩・火砕岩 (Basalt 帯水層)

Basalt 帯水層の分布する溶岩地帯 (harrat) は、Makkah 州の高原地帯、または Asir 州や Jazan

州の紅海沿岸などに認められ、噴石丘、溶岩流、火山灰などよりなる。第四紀から第三紀の火山活動の噴出物であるが、第四紀の溶岩が多く、第三紀の堆積層、場合によっては沖積層が覆う。岩質は亀裂の多いガラス質のものから、不透水性の均質のものまで様々であり、Basalt 帯水層はこれらの亀裂、裂隙などの間隙・破碎帯に発達する。分布域で最も重要な帯水層は、下部に沖積層を伴う分布域であり、下部の沖積層と上部の玄武岩が水理的に一体となり良好な帯水層を形成している。

第四紀の堆積層 (Alluvium 帯水層)

Alluvium 帯水層は調査域の東側斜面と紅海沿岸域の2地区に分布する。

<東側斜面>

中央の先カンブリアの結晶岩地帯より東方に広がる堆積岩地帯で、放射状にワジ流路がみとめられるが、これらのワジは概して広く、かつ不規則な形状を示す。また埋没した尾根や谷、旧河床を含む。東方に流下するワジには小規模の扇状地が認められ、これらは地域の生活用水、灌漑用水にとって重要な水源となっている。当区域の沖積層中の帯水層は、多くの流域において、地域の既存水源として使われ生活用水、小規模灌漑用の需要を賄っているが、開発規模は小さい。自然涵養量が少なく、かつ灌漑利用における土壌の塩化、シルト含有による透水係数の低下など問題も残されている。地区内で開発の可能性のある沖積帯水層は、Wadi Dawasir の流域にかかる Najran 州および Jazan 州の東部、および Wadi Bisha に認められる。

<紅海沿岸>

地形的には、新旧のワジが集まり複合扇状地として現在の海岸平野上に形成される。また、これらの扇状地は中央部の高地境界部の断層崖より沿岸に広がる。帯水層厚は、上流の峡谷部で薄く10m、また下流の平野との会合部で最大となり100m程度となる。紅海沿岸では、層厚は概ね10m~20mとなる。沖積層は粘土、シルト、砂、礫、巨礫など様々の粒度の堆積物よりなり、特に河川に沿う一帯では粗粒堆積物からなり、透水性、貯留効率共に優良な帯水層を担っている。通常、これらの帯水層は砂層に、不透水性のシルト、粘土を挟在することから、被圧~半被圧帯水層となっていることが多い。地下水は生活用水、家畜、灌漑用に使用されている。取水は、主に井戸または集水渠にて行われ、水質は塩素とナトリウムが多い事で特徴づけられる。

1.2.6 地下水および水質

調査区域内の4つの帯水層は、その透水性また貯留能から纏まった地下水の開発の可能性があるとして評価される。以下に各帯水層および水質の概要を示す。

Wajid 帯水層(下部古生代の碎屑岩)

Wajid 帯水層は Wadi Dawasir 流域の一部の Asir 州の東部および Najran 州の西部に分布し、一般に水質は良好で、溶解性固形物濃度は1,000mg/litを示す。水質は東方の Rub al Khali basin に向かい一旦良くなるが、さらに東方では塩化が進む。また、腐食性の硫化ガスを含むことがあり、被圧層部の水質は Wadi Dawasir より西方、また北方に向かい悪くなる傾向が報告されている。

Mi jur/Dhuma 帯水層 (ジュラ紀、二畳紀および三畳紀の碎屑岩)

Mi jur/Dhuma 帯水層の Asir 州での分布は限定的であり、また Najran 州においては、分布域の大部分が Rub al Khali の風成砂に覆われる。水質は、帯水層の深度と共に悪くなり、一部で高い溶解性固形物濃度が報告されている。

Basalt 帯水層 (第三紀および第四紀層)

Basalt 帯水層は Makkah 州で広く分布し、水質は概して良好で電気伝導度は小さく、淡水から汽水を示し、一般イオンでは、ナトリウムおよび塩素が多いことが報告されている。

Alluvium 帯水層 (第四紀および第三紀層)

Alluvium 帯水層は、紅海沿岸部、ワジ流路に沿う地域、山間盆地、また風成砂層など広く調査域

で分布する。水質は様々な電気伝導度が報告され、また、一般イオン濃度ではナトリウムと塩素が多いことで特徴づけられる。

電気伝導度 (EC) の地域的な分布については、1980 年代までの水質分析の結果が EC 分布図に取り纏められている。図 B. 1-16 に EC 最大値の分布を示す (MWA, 1984)。

通常、EC が 2,000micro S/cm 以下 (図 B. 1-16 で青色) の場合は、村落など地域的な利用で、塩素殺菌以外の特別な処理をせず飲用できる濃度とされている。また、EC が 2,000 から 6,000micro S/cm の場合には、家畜用および一部の灌漑に使用可能とされている。6,000micro S/cm を超える水質については、灌漑などでも処理せずに使うことはできず用途もごく限定される。

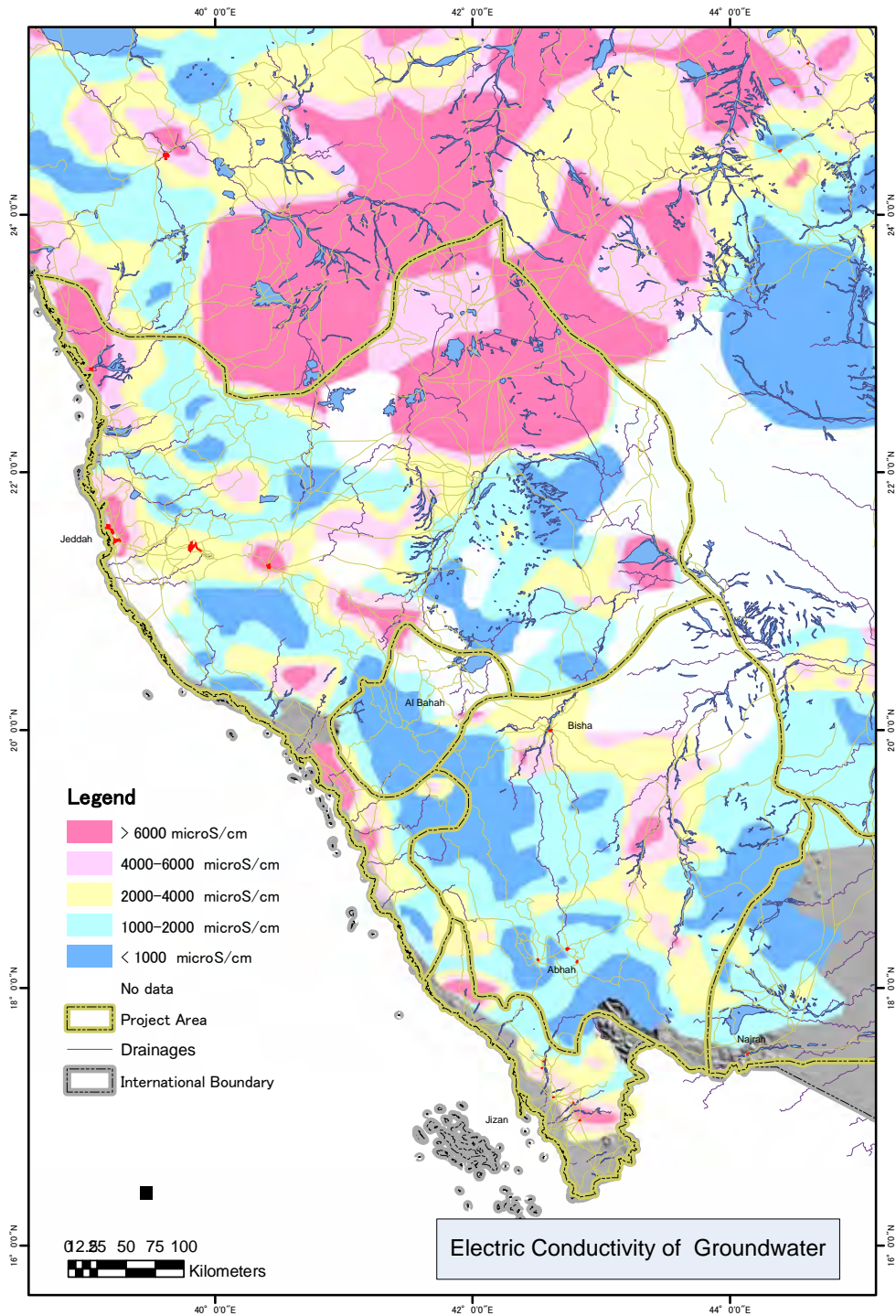


図 B. 1-16 調査地区の地下水の電気伝導度

1.2.7 土地利用

調査域の土地利用は International Steering Committee of Global Mapping (ISCGM) の成果を参考とした。収集した土地利用図は 1km 精度の衛星画像より作成したもので、土地利用情報のほか、標高、植生、ランドカバー、河川網、交通網、行政区分、人口密集地情報を含んでいる。図 B. 1-17 に示したものは 2006 年 11 月の画像を元に、Military Survey KSA と国土地理院 (Geographical Survey Institute JAPAN) によって編纂されたものである。

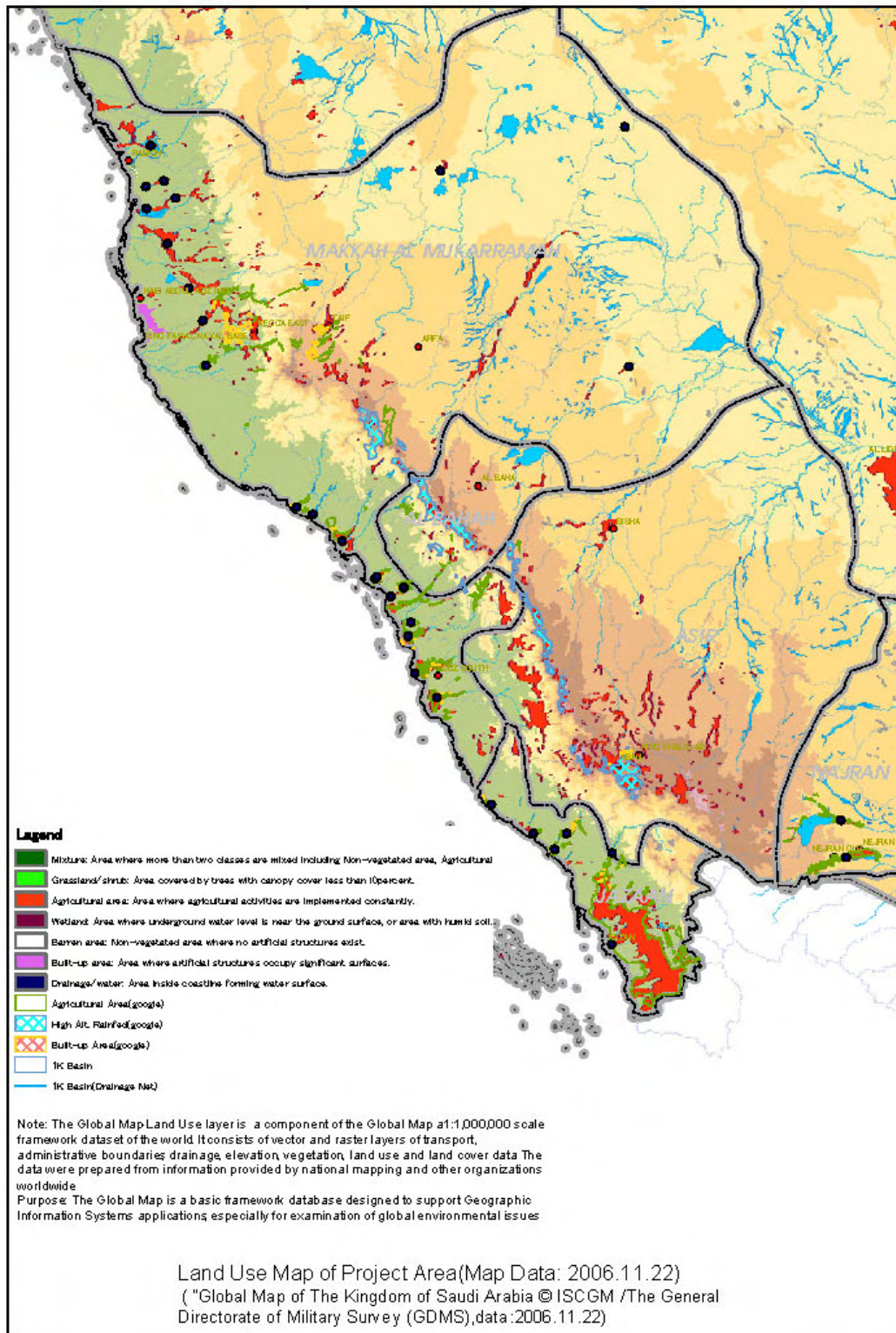


図 B. 1-17 調査域の土地利用図 (2006 年 11 月)

1.2.8 動植物環境と保護区

調査地域の生態系の特徴

調査地域の大部分は、農地や市街地等の人工的な環境、又は荒地や砂漠等となっており、動植物の生息には適していない地域となっている。その一方、調査地域中央部を走る Al-Hijaz-Asir 高地周辺は、年間平均 300-500mm と比較的降水量の多い地域となっており、ジャクシン林や全国的にも貴重な生態系を育む条件を備えた地域となっている。First Saudi Arabian Report on the Convention of Biodiversity によれば、「サ」国には、10 箇所の大規模、11 箇所の小規模なジャクシン林があり、これらのほとんどは調査地域に位置している。このジャクシン林は、少数の森林地域の一部であり、土壌形成及び砂漠化防止地域として重要な地域となっており、動植物学的にも比較的多様性を有した地域となっている。

固有種・希少種

「サ」国は、2001 年に生物多様性条約 (CBD) に署名しており、国内の生物多様性を維持管理する使命を担うことを宣言した。「サ」国には、数多くの固有種及び絶滅危惧種が存在し、フサエリショウノガン (*Chlamydotis (undulata) macqueenii*) やアラビア・オリックス (*Oryx leucoryx*) が世界的に有名である。植物種の多様性については、国際的には動物種に比べ知られていないが、世界的に重要な数多くの種が存在し、例えば、絶滅危惧種として IUCN のレッド・リストに登録されているヌビア竜の木 (*Dracaena ombet*)、準絶滅危惧種の東部アフリカジャクシン (*Juniperus procera*) が挙げられる。調査地域には、全国約 3,000 の植物種のうち約 70% が存在し、これに比例してかなりの数の動物種も同地域に分布するものとみられる。詳細な種の分類に関する確認作業は今後の調査で必要であるが、以下に示す調査地域に見られる種は、固有種、希少種及び重要種として確認されている。

1. 植物種：
 - ジャクシン類：比較的高標高地域に繁殖する
 - キリストイバラ (*Ziziphus spina Christi*)：ワジ河床部及び牧場地において良く見られ、アラブ文化の中で、日除け、果実、飼料、石鹼、木材及び養蜂と幅広い用途に使われている
 - アカシア類 (*Acacia sp*)：ワジ河床部や調査地域の傾斜部に限られる
 - オリーブ類 (*Olea europaea*)：ジャクシン林植物相から低標高の地域で見られる
2. 動物種：
 - フサエリショウノガン (*Chlamydotis (undulata) macqueenii*)
 - アラビア・オリックス (*Oryx leucoryx*)
 - アラビア・キツツキ (*Dendrocopos dora*)
 - オオヤマネコ (*Caracal caracal*)

主要な保護区

アラビア半島には、ヒマ・システムと呼ばれる土地利用及び天然資源管理に係る長い伝統がある。このヒマ・システムは、伝統的に牧草地、森林伐採や狩猟地域を管理するものであり、その多くは現代の農業活動により破壊されたか又は無視されている。「サ」国で総合的なヒマ・システムは、調査地域の中の Al Baha 州に存在する。このシステムは、他のヒマ・システムと同様、天然資源の持続的利用を可能とする伝統農法、環境・社会配慮の組合せからなる、この地域特有の保全方法である。「サ」国では、保護区の数を増加させる管理プログラムの一部として、この伝統の一部の復活が試みられている。「サ」国には、5 種類の保護区が存在する。これらを IUCN のカテゴリーと比較して、表 B. 1-23 に示す。

表 B. 1-23 「サ」国における保護区分類及び IUCN カテゴリー分類との比較

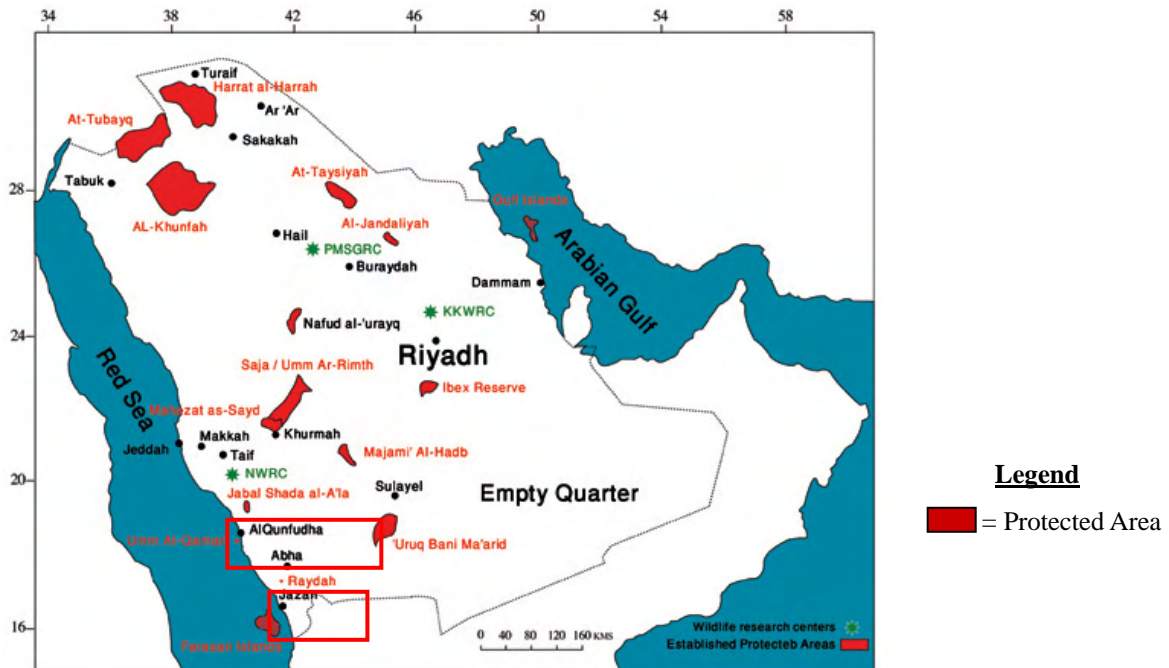
「サ」国国家分類	IUCN カテゴリー
特別自然保護区 (SNR)	Ia 特別自然保護区：科学的研究を主目的とする保護管理地域
	IV 自然保護地域、又は、管理地域/野生生物保護区
自然保護区 (NR)	II 国立公園：主として生態系保護及びレクリエーションのために保護・管理される地域
	IV 生態系/種管理地域：管理により保護を行う地域
生物保護区 (BR)	Ia 既出 Ia 参照
	V 生態系/種管理地域：主として管理を行うことにより保護を行う保護地域
資源利用地域 (RUR)	V 特別景勝地、海域部景勝地
	VI 管理資源保護地域：天然資源の持続的利用を主目的とする保護地域
	VIII 多目的管理地域
	IX 生物圏保護区
狩猟管理地域	VIII 多目的利用のための管理地域

現在、全国には 15 箇所の保護区があり、これは国土の約 4%に相当し、地形学的形状、国土の生物圏の約半数、湿地、海洋及び山岳部の生態系を保全し、固有種、絶滅危惧種及び重要種を保護している。調査地域には、表 B. 1-24 に示す 2 つの保護区が指定されており、貴重な生態系の保全を行っている。

表 B. 1-24 調査地域内の保護区

保護区名	州	指定年	カテゴリー	面積(km ²)
Jabal Shada	Asir	2002	Spacial Nature Reserve (SNR)	67
Raydah	Asir	1989	SNR	9

出典：Based on information found on NCWCD website (www.ncwcd.gov.sa)



出典：Based on information found on NCWCD website (www.ncwcd.gov.sa)

図 B. 1-18 調査地域内の保護区

1.2.9 植生(ランドカバー)

調査域の現況植生に関する情報は Global Land Cover Facility (GLCF) の成果より収集した。収集の植生図は 1981 年から 1992 年までの画像をもとに作成されたものであり、1km 精度のクリッドを基に 14 区分で行ったものである (図 B. 1-19 参照)。

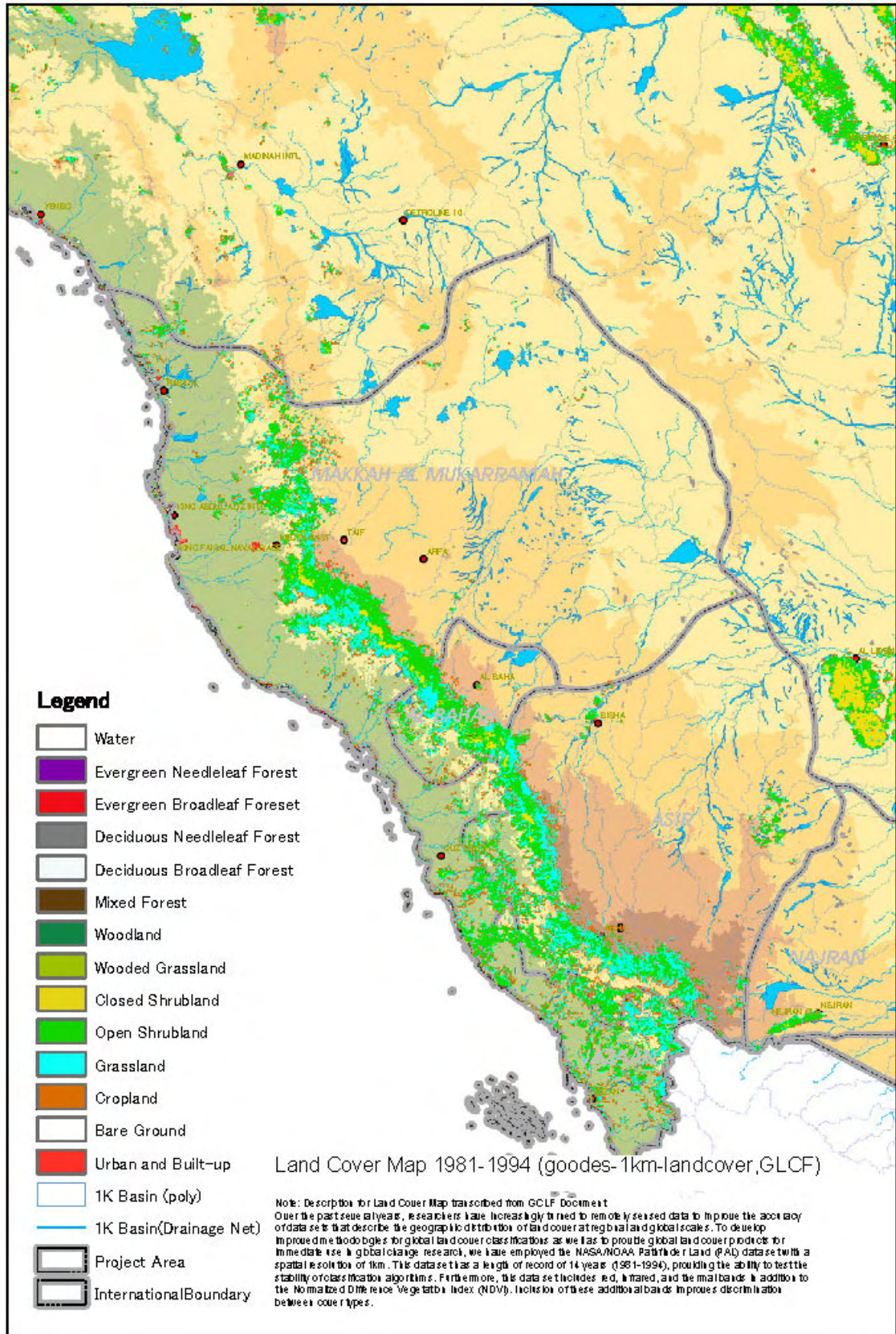


図 B. 1-19 調査域のランドカバー図

1.3 在来型水資源の開発の現状

1.3.1 在来型水資源の概要

「サ」国における在来型水資源としては、表流水、地下水（浅層）、地下水（化石水）に区分されが、本調査においては、降雨によって涵養される表流水と浅層地下水、涵養されない化石地下水とし、以下のような区分とした。

表 B. 1-25 在来型水資源の分類

区 分	種 類	定 義
在来型水資源	表流水	降雨によって涵養される(再生可能水資源)
	地下水（浅層）	同（再生可能水資源）
	地下水（化石水）	降雨によって涵養されない

1.3.2 表流水ならびに地下水の既往調査

本調査区域における表流水、地下水調査は、1984年に水電力所の前身である農業省(水電力省前身)が、5つのワジ(Wadi Lith, Wadi Tabalah, Wadi Yiba, Wadi Habawnah, Wadi Liyyah)を対象として行った調査が、本格的な調査である。この調査では、各ワジを対象として、水文特性の把握、水資源開発計画、開発施設を調査した。調査概要を表 B. 1-26 に示す。

表 B. 1-26 5ワジ調査の概要(表流水、浅層地下水調査)

項 目	調 査 概 要
1. Study Area	Al Lith (A= 3,079 Km ²), Tabalah (A=1,900 km ²), Yiba(A= 2,830 km ²), Habawnah (A= 4,930km ²), Liyya(A=456 km ²)
2. Study Period	1984 -1989
3. Output of the Study	1) Basin descriptions, 2) Climate, 3) Rainfall, 4) Evapotranspiration, 5) Soil moisture 6) Surface water, 7) Groundwater, 8) Water Quality Sediment, 9) Land Classification 10) Hydrological simulation by HSPF, 11) Water Resources assessment and development
4. Execution Agency	Water resources development department, MOAW

注: Basin Report for each Wadi, Saudi Arabian Dames & Moore

調査レポートから5ワジの流域面積、年平均雨量、利用可能量を整理すると、以下の通りとなる。

表 B. 1-27 5ワジ調査結果による利用可能量

Items	Wadi Lith	Wadi Yiba	Wadi Liyyah	Wadi Tabalah	Wadi Habawnah
Catchment Area (km ²)	3,079	2,830	456	1,900	4,930
Annual Rainfall (MCM/Year)	583.2	982.0	134.8	346.7	665.0
Available Water (MCM/Year)	16.1	19.7	12.5	22.2	30.7

Notes) 1. Annual rainfall is mean values of the 50 year based on the simulation

2. Available water is estimated by “hydrological simulation program FORTRAN” (HSPF)

上記の5ワジ調査で、ダム計画が提案されたワジは、Lith、Yiba、Tabalahの3ワジである。

5ワジの調査と平行して、農業省は、1983年に紅海沿いのワジにおけるダム調査を開始した。これらの調査ダム名とダム諸元を以下に示す。

表 B.1-28 調査ダム名とダム諸元(表流水、浅層地下水調査、1983-1987)

No.	ダム名	所属州	集水面積(km ²)	貯水容量(10*3 m ³)	ダムの目的
1	Rabigh Dam	Makkah	3,456	220,350	Control
2	Al Muruwani Dam	Makkah	2,762	183,600	Control
3	Al-Lith Dam	Makkah	1,838	88,570	Control
4	Ranyah Dam	Al Baha	4,375	219,750	Control & Recharge
5	Aqiq Dam	Al Baha	304	22,500	Drinking
6	Tabalah Dam	Asir	863	54,600	Control
7	K. Fahad Dam	Asir	7,600	325,000	Recharge
8	Hali Dam	Makkah	4,843	249,560	Control
9	Wadi Baysh Dam	Jazan	4,600	193,644	Drinking
10	Qissi Dam	Jazan	272	12,000	Control & Irrigation
11	Sabya Dam	Jazan	376	-	Control & Irrigation
12	Damad Dam	Jazan	903	55,500	Potable

Sources) 1 Final Report for each dam (1983-1987)、2. Water Project in the Kingdom of Saudi Arabia

上記のうち、建設済みで管理中のダムは、Aqiq、K. Fahd ダムの2ダムである。他のダムは、すべて2009年現在で建設中である。

Asir 州の水資源開発調査は、アブハ(Abha)、カミスムシャイト(Kamis Mushayt)、アハッド・ルフエイダ(Ahad-Rifayda)等の都市への35,000m³/日の飲料水の水供給プロジェクトとして、1997年に農業省で開始された。

開発サイトとして、紅海沿岸のアドダルブ(Ad Darb)近傍のワジイトワッド(Wadi Itwad)とその支川が選定された。プロジェクトの概要を以下に示す。

表 B.1-29 ワジ Itwad の主要施設 (表流水、浅層地下水調査)

主要施設	主要諸元	供給量	費用、コスト
Underground Dam	30m (depth) and 300 m (width)	12.85 MCM/Year	Total Cost: 220 MSR Unit Water Cost: SR 0.93/m ³
Maraba Dam	Concrete Faced Rockfill Dam, H=37m, Dam Volume=664,000 m ³ , Reservoir=10,000,000 m ³		
Itwad Dam	Concrete Faced Rockfill Dam, H=36m, Dam Volume=920,000 m ³ , Reservoir=10,200,000 m ³		
Wells	10 Wells from No.1 to No.10		

資料: Wadi Itwad Development for Water Supply reconnaissance report (July, 1997)

調査地域の南東に位置するNajran州は、ナジランダムがあるものの、洪水貯留を目的としたダムであり、取水にはあまり活用できず、州における表流水、浅層地下水からの取水は、年々、厳しい状況にある。

本章の1.2.5に主要な帯水層を示したように、MOWEは、「サ」国における帯水層における化石水の開発として、Wajid帯水層を開発することとして、2006年にドイツのGTZ (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit)と契約(プロジェクト名:Detailed Water Resources Studies of Wajid and Overlying Aquifers、通称として、「Wajidプロジェクト」が使われている)し、地下水賦存量と開発の可能性を検討した。契約期間は、2006年4月から2009年4月までの37ヶ月である。この調査は、2フェーズに分かれ、フェーズIは、予備調査、フェーズIIは、詳細調査である。これらの概要を以下に示す。

Wajid帯水層は、Arabian Planformと呼ばれる水理地質区域の南部に属しており、主に下部に位置するLower Wajid Aquiferとその上部に位置するUpper Wajid Aquifer(砂岩)に分けられる。岩種としては、いずれも砂岩が主体である。この上部と下部の帯水層の間には、中期ジュラ紀-下部白亜紀の帯水層(Middle Jurassic-Lower Cretaceous Aquitard)が存在している。

表 B.1-30 Wajid Project の概要 (化石水調査)

項目	調査概要
1. Study Area	Entire surface water catchment of the recharge area of the Wajid aquifer The outcrop of the Wajid sandstone on the Arabian Peninsula and currently known subsurface extension of the Wajid aquifer.
2. Survey Area	Located between the outcrop of the Wajid aquifer in the west longitude 49° east in the east, and between the Yemen border in the south and latitude 22° north in the north.
3. Main objectives	1) To evaluate the surface water and groundwater potential of the aquifers 2) To get a quantitative understanding of surface water processes for all major basins 3) To establish new hydrological network 4) To assess recharge to shallow and deep aquifers from direct rainfall. 5) To determine optimal and safe yield study of the aquifers 6) To determine restrictions on the usage of the available water resources 7) To create a computed database. etc.
4. Study period	April, 2006 - April, 2009 (36 months)
5. Project cost	Project consulting cost : SR 47,779,176 Drilling and testing of wells : SR 28,900,000

資料: Detailed water resources studies of Wajid and overlying aquifers, Phase I Completion Report (GTZ)

検討成果は、2009年6月に提出された主報告書から整理するものとする。

表 B.1-31 Wajid Project の調査内容 (化石水調査)

項目	調査成果 (主報告書)
1. Results	1) Field investigations (Water point inventory, Monitoring network, Pumping tests) 2) Drilling program, geology and hydrogeology 3) Ground water abstractions 4) Groundwater quality 5) Groundwater model 6) Groundwater resources 7) Case study: Wadi Ad Dawasir
2. Recommendations for water management	1) Sustainable water use on the Arabian shield 2) Smart groundwater mining on the Arabian Platform

資料: Detailed water resources studies of Wajid and overlying aquifers, Main Report (June, 2009)

上記の調査から主要な調査成果を以下に整理する。ワジッド調査における主要なワジの水収支は、以下の通りとなる。全体では、Inflow より Outflow が多いことから収支としては、171MCM の減少となっている。

表 B.1-32 主要なワジの水収支(2006年)

Wadi	Inflow (MCm/Year)		Outflow(MCM/Year)			Balance In - Out
	G.W Recharge	Reservoir extraction	Domestic & Industry	Agriculture	Groundwater Ourflow	
Turaba	171	0	4.97	134.3	0	31.73
Ranya	103	0	2.47	81.4	0	19.13
Bisha	211	100	14.38	444.3	0	-147.68
Tathlith	165	4	5.16	23.5	4	136.34
Yadamah	20	0	1.68	0.4	0	17.92
Habawnah	37	0	2.62	90.8	0	-56.12
Najran	39	0	18.54	162.4	30	-171.94
Total	746	104	50	937	34	-171

資料: Detailed water resources studies of Wajid and overlying aquifers, Main Report (June, 2009)

主要な帯水層である Lower Mega Aquifer システムの開発前(Predevelopment)と現時点(Present State)の水収支は、以下のような結果となっている。現時点では、農業用取水が多く、収支がマイナスとなっており、地下水位の低下量は、30年間で約150mである。

表 B. 1-33 Lower Mega Aquifer システムの水収支(開発前と現時点)

(MCM/Year)

Budget Component	Predevelopment State	Present State
Groundwater recharge from precipitation	32	50
Irrigation return flow	0	246
Wadi flow	117	41
Total Inflow	149	319
Evaporation	35	65
Outflow to upper Mega Aquifer System	38	38
Domestic groundwater abstraction	0	65
Agriculture groundwater abstraction	95 (including domestic)	2,051
Total Outflow	168	2,151
Change in Storage	-19	-1,832

資料: Detailed water resources studies of Wajid and overlying aquifers, Main Report (June, 2009)

GTZ 報告書では、最後に以下のような水管理を提言している。

Arabian Shield(再生可能水資源)区域における持続的な利用

表 B. 1-32 に示したように、地下水の水収支は、-1,832MCM となっており、再生可能水資源である、Arabian Shield 区域では、以下のような対策が必要である。

- 1) 新規ダムや既存ダムによる地下水へのリチャージの促進
- 2) 効率的な灌漑システム、作付の制限、下水再生水利用による農業用水取水の削減

Arabian Platform(非再生水資源)区域における Smart Groundwater Mining

非再生水資源である、Arabian Platform 区域においては、Smart Groundwater Mining として、以下のような提案を行っている。

- 1) タイムスケールを考慮した広域的な可能最大地下水取水量の提案
- 2) 天然資源保全の観点からの飲料用水のための地下水資源の保全と農業用水の取水の制限
- 3) 地下水の水質保全と汚染の防止
- 4) 最適な費用、便益比率の観点からの利用（農業用水の取水削減）

1.3.3 MOWE 所管のダム及び井戸

(1) ダム

「サ」国においては、表流水開発の手法としてダム建設が行われてきた。MOWE のプロジェクト実施局(Project Execution Department)からの入手データを基に、州毎のダム施設数とダム貯水容量を整理すると、以下の通りとなる。なお、ダムの目的は、多目的になっているダムもあるが、MOWE の資料には、単一目的しか示されておらず、この目的に添って分類した。また、開発水量は示されていないことから、ダムの計画貯水容量の整理とした。

表 B. 1-34 調査区域のダム施設数

Region	Existing					Under Construction					Total
	Potable	Recharge	Control	Irrigation	Total	Potable	Recharge	Control	Irrigation	Total	
Makkah	2	23	3	0	28	0	8	4	0	12	40
Al Baha	1	21	3	1	26	4	5	0	0	9	35
Asir	13	35	15	0	63	10	24	5	0	39	102
Jazan	1	0	1	1	3	12	0	1	0	13	16
Najran	0	3	3	0	6	1	11	1	0	13	19
	17	82	25	2	126	27	48	11	0	86	212

資料: Project Execution Department, MOWE

上表より、調査対象域のダム数は、212 ダムであり、そのうちの 126 ダムが建設済み、86 ダムが

建設中である。最もダム数の多い州は、Asir州となる。

表 B. 1-35 調査区域のダム貯水容量(単位:MCM)

Region	Existing					Under Construction					Total
	Potable	Recharge	Control	Irrigation	Total	Potable	Recharge	Control	Irrigation	Total	
Makkah	42.8	54.1	12.8	0.0	109.6	0.0	189.0	559.4	0.0	748.4	858.0
Al Baha	22.5	7.9	0.1	0.5	31.1	76.4	21.7	0.0	0.0	98.1	129.2
Asir	19.2	352.2	2.5	0.0	373.8	45.5	8.1	81.1	0.0	134.7	508.5
Jazan	0.3	0.0	0.2	51.0	51.4	79.9	0.0	193.6	0.0	273.6	325.0
Najran	0.0	1.3	86.9	0.0	88.2	0.0	7.8	0.6	0.0	8.4	96.6
	84.8	415.4	102.4	51.5	654.1	201.8	226.6	834.7	0.0	1263.2	1917.3

資料: Project Execution Department, MOWE

上表より、調査対象域の総貯水容量は、1917 百万立方メートルである。Makkah 州は、建設中の大型ダムが多いため、総貯水容量では最も大きい州となっている。

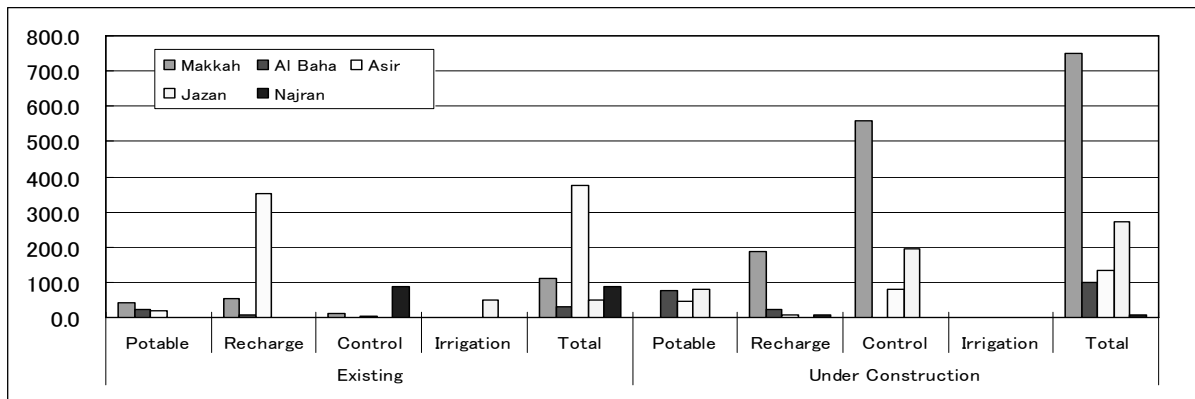


図 B. 1-20 調査区域のダム貯水容量

(2) 井戸

「サ」国の多くの井戸は、水位・水質モニタリング、農業用水、水供給などの目的で建設された。MOWE の統計資料によると 1989～2005 年の間に 824 の井戸を掘削した。井戸数の多い州は、Asir 州、Jazan 州となる。

表 B. 1-36 調査区域の井戸施設数

Region	Pipe Wells	Dug Wells	Total
Makkah	55	118	173
Al Baha	0	105	105
Asir	8	231	239
Jazan	91	127	218
Najran	76	13	89
Total	230	594	824

注) Water Project in the Kingdom of Saudi Arabia

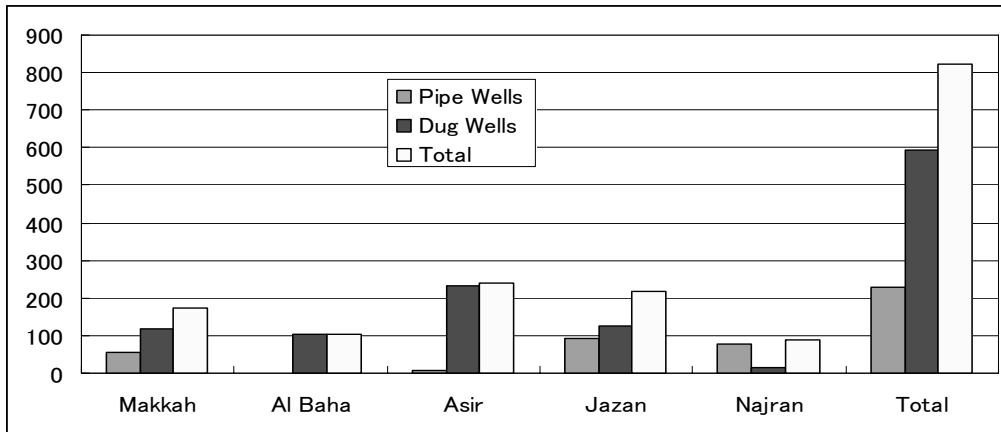


図 B. 1-21 調査区域の井戸施設数 (1982年-2006年)

1.3.4 在来型水資源の開発上の課題

在来型水資源の開発上の課題は、以下のように整理される。

- 在来型水資源（表流水）は、年ごとの流出変動が大きく、ダムによって貯留することにより、有効な水資源として活用することができる。なお、貯留する場合には、蒸発量の影響を十分考慮することが重要である。
- 紅海側の第四紀平野部では、過剰揚水となっており、地下水開発に当たっては、十分な地下水の管理が必要である。
- 対象地域の東側に位置する山地丘陵部では、ワジ周辺部しか地下水開発のポテンシャルを有しない。
- 雨量の分布を見ると、在来型の水資源の開発に適した地域は限定される。すなわち州で言えば、Jazan 州の降雨が最も多く、次にその周辺部が多い傾向を示している。Makkah 州、Al Baha 州、Asir 州の北部(Bisha 付近)、Najran 州は降雨が少なく、ダムによる開発に当たっては、大きな流域を必要とする。
- 対象地域におけるダムは、現在施工中の Rabigh(ラービグ)、Hali(ハリ)、Maruwani (マルワニ) ダム等、ほとんどが 1980 年代に調査を行ったものを順次、建設している段階である。1990 年代以降では、Wadi Itwad が 1997 年からの調査であり、2009 年に完成している。
- ダム適地は、地形、地質的な観点と流量等の水文的な観点から定められるべきものであり、地形図を基に調査団では、2010 年 1 月の段階で紅海側のワジ Gholan、ワジ Khulab 等の合計 5 ワジでダム計画を立案して、MOWE と協議を行ったが、結果的にダムサイトとしては、すべて適しておらず、現時点ではダム適地はないと判断できる。
- ダムの運用については、個々のダムの運用だけにとどまっており、連携運用はなされていない。今後、主要ダムにおいては、連携運用の可能性を検討する必要がある。
- 化石地下水については、その賦存量をまず確認することが需要であるが、有限な資源であることを十分考慮して、管理計画を立案して、必要最小限の利用にとどめるべきである。

1.4 非在来型水資源の現状

1.4.1 非在来型水資源の概要

「サ」国における非在来型水資源としては、海水淡水化水と下水再生水とする。前者は、海水を水源として、プラントで脱塩処理し、「淡水」を造水するものである。後者は、下水処理水の再利用を図るものであり、「再生水」として農業用、散水用水、工業用水として利用される。本調査においては、以下のような区分とした。

表 B. 1-37 非在来型水資源の分類

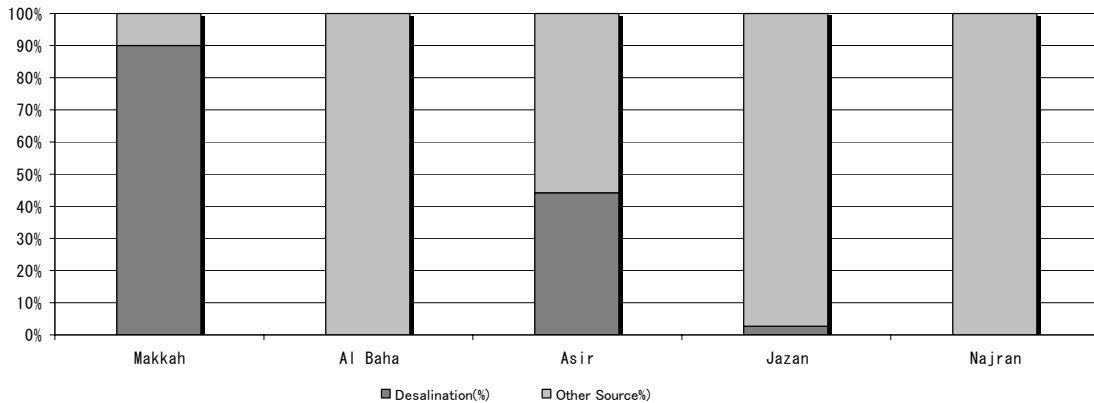
区分	種類	定義
非在来型水資源	海水淡水化水	海水を脱塩処理した水
	下水再生水	下水を所定の水質基準で処理した水

「国家水戦略 2007 年」によると、「サ」国全体では、水の供給源は、その約 50%が海水淡水化水、約 40%が地下水、残りの約 10%が表流水と下水再生水となっている。

1.4.2 海水淡水化

(1) 供給実績

飲料水用の水源の内訳を 5 州について示す。5 州においては、Makkah 州が海水淡水化利用の占める割合が約 90%と最も多い(図 B. 1-22 参照)。海水淡水化事業は海水淡水化公社 (SWCC) によって行われており、MOWE は SWCC の監督官庁である。

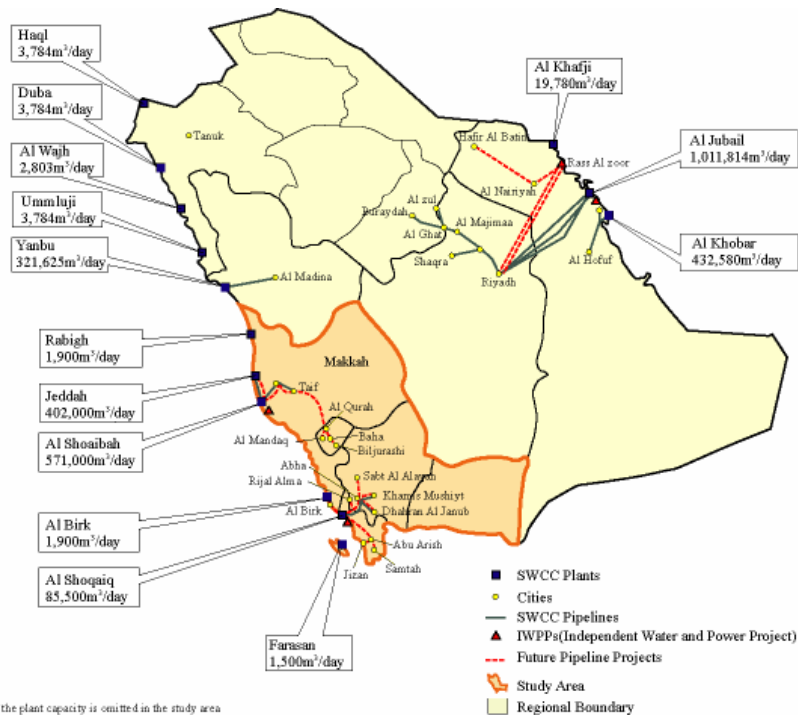


出典: Regional General Directorate, MOWE

注記: その他のほとんどは、現実的には涵養ダムで貯水され地下浸透した水が井戸からくみ上げられている水源である。

図 B. 1-22 飲料水用海水淡水化水と其他水源との比率 (2003 年)

図 B. 1-23 に示すとおりウエストコーストで 11 カ所、イーストコーストで 3 カ所の全体で 14 カ所のプラントが既存している。2005 年の全プラントの供給能力は約 280 万 m³/日となっており、その内、本調査対象地域の 5 州に位置するプラントの供給能力は 110 万 m³/日で、「サ」国全土の海水淡水化プラント能力の 4 割弱を占めている (表 B. 1-34 参照)。



出典: SWCC Annual Report 2006 をベースに調査団が編集

図 B. 1-23 海水淡水化プラント位置図と日生産量

表 B. 1-38 2005 年の SWCC の海水淡水化供給量

プラント	年間供給量 (百万 m ³)	日供給量 (m ³ /日)
Jeddah	132.8	402,000*
Yanbu	115.6	321,625
Al Shuaibah	224.7	571,000*
Al Shugaig	36.4	85,500*
Satelite Plants	9.0	19,590
ウエストコースト小計	518.5	1,399,715
Al Jubail	359.1	1,011,814
Al Khobar	140.4	432,580
Al Khafji	6.7	19,780
イーストコースト小計	506.2	1,464,174
合計	1,025.0	2,863,889
5州における水供給量	388.3	1,063,800
	388 ÷ 1,025 * 100 = 38%	

出典: SWCC Annual Report 2005

注記: 図表の整合を取るために、端数調整。

(2) 州別の供給実績

表 B. 1-39 には、淡水化水の調査対象地域内の州別の水量配分を示す。Makkah 州以外に Asir 州、Jazan 州が淡水化水の供給を受けている。

表 B. 1-39 調査対象地域における海水淡水化水の供給能力 (2006 年)

州	年間供給量 (百万 m ³)	日供給量 (m ³ /日)
Makkah	356.5	976,800
Al Baha	0	0
Asir	30.1	82,500
Jazan	1.6	4,500
Najran	0	0
合計	388.2	1,063,800

出典: SWCC

1.4.3 下水再生水の利用

表 B. 1-40 に示されるとおり、5 州においては下水処理水の約 40%の再生水が、工場、灌漑、造園に利用されている。再生水の利用率が最も高い Asir 州では、全ての処理水が灌漑、造園用だけでなく、工事用にも利用されている。

表 B. 1-40 再生水利用実態 (2006 年)

州	下水処理プラント数	処理能力 (千 m ³ /日)	(a): 実処理水量 (千 m ³ /日)	(b): 再生水利用水量 (千 m ³ /日)	再生水利用率 (b)/(a)	再生水用途	備考
Makkah	21	1,716	384	139	36.2%	工場用/灌漑用	
Al Baha	1	-	-	-	0.0%		一部建設中
Asir	4	81	71	50	70.4%	灌漑/造園用	
Jizan	1	20	10	0	0.0%		
Najran	1	-	-	-	0.0%		計画中
合計	28	1,817	465	189	40.6%		

出典: Investigation and Engineering Design for Treated Wastewater Reuse in KSA

1.4.4 非在来型水資源の開発上の課題

非在来型水資源の開発上の課題は、以下のように整理される。

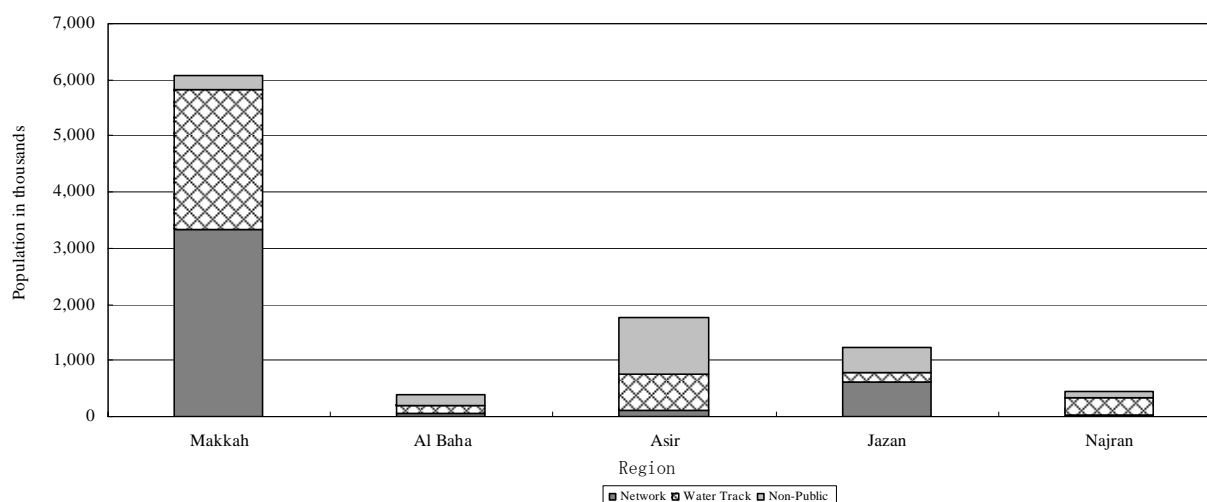
- 非在来型水資源のうち、淡水化水については、降雨量に左右されない、安定的な供給が可能であるが、大規模なプラントとしなければコストの低下に結びつかない点が課題である。
- 下水再生水は、将来的には大きな水資源となる可能性があるものの、使用目的が限られる点や送水、配水上、下水道が整備されている区域に近い区域での利用に限られる点に課題がある。
- 下水再生水の供給は、下水道整備率とのセットであり、下水道の整備を優先して進める必要がある。

1.5 水利用の実績

1.5.1 生活、業務、商業用水

(1) 給水人口

水利用施設の形態は、公共上水道と非公共上水道に大別される。さらに、水利用形態は、公共上水道の利用者としては、直接管路からの給水を受けるネットワーク利用者と給水車からの給水を受ける利用者とに分類される。他方、非公共上水道に依存する人口、いわゆる公共上水道を利用していない人口に分かれる。これは、個々の井戸利用者などに該当する。2004年の5州の水利用形態別に給水人口分布を図B.1-24に示した。約4百万人がネットワークを利用しており、5州全体の人口の約42%を占めている。(表B.1-41参照)。



出典：MOWE Regional General Directorate

図 B.1-24 2007 年の水利用形態別給水人口の分布

表 B.1-41 2007 年の水利用形態別給水人口 (千人)

州	公共上水道		非公共上水道		合計
	ネットワーク	給水車			
Makkah	3,335	2,486	243		6,063
Al Baha	43	141	208		392
Asir	106	652	1,004		1,762
Jazan	610	187	448		1,245
Najran	22	326	93		441
合計	4,116	3,792	1,996		9,903

出典：MOWE Regional General Directorate

(2) 水利用の実績

水の生産コストなどは全て国や州の補助金で賄われている。MOWE 州事務所では、水道料金徴収制度も確立しておらず、有収水量が正確に把握されていない。調査では、使用水量の実績について、MOWE 年間報告書（2007 年）で報告されたデータを参考値として示した。

表 B. 1-42 2007 年生活、業務、商業用水量の実績（工業用水を除く）

州	行政人口（2007）	公共水道給水率（%）	給水人口（2007）	供給水量(MCM)
Makkah	6,062,813	96	5,820,300	389
Al Baha	391,880	47	184,184	10
Asir	1,762,011	43	757,665	53
Jazan	1,245,208	64	796,933	16
Najran	440,778	79	348,215	12
合計	9,902,690	80	7,907,297	479

出典：MOWE 年間報告書 2007 および MOWE Regional General Directorate

給水原単位については、ステークホルダー協議を利用して、アンケート調査を実施した。これらを基に、調査団が設定した州別の給水原単位を以下に示す。

表 B. 1-43 州別の給水原単位(単位:LCD)

州	年間報告書（2007 年）	アンケート調査結果（2009 年）	調査団設定
Makkah	183	-	180
Al Baha	149	110	110
Asir	192	107	110
Jazan	55	133	130
Najran	93	-	90

出典：Annual Report 2007 および JICA 調査団

1.5.2 工業用水

無効水を含む 5 州の工業用水の実績は表 B. 1-44 に示すように、150MCM（0.4Mm³/日）となり、全国工業用水量（716MCM）の約 20%、5 州の都市用水全体（629MCM）の約 23%を占めている。

表 B. 1-44 2007 年工業用水量の実績

州	供給水量（MCM）
Makkah	90
Al Baha	0
Asir	10
Jazan	50
Najran	0
合計	150

出典：MOWE 年間報告書 2007

1.5.3 農業用水

農業用水の使用実績については、使用実績の統計データがないために、作付面積、作物係数、蒸発散量等を考慮して、純用水量を推定し、さらに、送水損失、かんがい損失等を考慮して、水源水量を推定した。これらの算定過程については、サポーティング・レポートに示している。

表 B.1-45 5州における農業用水水源水量

州/作物	純用水量 (m ³ /ha)	2002		2003		2004		2005		2006		2007	
		ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM
マッカ		45,311	834	41,941	749	37,697	639	38,237	669	39,912	705	42,077	751
穀類	6,753	12,588	155	10,467	129	8,128	100	7,608	93	7,708	95	8,386	103
飼料作物	18,420	9,732	326	7,883	264	4,885	164	5,262	176	5,698	191	5,761	193
果樹	16,420	11,396	267	11,343	266	12,005	282	13,201	310	13,930	327	15,447	362
野菜	5,175	11,595	86	12,249	91	12,680	94	12,166	90	12,576	93	12,483	92
アルバハ		2,769	32	2,927	34	3,459	39	3,584	41	5,023	61	4,450	54
穀類	3,637	549	4	443	3	713	5	608	4	604	4	532	4
飼料作物	11,160	168	3	139	3	136	3	94	2	147	3	185	4
果樹	9,223	1,788	24	2,075	27	2,280	30	2,603	34	3,974	52	3,457	46
野菜	2,863	264	1	271	1	330	1	278	1	298	1	276	1
アシール		22,508	304	22,695	297	22,038	279	21,023	269	20,368	263	21,054	268
穀類	4,691	6,477	55	7,318	62	8,159	70	7,550	64	6,780	58	7,744	66
飼料作物	13,259	2,796	67	1,930	47	1,581	38	1,680	41	1,644	40	2,001	48
果樹	11,384	10,159	165	10,644	173	9,633	157	9,220	150	9,334	152	8,579	140
野菜	3,736	3,076	16	2,803	15	2,664	14	2,572	14	2,610	14	2,730	15
ジザン		186,350	2,393	157,747	1,987	148,450	1,880	120,268	1,542	117,032	1,513	113,558	1,502
穀類	6,119	159,461	1,774	136,609	1,520	128,551	1,430	101,302	1,127	97,484	1,085	92,204	1,026
飼料作物	15,276	18,095	503	12,956	360	12,204	339	10,552	293	10,852	301	12,247	340
果樹	14,010	4,151	83	3,843	77	4,322	87	4,786	96	5,049	101	5,525	111
野菜	4,951	4,643	33	4,339	31	3,373	24	3,629	26	3,647	26	3,582	25
ナジラン		13,212	245	12,286	232	12,185	236	13,107	254	11,747	226	11,430	217
穀類	6,077	984	11	708	8	1,001	11	1,019	11	659	7	908	10
飼料作物	15,748	3,237	93	2,520	72	2,479	71	2,879	82	2,435	70	2,287	65
果樹	14,197	5,962	121	6,682	136	7,007	142	7,272	147	6,658	135	6,311	128
野菜	4,725	3,029	20	2,375	16	1,698	11	1,937	13	1,995	13	1,924	13
合計		270,150	3,807	237,596	3,299	223,829	3,071	196,219	2,775	194,082	2,767	192,569	2,791

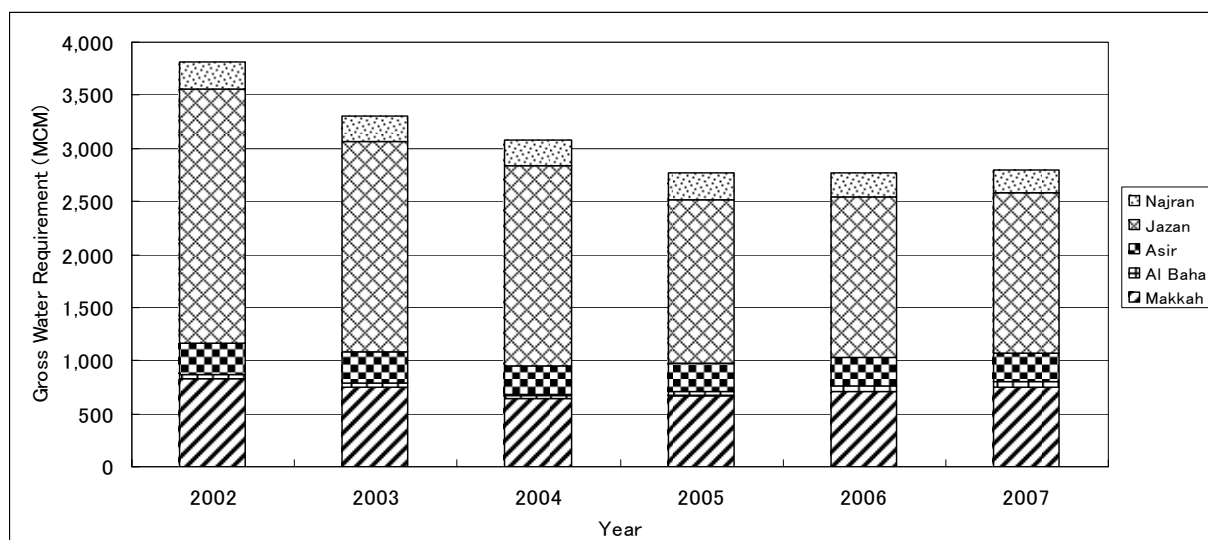


図 B.1-25 南西地域 5 州における近年 6 ヶ年における農業用水水源水量の推定

第2章 水資源開発管理に関する国家計画、戦略及び法律

2.1 国家5ヶ年開発計画

2.1.1 レビューの背景

第1次国家5ヶ年開発計画（1970/71-1974/75）は1970年に策定され、現在は、2005年に策定された第8次国家5ヶ年開発計画（2005/06-2009/10）を実施中である。

これらの国家5ヶ年計画をレビューし、水政策、戦略及び行動計画の経過を把握し、また、これまでの戦略や行動計画の達成状況を評価した。

2.1.2 国家5ヶ年計画における水分野に関するレビュー

本レビューでは、以下の区分に従って水分野に関する情報を整理した。

1)現状、2)主要課題、3)サウジアラビア人登用、4)経済効率、5)民間部門の役割、6)水需要予測、7)将来の水ビジョン、8)開発戦略、9)水省の設立及び水と電力の統合

(1) 現状

第3次国家5ヶ年計画（1980/81-1984/5）以来、利用可能な水資源（従来型・非従来型）、水需要及び供給の収支等の基礎的な情報が報告されている。第8次国家5ヶ年計画（2005/6-2009/10）では水価と予算配分の詳細が記載された。

(2) 主要課題

第2次及び第3次国家5ヶ年計画では、灌漑による水の浪費や過剰な地下水くみ上げによる深刻な水不足が主要課題としてとりあげられた。

1990年代にかけては、非再生地下水の消費増加や農業用水の増加が主要課題として取り上げられてきた。また、各次計画において、国家水計画策定の必要性が記載されてきた。

1990年代以降、水の価格制度、水処理、水資源保全、上下水道システムが主要課題と認識されている。最新の国家5ヶ年計画では、水に関するモニタリング、制度の更新と施行、制度の強化及び中央集中化が課題として取り上げられている。

(3) サウジアラビア人登用

サウジアラビア人の教育と登用の推進が、第5次及び第6次国家5ヶ年開発計画で提示され、水分野におけるサウジアラビア人登用は促進されていると評価されている。

(4) 経済効率

経済効率は、第6次国家5ヶ年計画（1995/96-1999/2000）で最初に扱われた。

(5) 民間部門の役割

第3次国家5ヶ年開発計画以降、民間部門の役割の重要性が強調されている。

水・電力省（MOWE）は「サ」国の水部門の組織・制度改革を行っている。改革は、水部門の効率を向上することを目標とし、このため、民間部門の参入を促進させようとしている。水部門の改革プログラムの目的は以下のとおりである。

- a) 全ての住民が清潔で品質のよい飲料水を利用できるようにすること
- b) 全ての家庭を下水に接続し、汚水を安全に排水できるようにすること
- c) 徐々に商業的要素を取り入れ、組織の活性と顧客サービスを向上させること
- d) コスト回収を念頭においた適切な価格の水及び衛生サービスを供給すること

- e) 水部門の効率向上のために民営化の促進に取り組むこと
- f) 「サ」国の自然環境を保護し、自然を保全すること。

MOWE は、戦略的転換計画（STP）を策定し、今後の改革及び民営化の枠組みと実施のガイドラインとしている。また、上下水道システムの技術的な基礎研究や審査を実施し、インフラ整備促進の具体的な提言を行っている。STP の成果は以下のとおりである。

- a) リヤド、ジェッダ、メジナ、ダンマン・コバルといった「サ」国の主要都市において、上下水道運営のための官民連携事業（維持管理契約、BOO）を開始すること。長期的には、MOWE は、コンセッションや完全民営化といった契約も計画している。
- b) 国家水会社（NWC）を設置すること。NWC は短期的には PPP に基づく民営化促進をはかり、地域の施設操作を監督するものである。長期的には、「サ」国全国の上下水道施設の維持管理を監督することとなる。NWC は地域事業ユニット（RBU s）や RBU s に関する管理や戦略のガイドラインも含んでいる。
- c) 人や資産を既存の事業体から NWC に徐々に移行させる。
- d) 短期的には、ジェッダ市の施設の維持管理を管理するために提案された制度や方法のレビューを行う。長期的にはコンセッションや BOO を監督する独立した規制について検討する。目下のところ、契約書の条項で管理契約を規制していくというのが MOWE の考え方である。

(6) 水需要予測

水需要予測は、第 5 次国家 5 ヶ年計画(1990/91 – 1994/95)で初めて提示された。

(7) 将来の水ビジョン

第 8 次国家開発 5 ヶ年計画では初めて次に示すような将来の水ビジョンが示された。

- a) 生活及び産業のための水需要増加に対応すること
- b) 農業用水の需要を徐々に減少させること

この水ビジョンは以下により実現するものとされている。

- a) 非従来型水資源及び再生可能水資源の開発
- b) 水資源の保全及び保護の充実
- c) 水の経済的価値の考え方の適用
- d) 行政的管理能力の向上

これらにかかる水部門の国家ビジョンは MOEP が 5 年ごとに策定し、王室法として実施されることとなる。（現在は、第 8 次国家開発 5 ヶ年計画に含まれている）

(8) 開発戦略

達成目標及び政策を含む開発戦略が、第 1 次国家 5 ヶ年計画から現在の第 8 次国家開発 5 ヶ年計画までの各計画で明らかにされてきた。これらのうち、2000 年以降の第 7 次と第 8 次の国家開発 5 ヶ年計画に示された戦略の概要は以下のとおりである。

表 B.2-1 第 7 次、8 次国家開発 5 ヶ年計画における開発戦略

開発計画年次	主な開発戦略
第 7 次 (2000/01 – 2004/05)	<p>目的</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 良質で十分な量の飲料水を継続して供給すること 2. 水は公共事業・民間事業の経済的な実行可能性を評価するための基本要素であり重要な決定要素であると認識すること 3. 水資源を保全し、合理的に水を使用すること 4. 水資源に関する施設の維持・管理・操作について民間部門の役割を拡大すること <p>政策</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 農業及び水部門の政策をレビューして水利用の優先順位を管理すること 2. 水部門の管理組織について見直しを行うこと

開発計画年次	主な開発戦略
	3. コンピュータ化し全ての水情報をあつめたデータベースを構築すること 4. 水文及び水文地理に関する観測ネットワークを更新・拡大すること 5. 再利用可能な表流水や地下水資源を開発し維持すること 6. 水文地理の詳細研究を更新し、関係機関と共同して国家水計画を策定すること 7. 水料金徴収制度を改良すること 8. 水サービス部門における民間部門の役割を拡大すること 9. 非従来型水資源を開発すること 10. 水部門におけるサウジアラビア人の人材育成をはかること
第8次 (2005/06 - 2009/10)	目的 1. 水資源の合理的利用を促進し、水資源を保全し、かつ、開発すること 2. 全ての国民に上下水道サービスを提供し、良質で信頼のおける水を、低所得階層も考慮した低価格で供給すること 3. 水資源の持続可能性と社会経済的効果を制約条件として、工業用水及び農業用水を供給すること 4. 国内の水資源の統合的管理を達成すること 政策 1. 水の合理的な保全技術を強化すること 2. 非従来型水資源として海水の淡水化及び下水処理による水の利用を促進すること 3. 全ての利水者に対して水の経済価値に基づく考え方を適用して、水の価格と生産コストが持続的に均衡する状態を達成すること 4. 再生可能水を開発しその有効利用を促進すること 5. 天然の水資源を汚染から守ること 6. 飲用・生活用のための水需要への対応を優先し、下水処理水の農業・工業・その他用途への利用を推し進めること 7. 水部門を管理するための基準を改善すること 8. 下水の集積及び処理施設への民間投資を活性化すること 9. 海水淡水化の能力を増強すること及びこれに関する民間投資を活性化すること 10. 水部門の人材育成を促進すること 11. 国家水計画の策定に必要な研究をとりまとめること 12. 水利用を規制する制度をレビューすること 13. 水部門の統合的なデータベースを構築すること

(9) 水省の設置と水電力省への改組

効果的な水資源管理、国家レベルの水計画、水資源開発の持続可能性及び「サ」国の発展のため、2002年にすべての水の関係機関を統合し、水省が設置された。この新設された省の役割は2001年7月16日付け王室令第125号に、以下のように示されている。

- a) 水部門及び水部門に係る施設の管理、モニタリング、組織の監督をすること
- b) 国内の水供給および貯水量の評価に必要な検討を実施すること
- c) 総合的水計画を策定し、水資源開発、水資源保全に関する政策を定めること
- d) 「サ」国の全国の都市部における上下水道ネットワーク拡大に関する計画を作成すること
- e) 水資源保護のために必要な組織を提案すること
- f) 全ての利水者に対する新しい水料金を研究し提案すること
- g) 下水道における回収率をどのように向上させるかを検討すること
- h) 民間部門を維持管理に参入させるための機構、枠組、戦略を展開すること

これらの役割とともに、それを達成する方策が以下のように示されている。：

- a) 灌漑用水の使用量を減らし、良質な地下水を長期間利用できるようにすること
- b) 水供給ネットワークの漏水管理を行い、無駄を最小限に抑えること
- c) 海水淡水化や排水再利用のような非従来型水資源により地下水資源を増大させること

d) 地下水帯水層への人工的な注入を行うこと

2003年9月、水省に電力部門の役割が加えられて水電力省となった。多くの海水淡水化施設では水をつくるとともに発電を行っていることから、こうすることで水部門と電力部門の調整がより円滑に行えるようにしたものである。水電力省は統合的水資源管理（IWRM）を長・短期の水戦略に取り込む作業をおこなっている。

(10) 第8次国家5ヶ年計画の特徴

第8次国家5ヶ年計画は、これまでの30年間取り組んできた開発計画の転機となるものである。これまでの計画では、長期目標は将来に向けて取り組むべきことを検討する出発点としての位置付けであり、各5ヶ年計画の焦点を示すものであった。しかし、第8次国家5ヶ年計画では、国家経済の戦略に関し、4つの5ヶ年計画を包含する20年先までの目標を示している。これは、「サ」国の戦略計画策定の新しい変化を表わすものである。

第8次国家5ヶ年計画は従来より正確に目標を設定し、可能な限り定量的に、はっきりと実施スケジュールや実施機関の責任を示している。

(11) 国家5ヶ年計画における水需給バランス

第2次国家5ヶ年計画(1975-80)以降、その時点の及び計画期中の需給バランスが示されている。最新の第8次国家5ヶ年計画では、再生可能な表流水及び地下水の伸びは低く、非再生地下水は大幅に減少し、非従来型の水資源は大幅に増加する計画としている。表B.2-2にその概要を示す。

表B.2-2 第8次国家5ヶ年計画における水需給バランス

水資源の区分	水消費量(2004) (百万 m ³ /年)	予測需要量(2009) (百万 m ³ /年)	年増加率 (%)
再生可能表流水・地下水 (Arabian Shield & Continental Shelf)	6,500	6,900	1.0
非再生地下水	12,400	9,270	-5.0
非従来型の水(海水淡水化による水・下水処理水)	1,370	2,090	8.0
合計	20,270	18,260	-2.0

2.2 長期戦略 2025

長期戦略 2025 (LTS 2025)は、1998年7月2日の王室承諾に基づいて経済計画省が担当となって開催した「「サ」国経済の将来ビジョンに関するシンポジウム (2002年10月)」が基となった。シンポジウムでは、「サ」国経済が直面している将来の課題に対応するため、これまでの「サ」国経済及び開発戦略についてレビューを行った。

2.2.1 水部門に関する長期戦略

長期戦略 2025 に示された「サ」国経済の課題は以下のとおりである。

- a) 就労機会の創出
- b) 貧困の削減
- c) 生活水準の向上
- d) 経済の多様化、水利用の合理化、均衡の取れた地域開発の促進、公共会計管理の改善によって持続的発展を達成すること
- e) 公共政策の実施方法の改善

長期戦略 2025 に示された水分野の戦略的政策は、以下の通りである。

- a) 明確に記載された水政策の提示
- b) 水利用のベンチマークの実施

- c) 成果を指向した保全活動の実施
- d) ダムを含む上下水部門への民間部門の参入の拡大
- e) 水料金制度の改革
- f) 水資源総量評価の更新

2.3 国家水戦略

2.3.1 背景と現状

水電力省(MOWE)は、2003年に世界銀行(WB)に対し、「サ」国の統合的水資源管理戦略、及び、長・短期の行動計画を策定するための支援を求めた。業務の対象は以下のとおりである。

- a) 需要管理にもとづく水資源管理政策
- b) 非再生可能地下水の利用を減らし、より持続可能な地下水管理をするための部門を超えた計画の検討
- c) 下水処理水を農業に再利用するための包括的な計画
- d) 法律・制度の再構築

MOWE と WB による検討は、以下の3つの段階で実施されている。

- a) **Phase I:** 水資源管理の現状を評価する
- b) **Phase II:** 国内で広範囲に意見交換し、水部門管理政策の国家水戦略を策定する
- c) **Phase III:** 戦略を実施するための行動計画を策定する

Phase I と Phase II の終了後に策定する Phase III (行動計画)の内容は、まだ公開されていないが、調査団が入手した MOWE からの情報では以下の通りとなっている。

- a) 主要な帯水層の地下水数値解析モデルを更新すること
- b) アラビア楯状地の水資源について詳細に研究し、再生可能な水資源を利用することを検討すること
- c) 玄武岩帯水層の水資源ポテンシャルを検討すること
- d) 統合的な水システムの用意とその運用に必要な規則を作成すること
- e) 下水の処理水を飲用以外の様々な目的に再利用するための研究と制度設計を行うこと
- f) 観測井戸ネットワークを最新にすること

2.3.2 水部門の課題

WB 調査団は、水部門が抱えている最も重要な課題を明らかにし、次のように、5つの政策のギャップとして整理した。

表 B.2-3 水部門が抱える課題とその内容

項目	内 容
(1) 水不足のギャップ:	<ul style="list-style-type: none"> a) 地下水の揚水は、多くは灌漑用水として使われているが、持続可能な揚水量を超えている。 b) 過剰な揚水は、25年間にわたって農家に対してとられた高い補助に起因するものである。このため、耕作地が急激に拡大し、また、節水も実施されてこなかった。地下水揚水の規制がないために環境問題が発生している。 c) これらの問題は状況が悪化している。一つ目は、農家が地下水をタダで使えるものとして使用してきたことで、農家は必要なだけ水を使用(浪費)する権利があると考えていることである。二つ目は、灌漑を規制する政府の監視が欠けていたことである。
(2) 水保全のギャップ:	<ul style="list-style-type: none"> a) 水道料金が安いこと、節水の意識に結びつかない。このため、水資源が少ないにもかかわらず一人当たりの消費が大きくなっている。また、水価が安いことから、給水ネットワークの漏水を減らす措置をとるという取り組みも十分に關心が払われていない。 b) 下水の処理水の供給とその再利用のバランスがとれていない。処理された下水を経済的価値のある水資源として取り扱う政策や長期計画に欠けている。下水の処理水を再利用

項目	内容
	<p>すれば、汚染を防いで環境の劣化を防止することができ、また、いろいろな用途に使える水を確保できる、という2つの利点がある。</p> <p>c) 灌漑は水の保全上もっとも状況の悪い部門である。これまで、灌漑施設の近代化のために多くの補助金が投入されたが、灌漑効率は全体として45%という低い効率にとどまっている。これは、農家が制約なく、無料で水資源が利用できたことに起因する。</p>
(3) 水サービスギャップ:	<p>a) 上下水道のサービスは、いくつかの都市で良好なサービスを供給しているものを除くと、国際的な基準よりもかなり劣っている。多くの国民は水タンク車で水の供給を受けており、下水の回収と処理も多くの地域で改善が必要である。</p> <p>b) 淡水化公社 SWCC は海水淡水化により製造した水を地方に無料で供給している。利水者からは平均して維持管理費の5%以下しか回収していない。(この水料金は世界で最も低い水準である。)このため、水道ネットワークの拡張やサービスの向上が求められても投資する資金がないために取り組めないという状況が生じている。さらに、利水者からコストを回収できていない、ということから、民間部門の水部門への投資が躊躇されている。</p>
(4) 水ガバナンスのギャップ:	<p>a) 水の管理者はインフラ整備と水供給に多くの関心を払い、その根本である資源そのものには十分な関心をもって来なかった。</p> <p>b) MOWE は日々の水管理に新しい機能を付加して、根本的に管理を変えるべきである。そのため、水部門の関係者に水管理のための技術的な支援だけでなく連携・調整を図るようすすめる必要がある。これを実施するためには、新しい組織の立ち上げや能力強化といった支援が必要である。</p>
(5) 財政的ギャップ:	<p>a) 水関連の活動は政府に重い負債としてのしかかっている。商業的な灌漑を行うための農家への高率補助及び水供給事業におけるコスト回収の欠如の2点はその大きな原因である。農業政策及びマクロ経済政策は、農家に経済的に価値のある作物よりも低い価値の作物を奨励することで、この事態を悪化させている。農家の生産コストと「サ」国経済における農業のコストの両面からこのギャップについて検討する必要がある。</p> <p>b) 灌漑用水は都市用水に対しても財政的悪影響を与えている。都市用水は海水淡水化により作り出した水に依存し、この水は製造・輸送コストが多くかかっている。都市用水は地下水を利用すればもっと低コストで水を供給できるにもかかわらず、灌漑用水のために、海水淡水化による水を使用することを強いられている。</p> <p>c) コスト回収ができていないため、上下水道部門は下水サービス区域の拡張や処理施設の新設といった事業の実施に支障をきたしている。これらは事業費が膨大であり、政府は上下水道部門以外にも多くの事業をすすめる必要があるため、下水道普及率を94%にまで引き上げ、かつ、水の再利用のための処理施設の能力を増強していくことは、「サ」国政府の努力だけで実現できるかどうか疑問である。</p>

2.3.3 国家水戦略のための政策の枠組

「サ」国水戦略は、持続可能性、効率性、公平性という3つの柱を前提としている。これらの柱は水戦略を策定するガイドとして以下のように具体的に表されている。

- a) 水は、国家が管理する、公共で利用するための国家財であると宣言すること
- b) 基本資源の荒廃を防止し、また、行動の方向を変えること
- c) パラダイム転換：水供給管理から水需要管理へ
- d) 水資源開発と水資源保護の均衡をはかること
- e) 水資源開発の負担軽減のため仮想水戦略を採用すること
- f) 水の生産性を高めるため高い価値が生まれる水利用を促進すること
- g) 国全体に上下水道サービスを提供できるようにすること
- h) 水利用に関するコスト回収を達成すること
- i) 水利用者を法的に保護すること
- j) 合理的な水配分のため、統合的計画を採用すること
- k) 適切かつ最低限のレベルで水管理を実施すること
- l) 社会の関心を高め、水資源の保全に取り組むこと

2.3.4 水配分、利害関係の調整

国家水戦略における水配分、利害関係の調整方法は、以下の通りとなる。

- a) 水配分は分野間で常に競合しているため、争いは前ぶれなく、突然発生するものではない。だからこそ、水資源に直接・間接に影響を与える、分野間の戦略や行動計画の調和をとることが必要である。
- b) 水配分問題の可能な解決策を見いだすため、まず、全ての利水者間で横のつながりをもつことが必要である。利害関係は、技術的、政策的な調整により調停することができる。技術的な調整は、統合的水資源計画(IWRP)の手続きを実施することで行える。水関連の機関が集まって、利用可能な水について需要を調整すれば、その成果として明確な水配分が得られる。
- c) しかし、有効なのは技術的な調整より、政策的な調整である。そのため、部門間の利害関係を克服する実施体制を創設し、水資源に影響を与える部門間の政策調整のために政府をそこに参加させる。国家水政策は、王立水評議会(KWC)として政府内及び関係機関を含む機構を推奨する。KWCは水部門の調整と統合的計画に焦点をあてて、協調的な政策決定を実施する。

2.3.5 目標実施にあたっての提案

国家水戦略における目標実施に当たっての提案は、以下の通りとなる。

- a) 国家水戦略では、水利用効率の向上、水の保全、公平で効率的な水配分、モニタリングと資源の保全、単位用水量あたりの生産性の向上、給水人口の増加等を目標としている。そのため、しかし、新しい授権法、新しい組織、新しい管理機器、政策調整の機構、人材の育成と採用、職員待遇の見直し等の制度を見直すことが必要である。
- b) 新しい制度は、近代的な法制度・規則の枠組みを備え、適切な機器を備え、MOWEが特別な水管理機能を果たす権限を付与するものである。「サ」国内のいろいろな法律はMOWEの新しい役割と一致し、新しい国家水法(NWL)と一致するように改訂される。NLWは「サ」国の水政策を詳細に説明し、より詳細な法律・制度のための枠組みを与え、各水利用部門のそれぞれの責任を規定する。
- c) 水が「公共財」の性格を持つということは「サ」国では明白なことであるが、政府は資源管理という基本的な機能を果たしていなかった。そのため、新しい組織構造は、秩序をもって、「サ」国の統合的水資源管理機能を果たすことを目指すものである。

2.4 水資源開発・管理に係る法制度

2.4.1 水セクターにおける法制度整備現況

「サ」国水資源開発・管理に係る法制度については、表 B.2-4 に示すように、水資源開発・管理に係る主要な論点について整理し、法制度の整備状況の現状について調査を行った。

表 B.2-4 「サ」国水資源開発・管理に係る法制度整備現況

No.	分類/論点	該当法令
1. 水資源開発・管理政策		
1.1	水資源開発・管理に係る中長期政策	<ul style="list-style-type: none"> ● 第8次国家開発計画 ● 第9次国家開発計画（準備中）
1.2	総合水資源管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 第8次国家開発計画 ● 王室政令第 M/34 号（イスラム暦 1400 年 8 月 24 日、西暦 1980 年 9 月 7 日制定） ● 大臣審議会決議書第 62,044 号（イスラム暦 1409 年 7 月 7 日制定）
2.	下水再生水の再利用	<ul style="list-style-type: none"> ● 王室政令第 M/6 号（イスラム暦 1421 年 8 月 24 日、西暦 2000 年 5 月 18 日制定）
3.	水利権（水利用の優先権）	<ul style="list-style-type: none"> ● 既出王室政令第 M/34 号 ● 既出大臣審議会決議書第 62,044 号

No.	分類／論点	該当法令
4.	水料金制度	<ul style="list-style-type: none"> ● 大臣審議会決議書第 125 号（イスラム暦 1420 年 4 月 25 日：西暦 2001 年 7 月 17 日制定） ● 大臣審議会決議書第 96 号（西暦 1994 年 12 月 26 日制定）
5.	井戸掘削のライセンス	<ul style="list-style-type: none"> ● 王室政令第 M/34 号（イスラム暦 1400 年 8 月 24 日：西暦 1980 年 9 月 7 日制定） ● 大臣審議会決議書第 62,044 号（イスラム暦 1409 年 7 月 7 日制定）
6.	モニタリング（水量、水質等）	<ul style="list-style-type: none"> ● 既出王室政令第 M/34 号 ● 既出大臣審議会決議書第 62,044 号 ● 既出王室政令第 M/6 号
7. 水資源開発・管理関係機関の機能・権限に関する法令		
7.1	旧水農業省の水部門と農業部門の分離	<ul style="list-style-type: none"> ● 既出大臣審議会決議書第 125 号
7.2	水資源開発・管理部門の水電力省への権限委譲	<ul style="list-style-type: none"> ● 王室政令第 27,472 号（イスラム暦 1423 年 7 月 9 日：西暦 2002 年 9 月 17 日制定）
7.3	海水淡水化公社の権限に関する法令	<ul style="list-style-type: none"> ● 王室政令第 M/49 号（イスラム暦 1394 年 8 月 20 日：西暦 1974 年 9 月 7 日制定） ● 王室政令第 M/10（イスラム暦 1427 年 2 月 27 日：西暦 2006 年 3 月 27 日制定）（M/49 の改訂法令）
7.4	サウジ地質調査所関係法	<ul style="list-style-type: none"> ● 大臣審議会決議書第 115 号（イスラム暦 1420 年 7 月 16 日：西暦 1999 年 10 月 26 日制定）
8. PPP（公民連携）		
8.1	民営化事業リスト	<ul style="list-style-type: none"> ● 大臣審議会決議書第 219 号（イスラム暦 1420 年 7 月 16 日：西暦 1999 年 10 月 26 日制定）

水資源開発管理政策については、2010 年度からは第 9 年次国家開発計画が適用される。水資源管理法制度については、既出国家開発計画のほか、イスラム暦 1400 年 8 月 24 日（西暦 1980 年 9 月 7 日）制定の王室政令 M/34 が水資源管理の基本法となっている。水資源管理の施行規則については、イスラム暦 1409 年 7 月 7 日に制定された大臣審議会決議書 No. 62,044 に詳細が規定されている。下水再生水の利用及び管理については、イスラム暦 1421 年 8 月 24 日（西暦 2000 年 5 月 18 日）制定の王立政令 M/6 により規定されている。

水利権は明確に規定された法令は確認されなかったが、水利用の優先権が、上記王室政令 M/34 及びその施行規則である決議書 No. 62,044 に明記されている。

水料金制度については、イスラム暦 1422 年 4 月 25 日（西暦 2001 年 7 月 17 日）に制定された大臣審議会決議書 No. 125 によれば、水電力省 が全ての水消費者に水料金を設定できることが規定されているが、現在、水電力省は水料金制度について法整備中の段階にある。

これらの政令の内容は、サポーティング・レポートに示す。

2.4.2 水資源開発・管理に係る主要な関係機関の設立、機能・権限に関する法制度

水資源開発・管理に係る主要な機関である水電力省の設立のベースとなる法令は、既出大臣審議会決議第 125 号であり、この法令に基づき、従来旧水農業省が担ってきた水部門と農業部門が分離された。その後、この大臣審議会決議 No. 125 を追認する形で、イスラム暦 1423 年 7 月 9 日（西暦 2002 年 9 月 17 日）に制定された王室政令 No. 27,472 に基づき、水電力省が設立され、「サ」国の水資源開発・管理を担うことになった。海水淡水化公社の設立については、イスラム暦 1394 年 8 月 20 日（西暦 1974 年 9 月 7 日）に制定された王室政令 M/49 及びその改訂法令である M/10（イスラム暦 1427 年 2 月 27 日：西暦 2006 年 3 月 27 日制定）に基づき規定されており、水資源量賦存量等の調査権限をサウジ地質調査所に付与することについては、大臣審議会決議 No. 115（イスラム暦 1420 年 7 月 16 日：西暦 1999 年 10 月 26 日制定）に基づき規定されている。

2.4.3 PPP（官民連携）に係る法制度

大臣審議会決議第 219 号は、官民連携が可能な建設プロジェクトとして、上水プロジェクト、下

水プロジェクト、海水淡水化事業、通信、空港、鉄道における建設、運営及び維持管理業務を規定している。

2.5 水資源開発・管理に係る組織・制度・予算

2.5.1 組織・制度に係る現況

「サ」国における水資源開発・管理に係る組織・制度体制は、図 B. 2-1 に示すとおりである。

水電力省 (MOWE) は、水資源開発・管理の中核となっている機関で、現在、水及び下水部門を管轄し、水資源開発・管理に係る基本政策の策定、井戸掘削業者の掘削許可及びこれらの管理を行っている。農業省 (MOA) は、国の水資源量の約 85%を消費している農業部門の政策の策定を行うほか、処理下水の利用に係る許認可業務を行っている。

MOWE の関連機関である海水淡水化公社 (SWCC) は、海水からの淡水化事業を行っており、水道用水を供給している。

経済開発省 (MOEP) は、MOWE 及び MOA から水及び農業セクターに関する情報に基づき、国家経済開発計画を策定している。

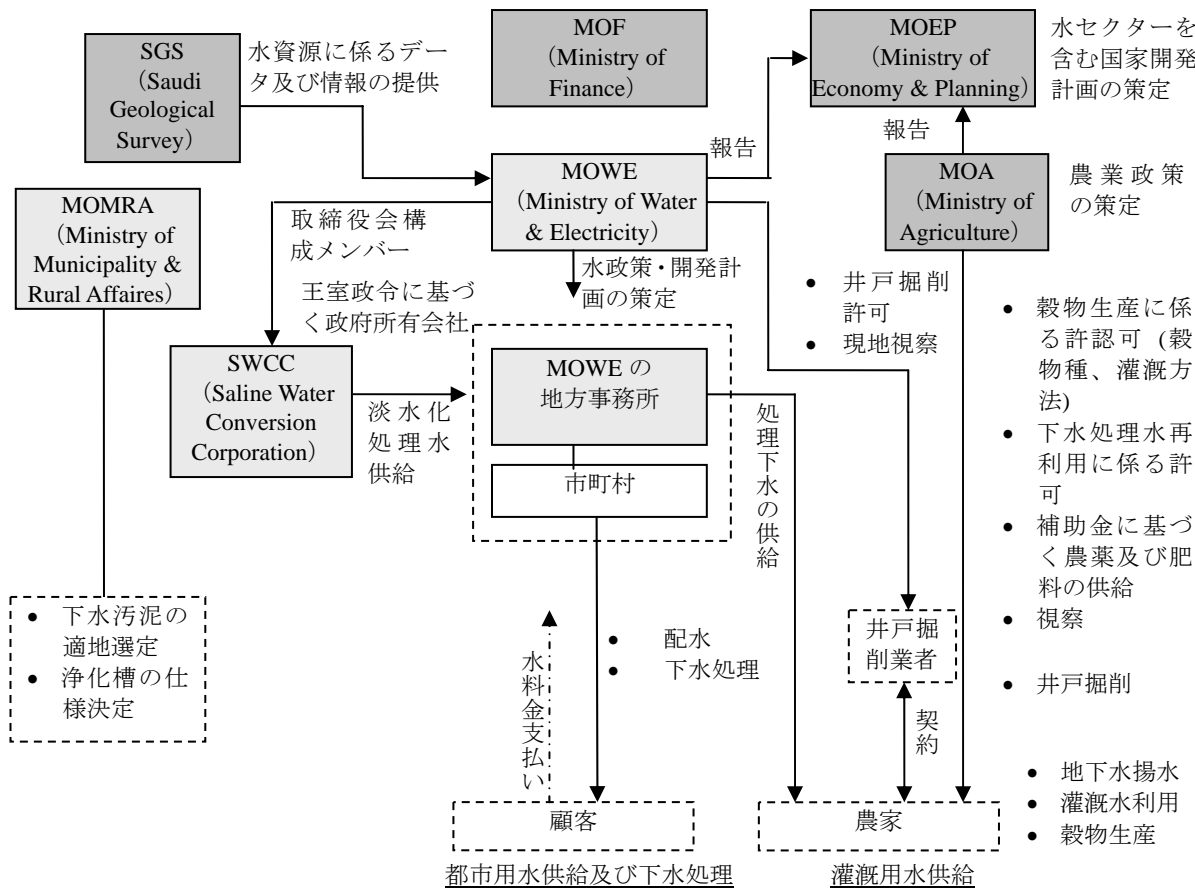


図 B. 2-1 水資源開発・管理に係る組織・制度体制の現状

水セクター関連機関の分担区分は、表 B. 2-5 に示すとおりである。

表 B.2-5 水セクター関連機関の分担区分

機関名	水資源開発・管理					利水		
	施設開発	水政策 / 法制度	管理	国家計画/ 経済開発計画	料金徴収	灌漑	衛生 (下水処理)	その他 (工業開発等)
MOWE	0	0	0	0			0	
MOA						0	0	
MOMRA	0		0				0	
MOEP		0		0				0
MOF				0	0			
SWCC	0							0

2.5.2 水セクターにおける組織改革

「サ」国は、問題解決のために水セクターに係る改革を実施した。改革の基本目標は以下のとおりである。：

- 全国民に対する清浄で良質な飲料水の供給
- 全家庭への衛生サービスの享受及び安全な下水処理
- コスト回収できる適切な上水・下水サービスの提供
- 水・下水サービスの効率化、改善及び国際的なグッド・プラクティスとの整合
- 顧客サービスの改善
- 環境保全及び自然水資源保全に対する啓蒙活動

改革1：水・下水セクターの集約化、水電力省の設立

「サ」国の水・下水サービスは、2001年以前においては、様々な省庁にまたがっていた。旧水・農業省 (MOAW) は、水資源開発に係る責任機関であった。1974年に設立された海水淡水化公社 (SWCC) は、上水供給のために淡水化水を供給していた。一方、地方自治省 (MOMRA) は、一般家庭の水・下水サービスを担当していた。

水セクター・サービスを集約化及び合理化するために、2001年に水省 (MOW) の設立が政府により承認された。水省は、水セクターを管理し、MOWA及びMOMRAが有していた権限を引き継ぐものであった。2003年に、水省は、電力部門を取り込み、水・電力省 (MOWE) へと組織改編された。

改革2：官民連携 (PPP) の導入

官民連携 (PPP) の導入は、国際的に優れた水セクターの効率化に配慮し、ビジネス・モデルの成功例を採用し、水需要の増加に配慮し、水質及び顧客サービスの改善、設備投資の増加、老朽化施設の更新改善を目指すものである。2002年6月に「サ」国最高経済審議会は、決議書 (5/23) を制定し、水関連設備投資に民間セクターを取り込んだ枠組みを策定した。

さらに、MOWEの設立を規定した法令 (決議書第27472号) により水セクターのPPPに関する以下の直接の権限は、MOWEに移譲された。

- 水分野における民間投資に係る適切なメカニズム、枠組み及び管理の構築
- 大臣決議書第219号に基づく20セクターの1つとしての水セクターの民営化推進の承認
- マネジメント、リース及び融資契約 (BOT及びコンセッション契約等) 等あらゆる契約形態における民営化推進の可能性を含む民営化戦略

改革3：NWCの設立

政府は、水セクターについて更なる構造改革を目指し、新規の制度的枠組みを導入し料金体系の改革を目指そうとしている。この改革は、水需要管理を促進し、無収水の削減及び全国的な水道メーターによる従量制の料金体系の導入を図ろうとするものである。

商業化を目指し民間セクターを含む水分野でのあらゆる面での実績改善を図るために、この改革プロセスの主要な成果は、国家水会社 (NWC) の創設にある。NWCは、王室政令に基づく、株式会社の形態をなす国有会社を目指すものである。この変革プロセスは、NWCに水セクターの要求に対応可能な機関としての役割をもたせることを期待している。さらに、段階的に主要都市の水分

野に係る運営を統合するものと期待される。

上述の水セクターにおける短期的な組織・制度枠組みは、図 B. 2-2 に示すとおりである。

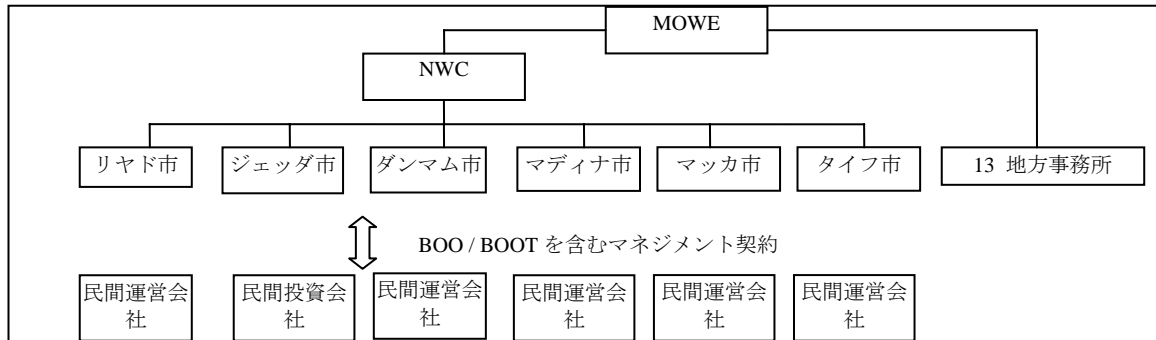


図 B. 2-2 水セクターにおける短期的な制度的枠組み

2.5.3 水関連機関の管轄・権限の現状

水・電力省（本省）

決議書第 215 号に基づき、農業省及び地方自治省の水関係部局は、MOWE の所管に取り入れられた。MOWE の水分野に関する基本タスクは、以下のとおりである。

- 水関連施設の監督、管理及び規制
- 利用可能な水資源賦存分布及び水資源賦存量に関する調査
- 水、水政策、水資源に関する開発・管理計画及び節水の推進
- 全国レベルの上水及び下水ネットワーク整備計画の策定
- 水政策の策定及び水資源管理に必要な規制の策定
- あらゆる消費者を対象とした水料金制度の策定に関する調査
- 水料金徴収をベースとする経営改善を目指した効果的な制度構築
- 水分野における融資、実施、運営及び維持管理面での民間投資のための必要な枠組みの構築
- 井戸掘削に対する許認可業務

MOWE の各部所は、20～40 名のスタッフを抱え、その組織図は図 B. 2-3 に示すとおりである。

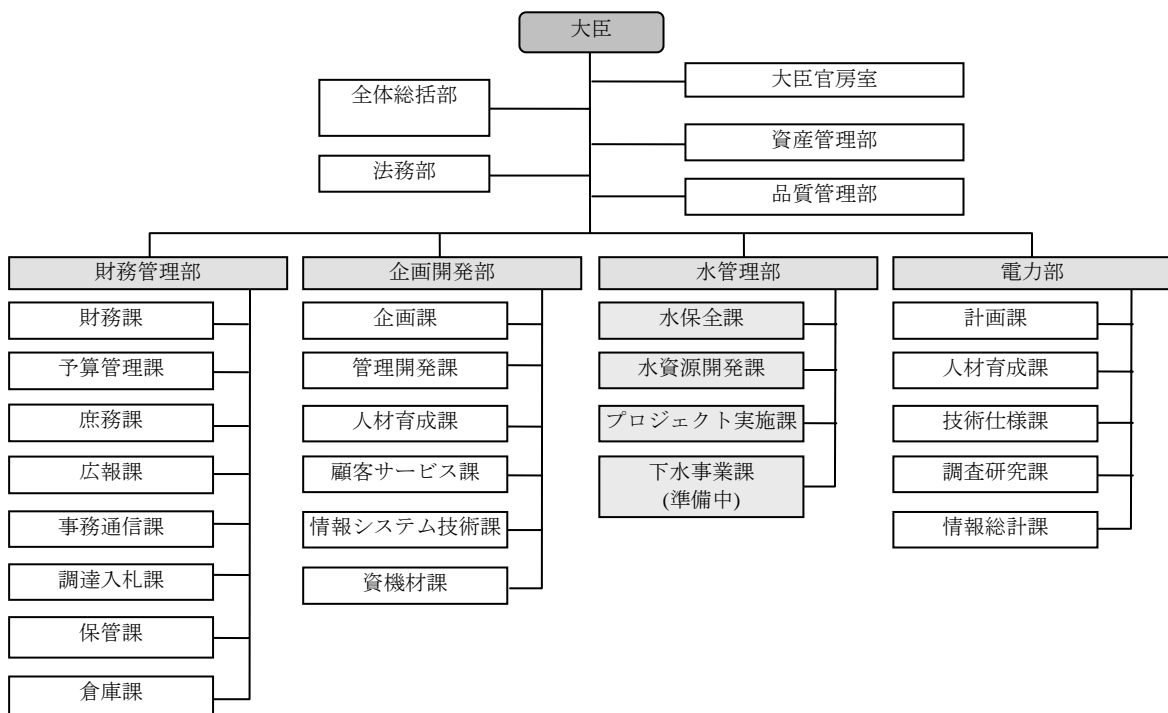


図 B. 2-3 MOWE 組織図

農業省

農業省 (MOA) は、MOWE の管轄になる前の水資源開発・管理に係る権限を有していた機関である。処理下水の再利用及び水需要の 85% を占める灌漑部門は、以下の主要部所から独立している。13 州の地方事務所は、大臣直轄となっている。

- 一般管理及び財務部
- 土地管理部
- 家畜管理部
- 魚類資源部
- 農業研究開発部
- 農政部

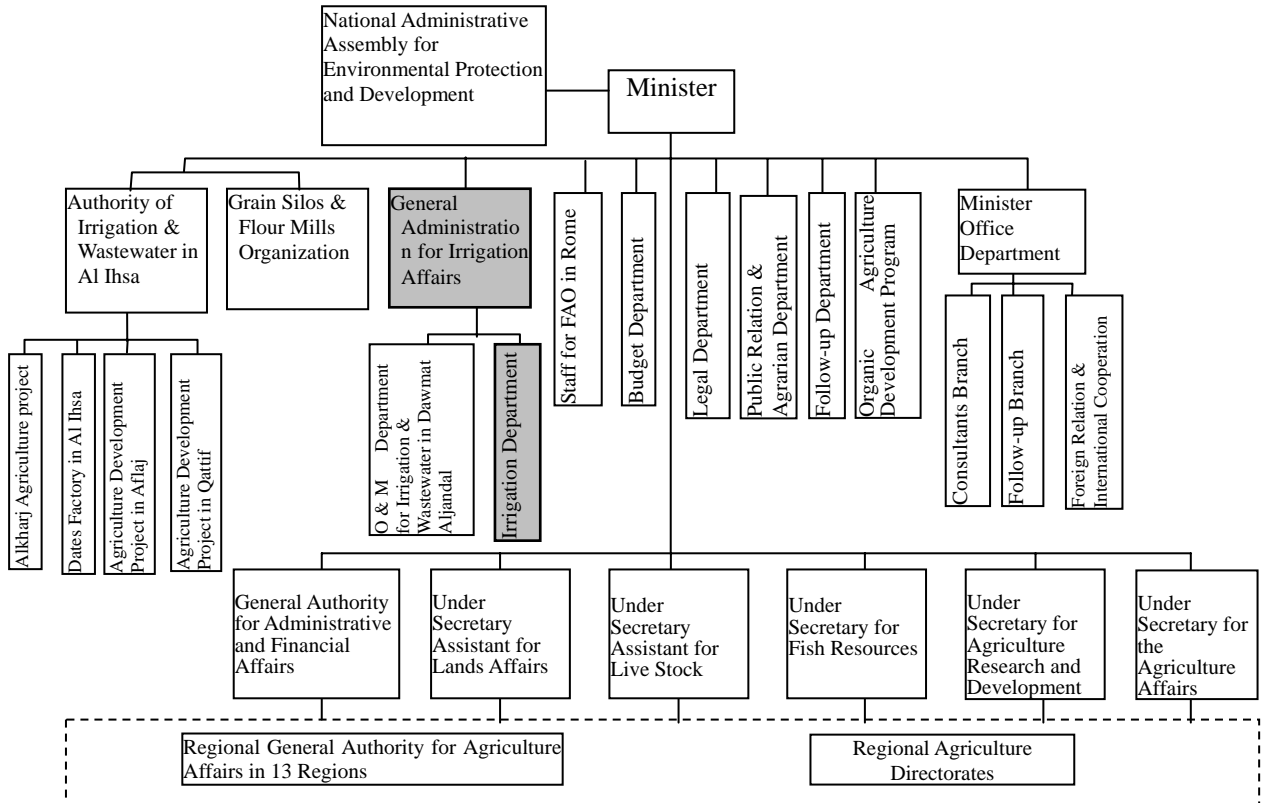


図 B.2-4 MOA 組織図

海水淡水化公社

海水淡水化公社 (SWCC) は、「サ」国の水供給事業を行っている機関の 1 つである。SWCC は、MOWE 大臣が SWCC の取締役会の議長を兼任するなど、組織的には MOWE の関連会社となっている。SWCC の組織図は、図 B.2-5 に示すとおりである。SWCC は、水資源が不足している全国 13 州及び主要都市部において淡水化事業を通じて天然水資源を供給することを主要業務とする。

大臣決議書第 219 号に基づき、淡水化事業の民営化は公益事業の中で最優先課題となっている。

サウジ地質調査所

サウジ地質調査所 (SGS) は、1999 年の大臣審議会決定に従い石油鉱物資源に付属する独立機関として設立された。SGS の業務は、地質調査業務の他に、マッピング、鉱物資源探査、防災、環境地質及び水理地質を含む。SGS は総数 800 名のスタッフを抱えており、本部があるジェッダ市には約 650 名のスタッフが勤務している。

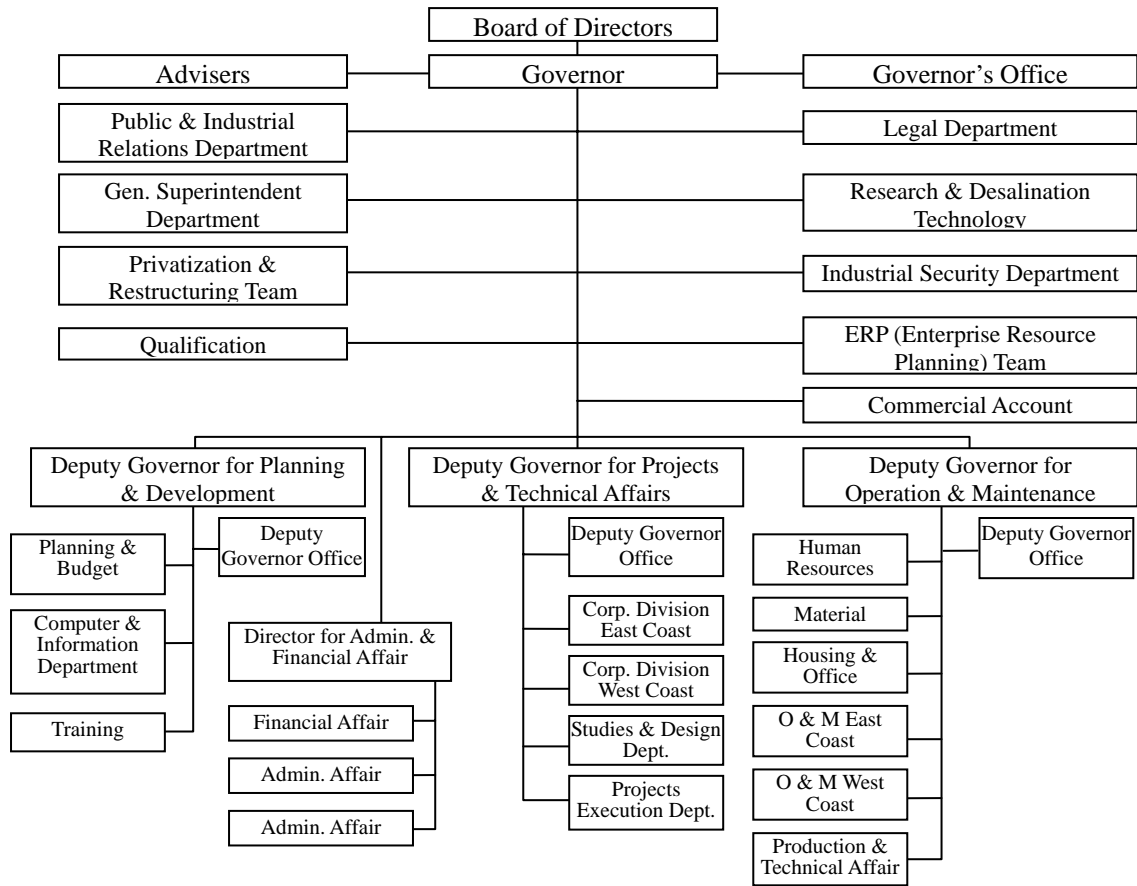


図 B. 2-5 SWCC 組織図

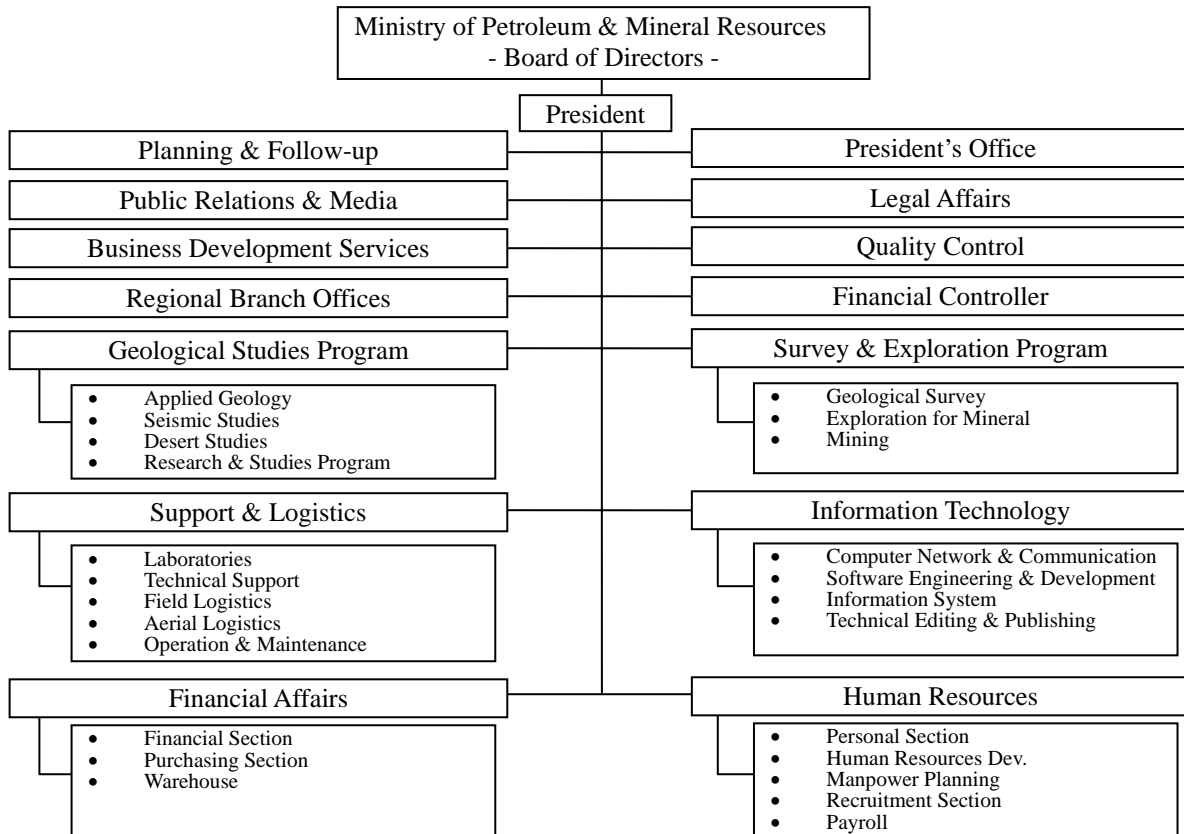


図 B. 2-6 SGS 組織図

2.5.4 水資源開発・管理に係る予算

王室政令第 381 号に基づき設立された財務省は、予算措置と同様、国家予算の管理や配分に対し権限をもつ。

過去3年間の国家予算及び水セクターへの予算配分

2005～2007 年の3年間の国家予算（歳入及び歳出）は、表 B.2-6 に示すとおりである。

表 B.2-6 過去3年間の国家予算（実績）

単位：十億サウジ・リアル

年	歳入	歳出	過不足
2005	555	341	214
2006	655	390	265
			内訳： 追加事業開発： 40 公共投資ファンド： 20 準備金勘定： 100 その他（含む、国庫借入金）： 105
2007	621.5	443	178.5
			内訳： 不動産開発銀行： 25 準備金勘定： 100 その他（含む、国庫借入金）： 53.5

出典：財務省 <http://www.saudiembassy.net/2006News/Statements>

表 B.2-7 セクターへの予算配分（計画）

単位：十億サウジ・リアル（%）

No.	セクター	年		
		2006	2007	2008
1	教育及び人材育成	87.3 (26.1)	96.7 (25.4)	105.0 (25.6)
2	保健福祉	31.0 (9.3)	39.5 (10.4)	44.4 (10.8)
3	水、農業及び関連インフラ整備	22.5 (6.7)	24.8 (6.5)	28.5 (7.0)
4	都市サービス	12.4 (3.7)	15.5 (4.1)	17.0 (4.1)
5	交通運輸、通信	11.5 (3.4)	13.6 (3.6)	16.4 (4.0)
6	その他	170.3 (50.8)	189.9 (50.0)	198.7 (48.5)
	総計	335.0	380.0	410.0

出典：財務省 <http://www.saudiembassy.net/2006News/Statements> ; <http://www.soietz.gov.sa/>

MOWE の年間予算

MOWE の 2004～2007 年過去3年間の年間予算は表 B.2-8 に示すとおりである。新規プロジェクトへの投資は、前年比 20～50%の増加率となっている。

表 B.2-8 MOWE の年間予算

単位：1,000 サウジ・リアル

カテゴリー	地域	2004	2005	2006	2007
第3類 (維持管理)	本省	2,146	2,297	1,702	328
	Riyadh	1,063	1	2,393	3,298
	Makkah	1,325	1,480	1,582	1,748
	Ash Sharqiyah	1,325	856	1,191	1,085
	Al-Madinah	574	551	741	682
	Ha'il	0	0	0	296
	Al-Qasim	603	697	1,084	843
	Al-Hudud Ash Shamaliyah	0	0	0	290
	Asir	199	209	510	599
	Tabuk	63	82	199	197
	Al-Jawf	0	0	0	180
	Al-Baha	0	0	0	191
	Jazan	0	0	0	266
Najran	0	0	0	102	

カテゴリー	地域	2004	2005	2006	2007
	その他	0	181	0	0
	計	7,298	6,353	9,402	10,105
第4類 (新規プロジェクト)	本省	10,563	11,121	10,362	9,129
	Riyadh	3,683	4,482	9,782	10,319
	Makkah	3,914	4,820	8,947	13,351
	Ash Sharqiyah	2,013	2,106	3,263	3,738
	Al-Madinah	1,000	0	1,926	2,275
	Ha'il	0	1,312	0	1,320
	Al-Qasim	1,201	0	2,522	3,266
	Al-Hudud Ash Shamaliyah	0	1,207	0	1,166
	Asir	902	436	2,104	2,871
	Tabuk	349	0	1,181	1,627
	Al-Jawf	0	0	0	836
	Al-Baha	0	0	0	979
	Jazan	0	0	0	1,507
	Najran	0	0	0	965
	その他	2,955	5,441	8,765	8,086
計	26,579	30,927	48,852	61,437	

出典：水・電力省 注：第1類（給与）及び第2類（ボーナス）は、入手できなかった。

2.5.5 制度・組織上の問題

「サ」国では水資源開発・管理は2003年以来、MOWEに制度上、統合されたが、改革については、検討過程にある。水セクターにおける組織/制度的な問題は、以下の通りである。

1) 灌漑用水を巡る組織的・管轄の問題

水利用の大部分を占める灌漑用水の管轄については、MOWEの分掌が明らかではない。MOAには灌漑部があるが、地下水の水源の管轄は法律上MOWEにある。両省間には、これらの問題を解決するような横断的な組織や調整機関がない。

再生可能水を水文的な変動や水セクター間の需要に合わせて効率的に利用するための流域内、流域間調整機能についても、不足している。

2) 法執行当局とMOWE人材育成能力

水資源管理上の法律・規則では、MOWEは、井戸掘削を許可する権限と掘削するサイトを調査、監視する権限が与えられる。しかしながら、MOWEにはこれらに対応する人材が十分でなく、管理能力も不足している。

3) MOWE本部および地方事務所の役割区分と権限

MOWE本部および地方事務所の役割区分・権限が明確ではない。本部は計画立案の権限があるが、中・長期的な計画を策定するデータ・情報は、地方事務所の方が多く有している。

4) 私有の地下水取水に対する政府の関与

地主は自分の土地内で地下水を取水していることから、表流水に比べて政府機関が管理するのは容易ではない。

5) 水配分および資料収集の管理機関が不明確

水配分や水利用に関するデータをどの機関で管理しているが不明確である。そのため、科学的根拠に基づいた計画や用水管理を行うことが困難となる場合がある。また、再生可能水を利用している農業用水の水利用のモニタリングが行われていない。水利権の条件も不明確である。

6) 灌漑用水の無料

灌漑用水への課金はない。これらが、農民に地下水の過剰使用を促進させている。

7) 節水の啓蒙活動

節水啓蒙活動は、都市用水で現在実施中であるが、灌漑用水については、実施されておらず、節水灌漑の指導、節水のための技術支援が行われていない。

8) 水道料金問題

都市用水の水道料金は国際的水準に比べて著しく安い。一人当たりのGDP比では、世界レベルで

は0.75%以上であるのに対して、「サ」国では0.14%である(1999年比較)。6人家族の平均水道料金は、約41m³/月の消費でSR0.1/m³であり、水コストSR4.0/m³(販売費2.5SR/m³+生産費1.5SR/m³)を大幅に下回る。さらにこの徴収構成は、生活用水、業務、商業用水、工業用水等のすべてのユーザーで同じである。

第3章 水需要の予測

3.1 都市用水および工業用水

3.1.1 予測条件、基本フレームの設定

(1) 用途の定義

都市用水

都市用水は本来、工業用水も含む総称であるが、本調査では下記 1) と 2) の総水量と定義する。

1) 生活用水

生活用水は家庭内の日常生活に係る使用水であり、飲料水のほか、トイレの水洗、洗濯、清掃など家庭内で利用される用水である。そのため、生活用水は給水人口の増加や生活水準の向上などによって増加する特徴をもっている。

本調査では、生活用水は下記の業務・商業用水を含むと定義する。

2) 業務・商業用水

業務・商業用水は、事務所、商業施設、宿泊施設、零細工場(SOIETZ に登録されていない小規模工場)、官公庁、病院、学校、緑化などにおける都市活動に使用される用水である。これは、都市化の進展や都市活動の発展により増加する性格を有している。

本調査では、業務・商業用水は上記生活用水を含むと定義する。

3) 工業用水

工業用水は冷却用、原料用、製品処理用、洗浄用など多岐にわたって使用されている。そのため、工業の需要水量は社会経済活動の活発化に伴い増加する特徴をもっている。

本調査では、SOIETZ に登録された大規模な工場で使用される水を工場用水として定義する。

無収水(UFW)

無収水は、水道メーターの誤作動、定額料金相当の水量と実使用水量との乖離、管路や水栓、配水池からの漏水、不法接続によって失われる水量である。本調査では、主に漏水量を無収水として扱う。

(2) 水需要予測の基本条件

水需要予測は以下の条件で行なう。

- 人口規模：

人口規模は給水原単位と水供給率を設定するための基礎条件である。人口規模は表 B. 3-1 に示されるように以下の三つのカテゴリーに分ける。

- 1) 85,000 人を上回る(人口密集都市)
- 2) 5,000 人以上 85,000 人以下(都市)
- 3) 5,000 人未満(地方コミュニティ)

州別の割合は、以下のとおりであり、総人口の約 90%が人口密集都市(85,000 人を上回る都市)および一般の都市(5,000 人を上回り 85,000 人以下)に居住している。

表 B. 3-1 2008 年各州人口カテゴリー別の割合 (%)

州	>85,000	5,000-85,000	<5,000	合計
	人口密集都市	都市	地方コミュニティ	
Makkah	83	15	2	100
Al Baha	23	66	11	100
Asir	47	50	3	100
Jazan	38	60	2	100
Najran	59	31	10	100

出典: MOEP

- 人口規模別水道普及率：
水供給率として定義される水道普及率は人口規模別に設定する。
- 生活用水(業務・商業含む)：
人口と人口規模別の給水原単位(L/人/日)との積によって算定する。
- 給水原単位：
2009年5月にMOWEによって公表された「給水原単位の基準」を適用する。
- 工業用水：
SOIETZに登録された就業者数と一就業者一日あたり使用水量(L/人/日)との積によって算定する。
- 無収水(漏水率)：
MOWE省令の給水原単位に含まれる20%を適用する。なお、感度分析においては、管路施設の改修計画を考慮した別のシナリオも設定する。
- 需要水量の季節変動：
総需要水量に対する水資源ポテンシャルの評価、基本戦略、開発計画であり、上水道等の施設計画でないため、日最大係数は適用外とする。ただし、施設の概算事業費の積算にあたっては日最大給水量を考慮する。

3.1.2 都市用水需要予測の基本フレームの設定

(1) 水道普及率

水道施設整備の必要性が経済活動に依拠するため、市、町、コミュニティの行政区域の人口規模別に将来的な水道普及率を設定する必要がある。人口規模は、以下に示すMOWEの省令とされる給水原単位基準の三つのカテゴリーに準拠する。MOWEの省令によれば、2035年までに全地域において100%の水道普及率を達成することが目標とされている。

一方、人口密集都市を除く都市部と地方コミュニティでは、現時点での普及率が異なること、水道整備率も都市規模によって異なると想定されるため、都市規模別、目標年別に以下のような普及率を設定する。

表 B. 3-2 都市規模別、目標年別の水道普及率

項目	普及率	
人口密集都市	2010年	90%
	2015年	95%
	2020年	100%
	2025年	100%
	2030年	100%
	2035年	100%
都市	2010年	50%

項目		普及率
	2015年	60%
	2020年	70%
	2025年	80%
	2030年	90%
	2035年	100%
地方コミュニティ	2010年	40%
	2015年	52%
	2020年	64%
	2025年	76%
	2030年	88%
	2035年	100%

なお、感度分析においては、2035年時点に都市部で75%、地方コミュニティで50%とする別のシナリオも適用する。

(2) 生活用水(業務・商業用水を含む)給水原単位

給水原単位は人口規模別に以下の三つに分類できる。人口規模別給水原単位はMOWEの省令として2008年に策定された。同給水原単位は、将来的な水需要予測の際MOWEで実施される全プロジェクトに対し一律に適用されるようにMOWEにより指定されている。これらの給水原単位には生活用水だけではなく、商業用水、事業用水、漏水(約20%)が含まれている。

- 85,000人を上回る人口密集都市：250LCD
- 5,000人以上85,000人以下の都市(都市)：200LCD
- 5,000人未満(地方コミュニティ)：150LCD

感度分析においては、使用水量の現在の実態を踏まえ、MOWEの省令値よりさらに10%低減し、より現実に近づけられる別のシナリオも設定する。

- 85,000人を上回る人口密集都市：225LCD
- 5,000人以上85,000人以下の都市：180LCD
- 5,000人未満：135LCD

(3) 工業用水

工場用水の将来需要水量については、分野別就業者あたりの使用水量は、地域的に格差はないため、表B.3-3に示す工業一般で採用されているデータ(工場用給水原単位： $m^3/日 \cdot 就業者$)を将来の各州就業者数に適用し、算定する。

Jazan州では、2037年を目標年度とする重工業、軽工業、住居整備(Jazan Economic City)の開発計画がある。本開発計画の開発業者はマレーシアと「サ」国の民間企業であり、サウジアラビア総合投資庁(SAGIA)が担当官庁である。本整備地区には、SWCCの運営管理とは独立した20万 $m^3/日$ の供給能力をもつ海水淡水化プラントが計画される。そのため、Jazan Economic Cityを対象とする将来の需要水量は本調査では見込まない。

表 B.3-3 工場用給水原単位

地域/種別	給水原単位 ($m^3/日 \cdot 就業者$)
飲食加工	1.00
繊維・皮革	0.43
木材加工、家具	0.46
製紙、印刷	0.27
化学製品、プラスチック製造	2.30
建設資材、ガラス・陶器製造	2.50
ベースメタル加工	0.54
機材部品加工	2.10
その他(輸送など)	0.05

出典：Technical Book (Water Supply Fifth Edition)

(4) 下水の再利用率

緑化用水は MOWE の基準とする給水原単位に含まれる水量である。緑化水は下水再生水の活用も可能であるため、本調査では緑化水量の利用率を設定する。

緑化水量の設定にあたっては、消費量が多いと想定される 85,000 人以上の人口密集都市だけとし、「サ」国全体の都市用水の利用組成(その他水として生活用使用水量の約 6%)から、本調査では 5% 程度を設定する。

「サ」国の下水再生水の利用規則によると、食品加工業以外の工業用水には下水再生水の利用が可能とされていることから、工業用水における下水再生水を活用する。

本項では、総工業用水量のうち、下水再生水の利用水量を算定する方法として、その利用率を 5 州一律 30%とした。その設定根拠は以下のとおりである。

- 冷却用水・温調用水への利用を主とする。
- 将来的には、工場内での冷却用水・温調用水の再利用が進み、淡水の補給量が 50%程度となる。
- 飲食加工には処理水の再利用は行わない。
- 冷却・温調用水の割合を、化学繊維・プラスチック製造に 88.5%、建設資材・ガラス・陶器製造に 78.9%、機材部品加工に 68.3%とする (日本の工業統計 (2007) に準拠)。

検討の結果、5 州のいずれも全体業種における下水再生水の利用可能な水量は、表 B.3-4 に示すように工業全需要水量の 60%程度となった。

表 B.3-4 下水再生水の利用率の検討

業種	業種別就業者比率	工場用水供給原単位 (m ³ /人/日)	工場用水に占める比率	冷却・温調用水比率	対象水量の割合 (利用率) %
Makkah 州					
飲食加工	20.8%	1.00	15.0%		
繊維・皮革	6.0%	0.43	1.9%		
木材加工、家具	3.1%	0.46	1.0%		
製紙、印刷	7.5%	0.27	1.5%		
化学繊維、プラスチック製造	21.1%	2.30	34.9%	88.5%	30.9%
建設資材、ガラス、陶器製造	12.2%	2.50	21.9%	78.9%	17.3%
ベースメタル加工	15.2%	0.54	5.9%		
機材部品加工	11.8%	2.10	17.8%	68.3%	12.2%
輸送	0.2%	0.05	0.0%		
その他	2.0%	0.05	0.1%		
合計	99.9%	1.39	100.0%		60.3%
Al Baha 州					
飲食加工	26.7%	1.00	18.5%		
繊維・皮革	10.9%	0.43	3.3%		
木材加工、家具	0.0%	0.46	0.0%		
製紙、印刷	17.5%	0.27	3.3%		
化学繊維、プラスチック製造	21.9%	2.30	35.0%	88.5%	31.0%
建設資材、ガラス、陶器製造	23.0%	2.50	39.9%	78.9%	31.5%
ベースメタル加工	0.0%	0.54	0.0%		
機材部品加工	0.0%	2.10	0.0%	68.3%	0.0%
輸送	0.0%	0.05	0.0%		
その他	0.0%	0.05	0.0%		
合計	100.0%	1.44	100.0%		62.5%
Asir 州					
飲食加工	17.1%	1.00	9.7%		
繊維・皮革	1.1%	0.43	0.3%		
木材加工、家具	0.7%	0.46	0.2%		
製紙、印刷	9.4%	0.27	1.4%		
化学繊維、プラスチック製造	18.8%	2.30	24.6%	88.5%	21.8%
建設資材、ガラス、陶器製造	42.3%	2.50	60.1%	78.9%	47.4%
ベースメタル加工	9.6%	0.54	2.9%		
機材部品加工	0.6%	2.10	0.7%	68.3%	0.5%
輸送	0.0%	0.05	0.0%		

業種	業種別就業者比率	工場用水供給原単位 (m ³ /人/日)	工場用水に占める比率	冷却・温調用水比率	対象水量の割合 (利用率) %
その他	0.4%	0.05	0.0%		
合計	100.0%	1.76	100.0%		69.7%
Jazan 州					
飲食加工	22.6%	1.00	11.3%		
繊維・皮革	1.6%	0.43	0.3%		
木材加工、家具	0.0%	0.46	0.0%		
製紙、印刷	0.6%	0.27	0.1%		
化学繊維、プラスチック製造	6.3%	2.30	7.2%	88.5%	6.4%
建設資材、ガラス、陶器製造	64.4%	2.50	80.4%	78.9%	63.4%
ベースメタル加工	2.3%	0.54	0.6%		
機材部品加工	0.0%	2.10	0.0%	68.3%	0.0%
輸送	2.3%	0.05	0.1%		
その他	0.0%	0.05	0.0%		
合計	100.1%	2.00	100.0%		69.8%
Najran 州					
飲食加工	26.9%	1.00	15.0%		
繊維・皮革	0.0%	0.43	0.0%		
木材加工、家具	0.0%	0.46	0.0%		
製紙、印刷	0.0%	0.27	0.0%		
化学繊維、プラスチック製造	24.1%	2.30	30.9%	88.5%	27.3%
建設資材、ガラス、陶器製造	35.9%	2.50	50.1%	78.9%	39.5%
ベースメタル加工	13.1%	0.54	3.9%		
機材部品加工	0.0%	2.10	0.0%	68.3%	0.0%
輸送	0.0%	0.05	0.0%		
その他	0.0%	0.05	0.0%		
合計	100.0%	1.79	100.0%		66.9%

出典：JICA 調査団

しかしながら、下水再生水を利用するための施設整備の進捗や将来の工業用水リサイクル率の向上を考慮すると、60%からさらに減少することが想定されるため、本調査では下水再生水の利用率は安全サイドの立場から半数程度の 30%と設定する。

(5) 漏水率

漏水率については、既存の管路ネットワークの実態や漏水率の改善計画に係るデータが得られていないため、本調査では、MOWE の基本シナリオにすでに含まれている 20%を適用した。

感度分析においては、さらに、既存管路施設の建設年度や各州の改修整備計画による漏水削減の改善を踏まえ、「サ」国の最低水準であるとされている 15%を別のシナリオとして適用する。

(6) 水需要予測条件

以上から、本計画の施設整備に用いた需要予測の基本条件を整理して以下に示す。

表 B. 3-5 水需要予測の基本条件の設定

項目	基本条件
給水原単位 (L/人/日)	
● 人口密集都市	250
● 都市	200
● 地方コミュニティ	150
漏水率	20%
下水処理水の利用率	
● 都市用水 (緑化水)	5%
● 工業用水	30%
水道普及率	
人口密集都市	2010 年 90%

項目		基本条件
	2015年	95%
	2020年	100%
	2025年	100%
	2030年	100%
	2035年	100%
都市	2010年	50%
	2015年	60%
	2020年	70%
	2025年	80%
	2030年	90%
地方コミュニティ	2010年	40%
	2015年	52%
	2020年	64%
	2025年	76%
	2030年	88%
	2035年	100%

感度分析では、この表で示した水需要管理による需要水量の変動や水道普及率の現実的な整備進捗率を踏まえ、複数オプションを設定し、水需要量を算定する。

3.1.3 水道施設規模設定のための日最大給水係数

導送水管路、送水ポンプ、配水池、浄水場などの各々の水道施設規模を決定するためには、年間を通じて最も多い需要水量を考慮する必要がある。日最大給水量の算定にあたっては、一般に実績値をもとに日最大係数を設定し求める。「サ」国では一時的に水需要の増大する要因として旅行者や巡礼者によることが代表される。表 B. 3-6 に示すとおり旅行者が通常時より増加する時期は6月から10月にかけて集中し、水需要もそれに伴い増大する。

本調査では、旅行者の流入（ピーク係数）から判断し、日最大係数を1.29とする。従って、各水道施設の規模設定にあたっては前項までで算定された需要水量の29%増となる。

表 B. 3-6 旅行者の流入状況

カテゴリー	入国旅行者		国内旅行者		合計		ピーク平均
1月	2,292,469	2.04	3,167,322	1.28	5,459,791	1.52	1.29
2月	728,113	0.65	1,267,614	0.51	1,995,727	0.55	
3月	626,282	0.56	1,405,901	0.57	2,032,183	0.57	
4月	879,584	0.78	1,595,079	0.65	2,474,663	0.69	
5月	874,979	0.78	1,909,630	0.77	2,784,609	0.77	
6月	973,236	0.87	2,763,733	1.12	3,736,969	1.04	
7月	1,419,932	1.26	3,638,019	1.47	5,057,951	1.41	
8月	1,490,114	1.33	3,358,919	1.36	4,849,033	1.35	
9月	1,449,729	1.29	2,753,320	1.11	4,203,049	1.17	
10月	1,099,907	0.98	3,365,834	1.36	4,465,741	1.24	
11月	695,946	0.62	2,138,219	0.86	2,834,165	0.79	
12月	948,285	0.84	2,308,794	0.93	3,257,079	0.91	
平均	1,123,215		2,472,699		3,595,913		

出典：Statistics Summary Province (Makkah, Asir, Al Baha, Jazan and Najan) for 2007, Tourism Information and Research Center

3.1.4 都市用水の需要予測

(1) 将来人口

将来人口については、以下に示す3つの条件で推計した。

- ケース1：過去の人口トレンドに準拠
- ケース2：第八次国家開発計画に示された将来人口増加率に準拠
- ケース3：2009年にMOEPによって公式に予測された将来人口を採用

ケース1については、将来の傾向分析するにあたり1974年の実績は古すぎるため除外し、1992年と2004年の実績をもとに年平均増加数式 ($y=ax + b$ (y: 予測値, x: 経過年数, a, b: 係数)) で推計した。

ケース2については、「サ」国が国内における外国人労働者を削減するという国家政策(サウダイゼーション政策)を踏まえて示された人口増加率を適用し、以下に示すように第八次開発計画で示された年平均人口増加率を2015年まで1.5~1.7%、それ以降1.1~1.3%で推計した。

- 2010年まで：1.7%
- 2010年~2015年：1.5%
- 2015年~2020年：1.3%
- 2020年~2025年：1.1%
- 2025年~2035年：1.1%

第八次国家開発計画には、サウダイゼーション政策に基づく全国の将来人口増加率が示されている。従って、州別の将来人口増加率は、表B.3-7に示すとおり1992年から2004年までの全国平均の人口増加率(2.6%)に対する各州の人口増加率との比率を全国の将来人口増加率に適用することによって設定する。

表 B.3-7 ケース2の将来人口増加率 (%)

年	「サ」国	Makkah	Al Baha	Asir	Jazan	Najran
「1992-2004」の「サ」国全体の人口増加率に対する比率 →		88%	42%	77%	108%	115%
1992-2004	2.6	2.3	1.1	2.0	2.8	3.0
2004-2010	1.7	1.5	0.7	1.3	1.9	2.0
2010-2015	1.5	1.3	0.6	1.2	1.6	1.7
2015-2020	1.3	1.1	0.5	1.0	1.4	1.5
2020-2025	1.1	1.0	0.4	0.8	1.2	1.3
2025-2035	1.1	1.0	0.4	0.8	1.2	1.3

出典：調査団

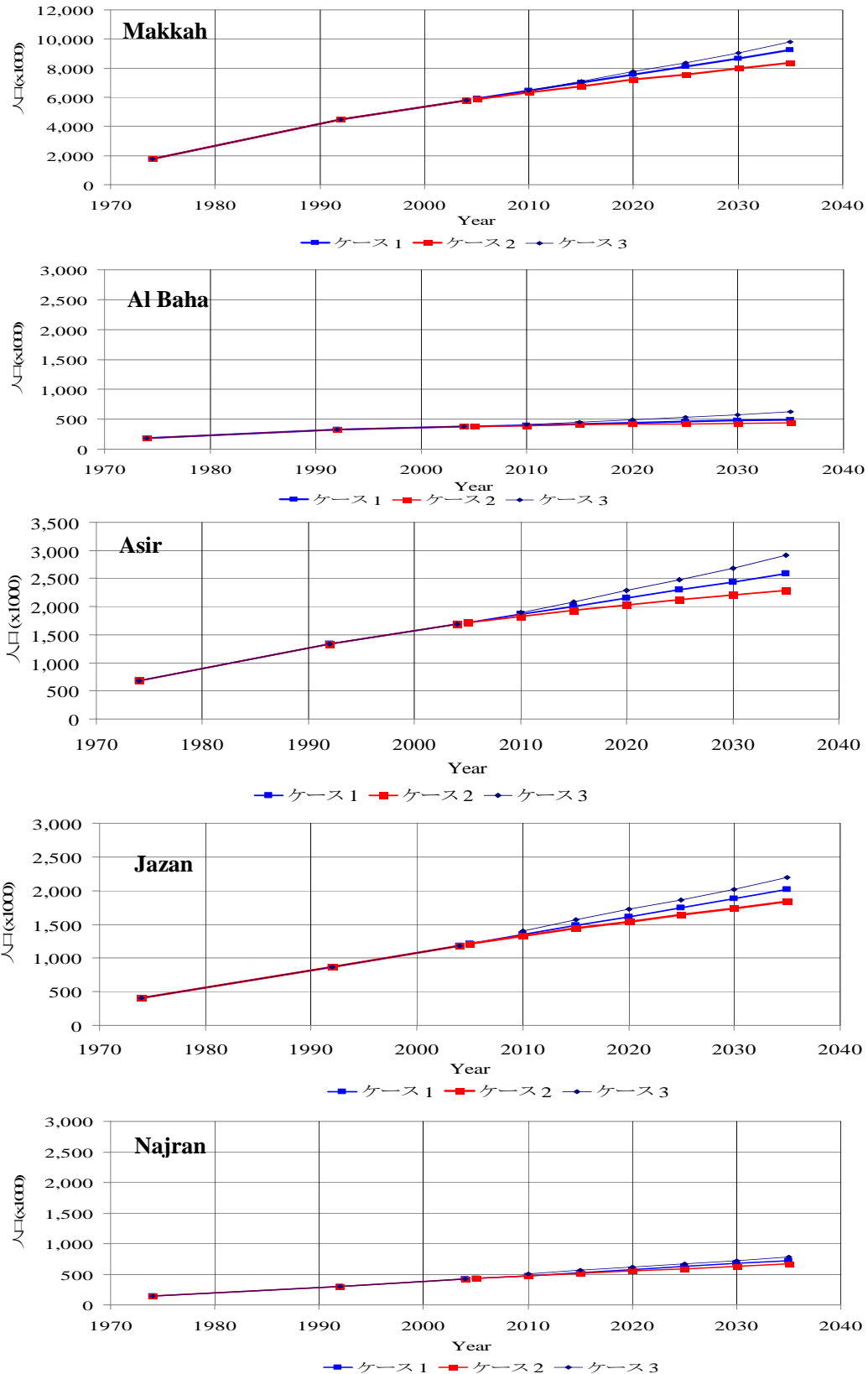
ケース3については、ガバナレートにおける市、町、コミュニティの最小単位行政区域の将来人口が「サ」国人と、外国人(出稼ぎ労働者)別に予測されている。表B.3-8は、MOEPによって市や町の都市やコミュニティ別に算定され、人口増加率をもとに州別に整理した平均人口増加率を示す。

表 B.3-8 MOEPによる将来の人口増加率 (%)

年	Makkah	Al Baha	Asir	Jazan	Najran
1992-2004	2.3	1.1	2.0	2.8	3.0
2004-2010	1.9	2.0	2.0	2.8	2.9
2010-2015	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0
2015-2020	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7
2020-2025	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
2025-2035	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6

Source: MOEP

図B.3-1に3つのケースの人口予測結果を示す。



Note: ケース 1: 年平均増加数, ケース 2: 第八次開発計画に基づく年間人口増加率, ケース 3: MOEP の予測に基づく将来予測

ここに;

年平均増加数: $y = ax + b$ (y : 予測値, x : 経過年数, a , b : 係数)

年間増加率: $y = y_0 \times (1+r)^x$ (y : 予測値, y_0 : 基準年, x : 経過年数, r : 増加率)

図 B. 3-1 5州の人口予測

本調査では、生活水需要量を算定にあたっては、MOEP によって予測されたガバナレート別将来人口(ケース 3)を適用するものとする。これは、MOWE で実施されているプロジェクト間の基本条件の整合を取るためであり、正式に MOWE により指定された。表 B. 3-9 は、市や町の都市とコミュニティ別の将来人口を積上げ、州別にまとめた将来人口を示す。

表 B. 3-9 州別の人口予測 (千人)

年度	Makkah	Al Baha	Asir	Jazan	Najran	5 州
1974	1,754	186	681	403	148	3,172
1992	4,468	332	1,340	866	301	7,307
2004	5,798	378	1,688	1,186	419	9,469
2010	6,468	411	1,895	1,404	502	10,680
2015	7,115	449	2,090	1,572	564	11,790
2020	7,755	492	2,288	1,720	617	12,872
2025	8,379	533	2,480	1,864	669	13,925
2030	9,054	578	2,688	2,021	725	15,066
2035	9,785	627	2,914	2,190	786	16,302

出典：JICA 調査団

(2) 都市用水の需要水量

表 B. 3-9～表 B. 3-13 に基本条件に基づく都市用水の需要水量をガバナレート別に示す。

表 B. 3-10 Makkah 州都市用水の需要水量

Governorate	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Option-1						
Makkah Al Mukarramah	330,803	384,420	441,202	477,290	516,616	558,953
Jeddah	713,267	828,382	959,383	1,035,424	1,117,549	1,206,252
Al Taif	197,006	232,457	270,877	298,619	329,128	362,946
Al Qunfidah	26,769	35,485	45,369	56,267	68,930	83,086
Al Lith	11,474	16,009	20,506	25,467	31,365	37,831
Rabigh	7,433	9,877	12,867	15,940	19,435	23,402
Al Jjumum	7,992	10,659	13,903	17,265	21,341	25,722
Khulays	5,003	6,943	9,147	11,367	13,896	16,771
Al Kamli	1,765	2,388	3,098	3,884	4,780	5,800
Al Khurmah	4,275	5,674	7,257	9,002	10,990	13,249
Ranyah	4,680	6,242	8,015	9,972	12,203	14,740
Turbah	4,298	5,995	7,699	9,580	11,973	14,442
Total	1,314,764	1,544,530	1,799,322	1,970,076	2,158,206	2,363,194

表 B. 3-11 Al Baha 州都市用水の需要水量

Governorate	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Option-1						
Al Baha	21,727	25,182	29,122	31,769	34,657	37,808
Biljurashi	6,480	8,530	10,917	13,548	16,544	20,211
Al Mandaq	4,809	6,341	8,125	10,094	12,594	15,179
Al Mukhwah	6,412	8,963	11,485	14,268	17,694	21,335
Al Aqiq	2,819	3,748	4,832	6,030	7,887	9,505
Qilwah	5,514	7,770	9,954	12,364	15,112	18,491
Al Qari	3,054	4,026	5,159	6,409	7,833	9,453
Total	50,815	64,560	79,595	94,482	112,322	131,983

表 B. 3-12 Asir 州都市用水の需要水量

Governorate	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Option-1						
Abha	70,014	83,788	99,095	111,403	124,838	139,753
Khamis Mushayt	102,562	120,638	140,211	154,038	169,206	185,846
Bishah	33,786	41,285	49,344	56,324	64,136	72,871
An Namas	5,365	7,099	9,058	11,216	13,672	16,460
Muhayl	34,499	41,465	49,106	55,327	62,253	70,218
Sarat Abidah	6,323	8,436	11,306	14,014	17,100	20,608
Tathlith	4,883	6,782	8,729	11,378	13,898	16,765
Rijal Almah	6,610	8,761	11,196	13,880	16,941	20,421
Ahad Rifaydah	11,028	14,628	18,705	23,199	34,568	38,984
Zahrn Al Janub	6,139	8,148	10,423	12,932	15,791	19,041
Balqarn	7,342	9,745	12,466	15,465	18,882	22,765
Al Majardah	9,916	13,162	16,840	20,896	25,517	30,773
Total	298,465	363,936	436,479	500,073	576,803	654,504

表 B. 3-13 Jazan 州都市用水の需要水量

Governorate	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Option-1						
Jazan	44,848	55,908	67,344	77,721	89,377	106,910
Sabya	44,505	53,671	62,859	69,838	77,551	86,074
Abu Arish	32,958	38,974	44,895	48,666	52,754	57,187
Samtah	28,105	34,029	40,000	44,659	49,820	55,538
Al Harth	5,656	7,603	9,704	12,019	14,654	17,646
Damad	7,406	9,950	12,687	15,700	19,128	23,016
Ar Rayth	1,502	2,034	2,614	3,255	3,986	4,819
Baysh	6,903	9,279	11,843	14,668	17,885	21,538
Farasan	1,652	2,221	2,837	3,515	4,288	5,166
Ad Dair	5,658	7,637	9,787	12,160	14,866	18,197
Ahad Al Musariyah	8,276	22,021	25,371	27,505	29,819	32,329
Al Idabi	6,512	9,047	11,831	14,670	17,908	21,591
Al Aridah	7,330	9,875	12,635	15,677	19,146	23,090
Ad Darb	6,092	8,199	10,475	12,983	15,838	19,082
Total	207,404	270,448	324,882	373,036	427,018	492,181

表 B. 3-14 Najran 州都市用水の需要水量

Governorate	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Option-1						
Najran	68,062	80,823	93,392	101,941	111,029	120,928
Sharurah	8,576	21,766	25,263	27,661	30,285	33,155
Hubunah	2,640	3,607	4,650	5,803	7,117	9,128
Badr Al Janub	690	1,233	1,618	2,046	2,778	3,368
Yadamah	1,621	2,200	2,821	3,507	4,289	5,178
Thar	1,206	1,693	2,220	2,805	3,475	4,238
Khubash	2,024	3,001	3,846	4,779	5,841	7,051
Al Kharkhir	272	610	779	965	1,176	1,416
Total	85,091	114,933	134,590	149,506	165,990	184,461

3.1.5 工業用水の需要予測

(1) 工場件数の予測

各州とも工場件数は年々増加の傾向を示してきている。「Economic Report 2007, SAGIA」による

と、工業開発を各州とも重要分野に位置づけているため、今後も工場件数は伸び続けるものと考えられる。そのため、工場件数の予測にあたっては、直線的な伸びを示す年間平均増加数で推移していくものとする。工場件数の予測結果を表 B. 3-15 に示す。

表 B. 3-15 工場件数の将来予測

州	実績			計画					
	1999	2004	2006	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Makkah	861	965	1,012	1,096	1,203	1,310	1,417	1,524	1,632
Al Baha	12	14	15	17	19	21	23	25	27
Asir	72	84	89	99	111	123	135	147	159
Jazan	35	38	38	40	43	45	47	49	52
Najran	19	19	22	22	23	24	25	26	27
合計	999	1,120	1,176	1,273	1,398	1,523	1,647	1,772	1,897

出典：JICA 調査団

(2) 工場就業者数の予測

表 B. 3-15 の工場件数の予測値に工場 1 件あたりの平均的な就業者数(2006 年実績)を乗じて得られる就業者数の予測値を表 B. 3-16 に示す。また、この結果から、表 B. 3-17 ~ 表 B. 3-21 までに示す 2006 年の業種別工場就業者数の比率をもとに将来的な業種別就業者数を算定する。

表 B. 3-16 工場就業者の将来予測

州	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Makkah	105,212	115,495	125,778	136,062	146,345	156,628
Al Baha	532	600	667	735	803	871
Asir	5,918	6,645	7,372	8,098	8,825	9,552
Jazan	1,489	1,574	1,659	1,745	1,830	1,915
Najran	670	706	742	777	813	849
合計	113,821	125,020	136,218	147,417	158,616	169,815

出典：JICA 調査団

表 B. 3-17 Makkah 州の業種別就業者数の将来予測

業種	業種別就業者比率	2010	2015	2020	2025	2030	2035
飲食加工	20.8%	21,884	24,023	26,162	28,301	30,440	32,579
繊維・皮革	6.0%	6,313	6,930	7,547	8,164	8,781	9,398
木材加工、家具	3.1%	3,262	3,580	3,899	4,218	4,537	4,855
製紙、印刷	7.5%	7,891	8,662	9,433	10,205	10,976	11,747
化学繊維、プラスチック製造	21.1%	22,200	24,369	26,539	28,709	30,879	33,049
建設資材、ガラス・陶器製造	12.2%	12,836	14,090	15,345	16,600	17,854	19,109
ベースメタル加工	15.2%	15,992	17,555	19,118	20,681	22,244	23,807
機材部品加工	11.8%	12,415	13,628	14,842	16,055	17,269	18,482
輸送	0.2%	210	231	252	272	293	313
その他	2.0%	2,104	2,310	2,516	2,721	2,927	3,133
合計	100.0%	105,107	115,378	125,653	135,926	146,200	156,472

出典：JICA 調査団

表 B. 3-18 Al Baha 州の業種別就業者数の将来予測

業種	業種別就業者比率	2010	2015	2020	2025	2030	2035
飲食加工	26.7%	142	160	178	196	214	233
繊維・皮革	10.9%	58	65	73	80	88	95
木材加工、家具	0.0%	0	0	0	0	0	0
製紙、印刷	17.5%	93	105	117	129	141	152
化学繊維、プラスチック製造	21.9%	117	131	146	161	176	191
建設資材、ガラス・陶器製造	23.0%	122	138	153	169	185	200
ベースメタル加工	0.0%	0	0	0	0	0	0
機材部品加工	0.0%	0	0	0	0	0	0
輸送	0.0%	0	0	0	0	0	0
その他	0.0%	0	0	0	0	0	0
合計	100.0%	532	599	667	735	804	871

出典：JICA 調査団

表 B. 3-19 Asir 州の業種別就業者数の将来予測

業種	業種別就業者比率	2010	2015	2020	2025	2030	2035
飲食加工	17.1%	1,012	1,136	1,261	1,385	1,509	1,633
繊維・皮革	1.1%	65	73	81	89	97	105
木材加工、家具	0.7%	41	47	52	57	62	67
製紙、印刷	9.4%	556	625	693	761	830	898
化学繊維、プラスチック製造	18.8%	1,113	1,249	1,386	1,522	1,659	1,796
建設資材、ガラス・陶器製造	42.3%	2,503	2,811	3,118	3,425	3,733	4,040
ベースメタル加工	9.6%	568	638	708	777	847	917
機材部品加工	0.6%	36	40	44	49	53	57
輸送	0.0%	0	0	0	0	0	0
その他	0.4%	24	27	29	32	35	38
合計	100.0%	5,918	6,646	7,372	8,097	8,825	9,551

出典：JICA 調査団

表 B. 3-20 Jazan 州の業種別就業者数の将来予測

業種	業種別就業者比率	2010	2015	2020	2025	2030	2035
飲食加工	22.6%	337	356	375	394	414	433
繊維・皮革	1.6%	24	25	27	28	29	31
木材加工、家具	0.0%	0	0	0	0	0	0
製紙、印刷	0.6%	9	9	10	10	11	11
化学繊維、プラスチック製造	6.3%	94	99	105	110	115	121
建設資材、ガラス・陶器製造	64.4%	959	1,014	1,068	1,124	1,179	1,233
ベースメタル加工	2.3%	34	36	38	40	42	44
機材部品加工	0.0%	0	0	0	0	0	0
輸送	2.3%	34	36	38	40	42	44
その他	0.0%	0	0	0	0	0	0
合計	100.0%	1,491	1,575	1,661	1,746	1,832	1,917

出典：JICA 調査団

表 B. 3-21 Najran 州の業種別就業者数の将来予測

業種	業種別就業者比率	2010	2015	2020	2025	2030	2035
飲食加工	26.9%	180	190	200	209	219	228
繊維・皮革	0.0%	0	0	0	0	0	0
木材加工、家具	0.0%	0	0	0	0	0	0
製紙、印刷	0.0%	0	0	0	0	0	0
化学繊維、プラスチック製造	24.1%	161	170	179	187	196	205
建設資材、ガラス・陶器製造	35.9%	241	253	266	279	292	305
ベースメタル加工	13.1%	88	92	97	102	107	111
機材部品加工	0.0%	0	0	0	0	0	0
輸送	0.0%	0	0	0	0	0	0
その他	0.0%	0	0	0	0	0	0
合計	100.0%	670	705	742	777	814	849

出典：JICA 調査団

(3) 工場用需要水量

表 B. 3-22 には、表 B. 3-3 で示した就業者 1 人 1 日あたりの給水原単位を上表の業種別就業者数に乗じて算定した工業用需要水量を示す。

表 B. 3-22 工業用需要水量 (1000m³/日)

州	2006	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Makkah	147	146	160	175	189	203	218
Al Baha	1	1	1	1	1	1	1
Asir	8	10	12	13	14	16	17
Jazan	4	3	3	3	3	4	4
Najran	1	1	1	1	1	1	2
合計	161	162	177	193	209	225	241

出典：JICA 調査団

3.1.6 都市用水及び工業用水の主要目標年の需要水量

都市用水及び工業用水の全体需要水量と下水再生水の利用可能な水量は表 B. 3-23～3-27 に示すとおりである。また、再生可能水や海水淡水化水による供給が必要な需要水量を、全体需要水量から下水再生水で賄える水量を控除することによって算定した。

表 B. 3-23 Makkah 州水需要の予測値

		1000m ³ /日				
Makkah 州	2010	2015	2020	2025	2030	2035
都市用水量[1]	1,315	1,545	1,799	1,970	2,158	2,363
工業用水量[2]	146	160	175	189	203	218
全体需要水量計	1,461	1,705	1,974	2,159	2,361	2,581
下水再生水の利用水量[3]	184	210	242	261	282	304
合計[1]+[2]-[3]	1,277	1,495	1,732	1,898	2,079	2,277

表 B. 3-24 Al Baha 州水需要の予測値

		m ³ /日				
Al Baha 州	2010	2015	2020	2025	2030	2035
都市用水量[1]	51	65	80	94	112	132
工業用水量[2]	1	1	1	1	1	1
全体需要水量計	52	66	81	95	113	133
下水再生水の利用水量[3]	1	2	2	2	2	2
合計[1]+[2]-[3]	51	64	79	93	111	131

表 B. 3-25 Asir 州水需要の予測値

		m ³ /日				
Asir 州	2010	2015	2020	2025	2030	2035
都市用水量[1]	298	364	436	500	577	655
工業用水量[2]	10	12	13	14	16	17
全体需要水量計	308	376	449	514	593	672
下水再生水の利用水量[3]	13	15	17	19	22	23
合計[1]+[2]-[3]	295	361	432	495	571	649

表 B. 3-26 Jazan 州水需要の予測値

		1000m ³ /日				
Jazan 州	2010	2015	2020	2025	2030	2035
都市用水量[1]	207	241	290	333	382	442
工業用水量[2]	3	3	3	3	4	4
全体需要水量計	210	244	293	336	386	446
下水再生水の利用水量[3]	7	6	7	7	8	9
合計[1]+[2]-[3]	203	238	286	329	378	437

表 B. 3-27 Najran 州水需要の予測値

		1000m ³ /日				
Najran 州	2010	2015	2020	2025	2030	2035
都市用水量[1]	85	115	135	150	166	184
工業用水量[2]	1	1	1	1	1	1
全体需要水量計	86	116	136	151	167	185
下水再生水の利用水量[3]	1	1	1	1	1	1
合計[1]+[2]-[3]	85	115	135	150	166	184

基本条件に基づく需要予測値を(「Option-1」とする)ガバナレート別に図 B. 3-2～図 B. 3-6 に示す。工業用水は既存の工場が属するガバナレートと MOWE の州事務所が工場誘致を想定している当該のガバナレートに水量を配分した。

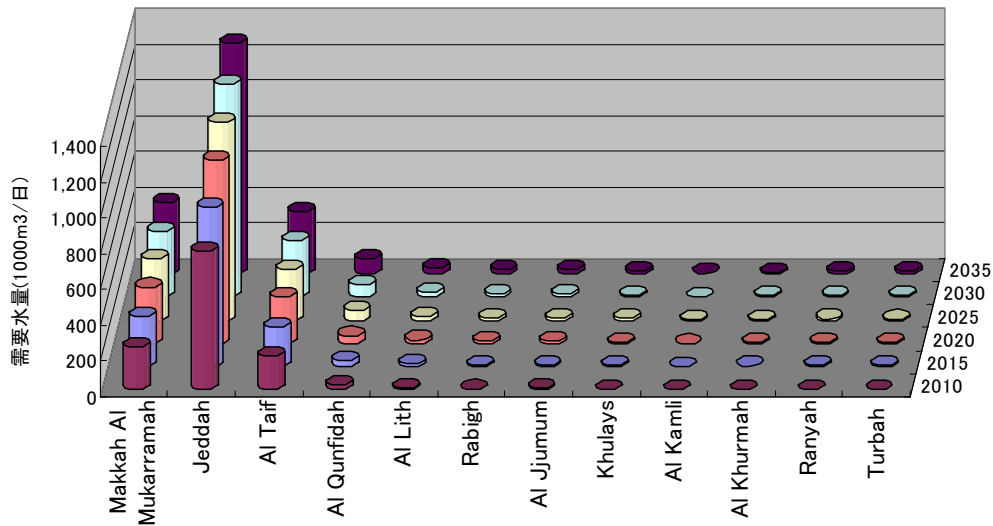


図 B.3-2 Makkah 州ガバナレート別将来需要水量 (Option-1)

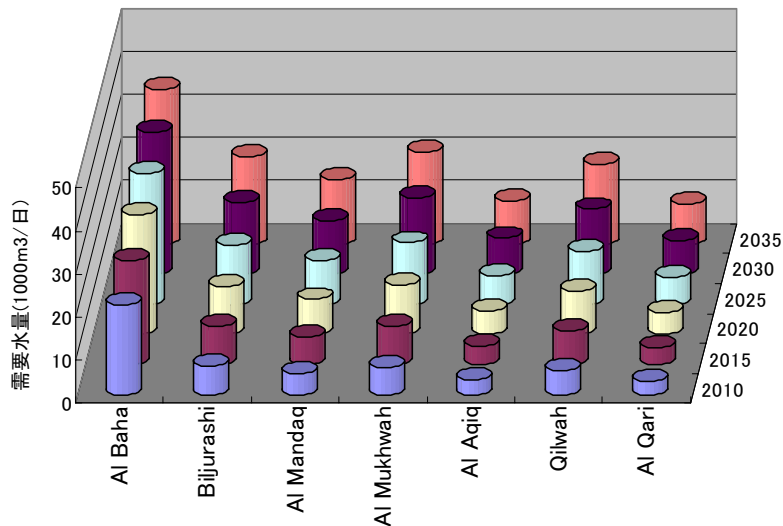


図 B.3-3 Al Baha 州ガバナレート別将来需要水量 (Option-1)

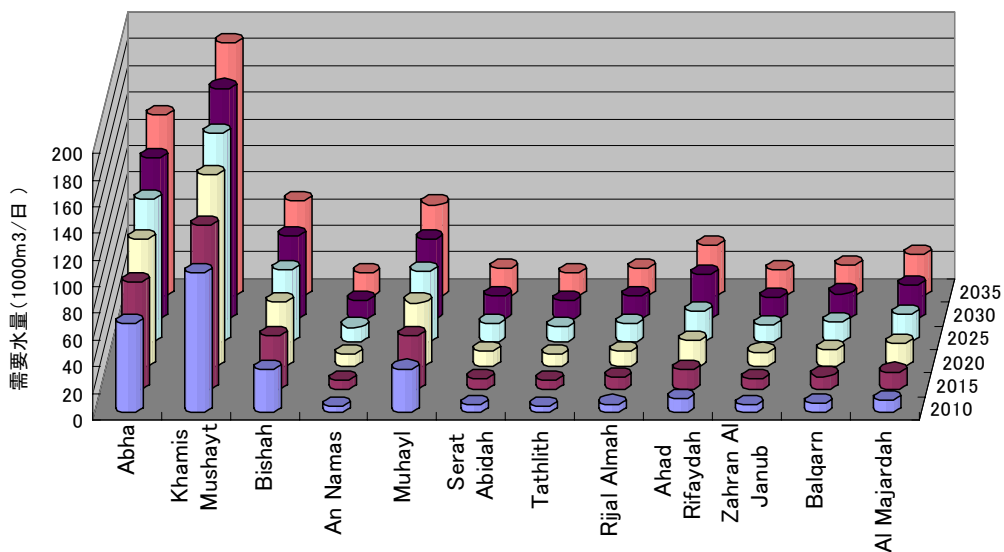


図 B.3-4 Asir 州ガバナレート別将来需要水量 (Option-1)

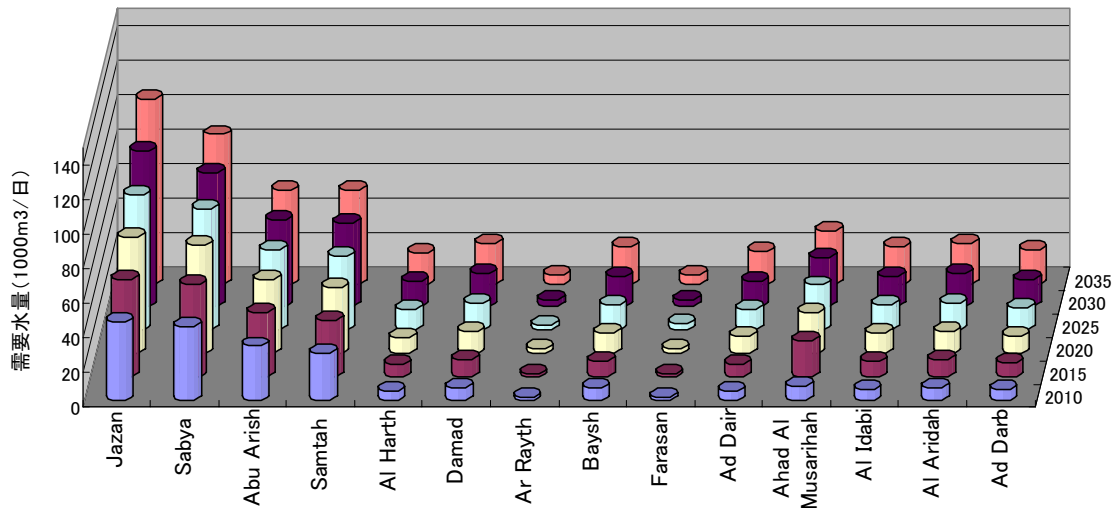


図 B. 3-5 Jazan 州ガバナレート別将来需要水量 (Option-1)

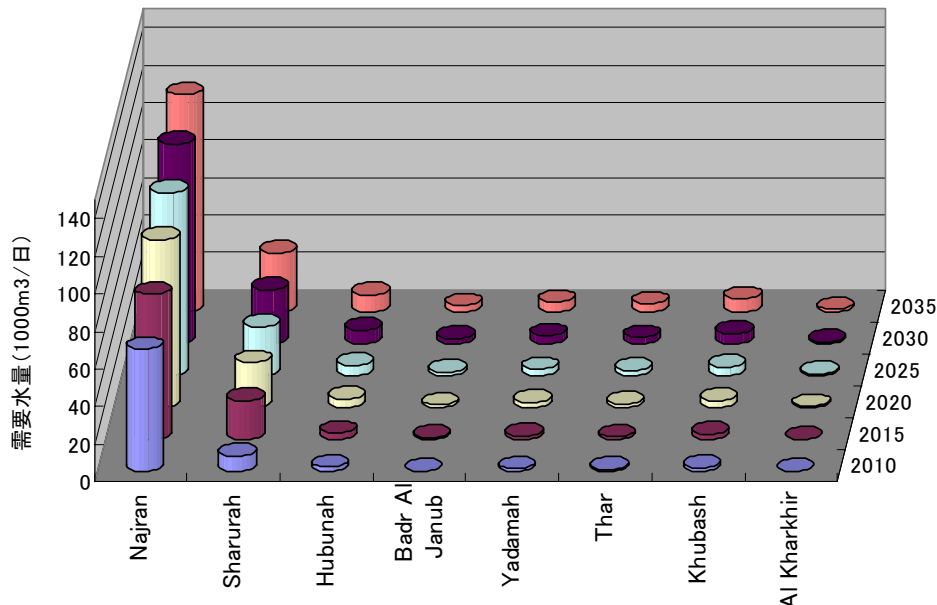


図 B. 3-6 Najran 州ガバナレート別将来需要水量 (Option-1)

3.1.7 都市用水の需要に関する感度分析

(1) オプションの設定

本調査では、水需要管理によって需要水量が変動することや、水道普及率の現実性を踏まえ、表 B. 3-5 に示した基本条件値に下記の 4 つのオプションを加え、水需要を予測した。

- Option-1** : 本調査の基本条件に用いた需要予測 (施設整備計画の策定に採用)
- Option-2** : Option-1 の人口密集都市以外の水道普及率を遅らせた需要予測
現実の整備目標が人口密集都市以外では計画通り進まない場合を想定して、都市、地方コミュニティでは、現状の低い水道普及率に見合った段階的な整備がなされる場合のオプションである。
- Option-3** : Option-1 で給水原単位が 10%低減した需要予測
給水原単位の削減は節水啓発や料金改定に伴い一人あたりの使用水量が低減されることによって達成されるオプションである。
- Option-4** : Option-1 で漏水率が 20%から 15%に改善した需要予測
建設年度が古い順から計画的に管路の更新を進めることによって、漏水率の改善(20 から 15%)を図った場合のオプションである。

Option-5 : 給水原単位を15%と低減させ、漏水率を20%から15%に改善した需要予測
節水啓発や料金改定に伴い一人あたりの使用水量が低減し、かつ管路の計画的な更新によって漏水量を削減する場合のオプションである。

上記のオプションの設定条件を以下にまとめて示す。なお、上記のオプション以外に表中には、「オプション0」を示した。これは、「サ」国政府が供給能力の目標値として示している諸条件を整理したものである。本調査では、下水の再利用を図っていく方針としていること、整備率については現況の整備率を考慮すると地方都市等ではこの目標の達成は困難と判断して、感度分析の検討オプションからは除外した。

表 B. 3-28 感度分析のためのオプション基本条件一覧

項目	Option-0 (MOWE)	Option-1 (基本条件)	Option-2	Option-3	Option-4	Option-5
給水単原単位(L/人・日)						
• 人口密集都市	250	250	250	225	237	212
• 都市	200	200	200	180	190	170
• 地方コミュニティ	150	150	150	135	142	127
漏水率	20%	20%	20%	20%	15%	15%
下水処理水の利用率						
• 都市用水	0%	5%	5%	5%	5%	5%
• 工業用水	0%	30%	30%	30%	30%	30%
水道普及率						
人口密集都市	2006年	100%	85%	85%	85%	85%
	2010年	100%	90%	90%	90%	90%
	2015年	100%	95%	95%	95%	95%
	2020年	100%	100%	100%	100%	100%
	2025年	100%	100%			
	2030年	100%	100%			
2035年	100%	100%				
都市	2006年	100%	45%	45%	45%	45%
	2010年	100%	50%	50%	50%	50%
	2015年	100%	60%	55%	60%	60%
	2020年	100%	70%	60%	70%	70%
	2025年	100%	80%	65%	80%	80%
	2030年	100%	90%	70%	90%	90%
地方 コミュニティ	2006年	100%	35%	35%	35%	35%
	2010年	100%	40%	40%	40%	40%
	2015年	100%	52%	42%	52%	52%
	2020年	100%	64%	44%	64%	64%
	2025年	100%	76%	46%	76%	76%
	2030年	100%	88%	48%	88%	88%
2035年	100%	100%	50%	100%	100%	

注：灰色の網掛けは施設整備で採用した。

出典：JICA 調査団

上記のオプション設定に基づく、需要予測結果を以下に示す。

表 B. 3-29 Makkah 州都市用水需要の感度分析結果

Makkah 州	2006	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Option-1							
生活・業務・商業用水量[1]	1,109	1,315	1,545	1,799	1,970	2,158	2,363
工業用水量[2]	147	146	160	175	189	203	218
全体需要水量計	1,256	1,461	1,705	1,974	2,159	2,361	2,581
下水再生水の利用水量[3]	163	184	210	242	261	282	304
合計[1]+[2]-[3]	1,093	1,277	1,494	1,733	1,898	2,080	2,278
Option-2							

1000m³/日

Makkah 州	2006	2010	2015	2020	2025	2030	2035
生活・業務・商業用水量[1]	1109	1,315	1,532	1,774	1,929	2,099	2,283
工業用水量[2]	147	146	160	175	189	203	218
全体需要水量計	1,256	1,461	1,692	1,949	2,118	2,302	2,501
下水再生水の利用水量[3]	163	184	210	242	261	282	304
合計[1]+[2]-[3]	1,093	1,277	1,482	1,707	1,856	2,020	2,197
Option-3							
生活・業務・商業用水量[1]	1,077	1,183	1,390	1,619	1,773	1,942	2,127
工業用水量[2]	147	146	160	175	189	203	218
全体需要水量計	1,224	1,329	1,550	1,794	1,962	2,145	2,345
下水再生水の利用水量[3]	144	170	194	223	241	259	280
合計[1]+[2]-[3]	1,080	1,160	1,356	1,572	1,721	1,886	2,065
Option-4							
生活・業務・商業用水量[1]	1,137	1,249	1,467	1,709	1,872	2,050	2,245
工業用水量[2]	147	146	160	175	189	203	218
全体需要水量計	1,284	1,395	1,627	1,884	2,061	2,253	2,463
下水再生水の利用水量[3]	150	177	202	232	251	271	292
合計[1]+[2]-[3]	1,134	1,218	1,425	1,652	1,810	1,983	2,171
Option-5							
生活・業務・商業用水量[1]	1,018	1,118	1,313	1,529	1,675	1,834	2,009
工業用水量[2]	147	146	160	175	189	203	218
全体需要水量計	1,165	1,264	1,473	1,704	1,864	2,037	2,227
下水再生水の利用水量[3]	138	163	186	213	230	248	268
合計[1]+[2]-[3]	1,027	1,101	1,287	1,491	1,633	1,789	1,959

出典：JICA 調査団

表 B. 3-30 Al Baha 州都市用水需要の感度分析結果

1000m³/日

Al Baha 州	2006	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Option-1							
生活・業務・商業用水量[1]	39	51	65	80	94	112	132
工業用水量[2]	1	1	1	1	1	1	1
全体需要水量計	40	52	66	81	95	113	133
下水再生水の利用水量[3]	1	1	2	2	2	2	2
合計[1]+[2]-[3]	39	51	64	79	94	111	131
Option-2							
生活・業務・商業用水量[1]	39	51	61	72	82	94	107
工業用水量[2]	1	1	1	1	1	1	1
全体需要水量計	40	52	62	73	83	95	108
下水再生水の利用水量[3]	1	1	2	2	2	2	2
合計[1]+[2]-[3]	39	51	60	71	81	93	106
Option-3							
生活・業務・商業用水量[1]	35	46	58	72	85	101	119
工業用水量[2]	1	1	1	1	1	1	1
全体需要水量計	36	47	59	73	86	102	120
下水再生水の利用水量[3]	1	1	1	2	2	2	2
合計[1]+[2]-[3]	35	46	58	71	84	100	118
Option-4							
生活・業務・商業用水量[1]	37	48	61	76	90	107	125
工業用水量[2]	1	1	1	1	1	1	1
全体需要水量計	38	49	62	77	91	108	126
下水再生水の利用水量[3]	1	1	1	2	2	2	2
合計[1]+[2]-[3]	37	48	61	75	89	106	124
Option-5							
生活・業務・商業用水量[1]	32	43	55	68	80	95	112
工業用水量[2]	1	1	1	1	1	1	1

1000m³/日

Al Baha 州	2006	2010	2015	2020	2025	2030	2035
全体需要水量計	33	44	56	69	81	96	113
下水再生水の利用水量[3]	1	1	1	1	2	2	2
合計[1]+[2]-[3]	32	43	55	68	79	94	111

出典：JICA 調査団

表 B. 3-31 Asir 州都市用水需要の感度分析結果

1000m³/日

Asir 州	2006	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Option-1							
生活・業務・商業用水量[1]	239	298	364	436	500	577	655
工業用水量[2]	8	10	12	13	14	16	17
全体需要水量計	247	308	376	449	514	593	672
下水再生水の利用水量[3]	11	13	15	17	19	22	23
合計[1]+[2]-[3]	236	295	361	432	495	571	649
Option-2							
生活・業務・商業用水量[1]	239	298	353	412	460	523	581
工業用水量[2]	8	10	12	13	14	16	17
全体需要水量計	247	308	365	425	474	539	598
下水再生水の利用水量[3]	11	13	15	17	19	22	23
合計[1]+[2]-[3]	236	295	349	407	455	517	575
Option-3							
生活・業務・商業用水量[1]	217	269	328	393	450	519	589
工業用水量[2]	8	10	12	13	14	16	17
全体需要水量計	225	279	340	406	464	535	606
下水再生水の利用水量[3]	10	12	14	16	17	20	22
合計[1]+[2]-[3]	215	267	325	390	447	515	585
Option-4							
生活・業務・商業用水量[1]	229	284	346	415	475	548	622
工業用水量[2]	8	10	12	13	14	16	17
全体需要水量計	237	294	358	428	489	564	639
下水再生水の利用水量[3]	11	13	15	17	18	21	22
合計[1]+[2]-[3]	226	281	343	411	471	543	617
Option-5							
生活・業務・商業用水量[1]	206	254	309	371	425	490	556
工業用水量[2]	8	10	12	13	14	16	17
全体需要水量計	214	264	321	384	439	506	573
下水再生水の利用水量[3]	9	12	14	15	17	19	21
合計[1]+[2]-[3]	205	252	308	369	423	487	553

出典：JICA 調査団

表 B. 3-32 Jazan 州都市用水需要の感度分析結果

1000m³/日

Jazan 州	2006	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Option-1							
生活・業務・商業用水量[1]	184	207	241	290	333	382	442
工業用水量[2]	3	3	3	3	3	4	4
全体需要水量計	187	210	244	293	336	386	446
下水再生水の利用水量[3]	6	7	6	7	7	8	9
合計[1]+[2]-[3]	181	203	238	286	329	379	436
Option-2							
生活・業務・商業用水量[1]	184	207	233	272	304	340	389
工業用水量[2]	3	3	3	3	3	4	4
全体需要水量計	187	210	236	275	307	344	393
下水再生水の利用水量[3]	6	7	8	9	10	11	13
合計[1]+[2]-[3]	181	203	227	266	297	333	380
Option-3							

1000m³/日

Jazan 州	2006	2010	2015	2020	2025	2030	2035
生活・業務・商業用水量[1]	167	187	217	261	300	344	397
工業用水量[2]	3	3	3	3	3	4	4
全体需要水量計	170	190	220	264	303	348	401
下水再生水の利用水量[3]	6	7	8	9	10	11	13
合計[1]+[2]-[3]	164	183	212	255	293	337	389
Option-4							
生活・業務・商業用水量[1]	175	197	229	275	317	363	420
工業用水量[2]	3	3	3	3	3	4	4
全体需要水量計	178	200	232	278	320	367	424
下水再生水の利用水量[3]	6	7	8	9	9	10	12
合計[1]+[2]-[3]	172	193	224	270	310	357	411
Option-5							
生活・業務・商業用水量[1]	156	176	205	246	283	325	375
工業用水量[2]	3	3	3	3	3	4	4
全体需要水量計	159	179	208	249	286	329	379
下水再生水の利用水量[3]	6	7	8	9	9	10	12
合計[1]+[2]-[3]	153	173	200	241	277	319	367

出典：JICA 調査団

表 B. 3-33 Najran 州都市用水需要の感度分析結果

1000m³/日

Najran 州	2006	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Option-1							
生活・業務・商業用水量[1]	54	85	115	135	150	166	184
工業用水量[2]	1	1	1	1	1	1	1
全体需要水量計	55	86	116	136	151	167	185
下水再生水の利用水量[3]	1	1	1	1	1	1	1
合計[1]+[2]-[3]	54	85	115	135	150	166	184
Option-2							
生活・業務・商業用水量[1]	54	85	113	131	144	158	173
工業用水量[2]	1	1	1	1	1	1	1
全体需要水量計	55	86	114	132	145	159	174
下水再生水の利用水量[3]	1	4	5	6	6	7	8
合計[1]+[2]-[3]	54	82	109	126	138	152	167
Option-3							
生活・業務・商業用水量[1]	51	77	103	121	135	149	166
工業用水量[2]	1	1	1	1	1	1	1
全体需要水量計	52	78	104	122	136	150	167
下水再生水の利用水量[3]	1	3	5	5	6	6	7
合計[1]+[2]-[3]	51	74	100	117	130	144	160
Option-4							
生活・業務・商業用水量[1]	52	81	109	128	142	158	175
工業用水量[2]	1	1	1	1	1	1	1
全体需要水量計	53	82	110	129	143	159	176
下水再生水の利用水量[3]	1	3	5	6	6	7	7
合計[1]+[2]-[3]	52	78	105	123	137	152	169
Option-5							
生活・業務・商業用水量[1]	45	72	98	114	127	141	157
工業用水量[2]	1	1	1	1	1	1	1
全体需要水量計	46	73	99	115	128	142	158
下水再生水の利用水量[3]	1	3	5	5	6	6	6
合計[1]+[2]-[3]	45	70	94	110	123	136	151

出典：JICA 調査団

また、表 B. 3-29～表 B. 3-33 に示した 5 つのオプションの水需要の予測結果を図 B. 3-7～図 B. 3-11 に示す。

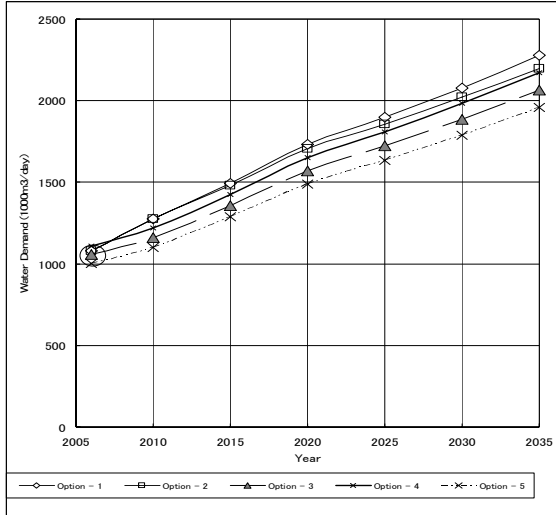


図 B. 3-7 Makkah 州将来需要水量の推移

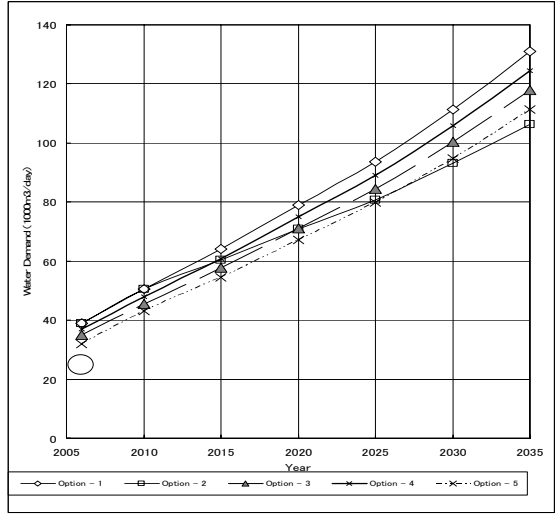


図 B. 3-8 Al Baha 州将来需要水量の推移

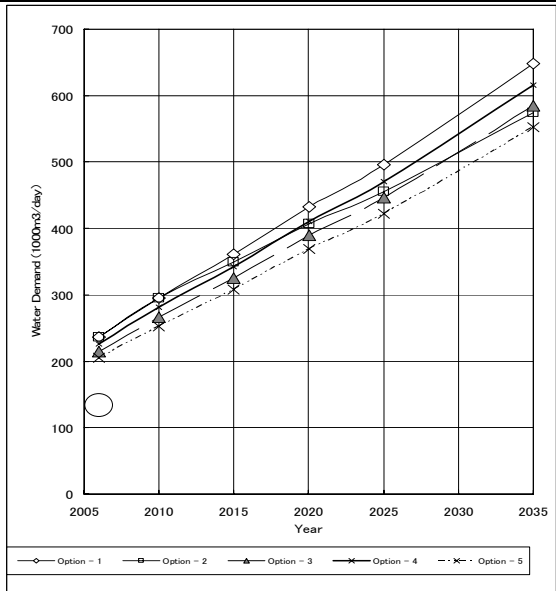


図 B. 3-9 Asir 州将来需要水量の推移

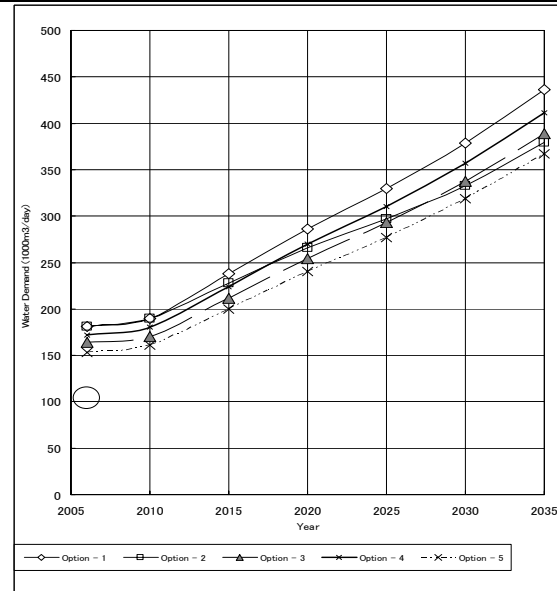


図 B. 3-10 Jazan 州将来需要水量の推移

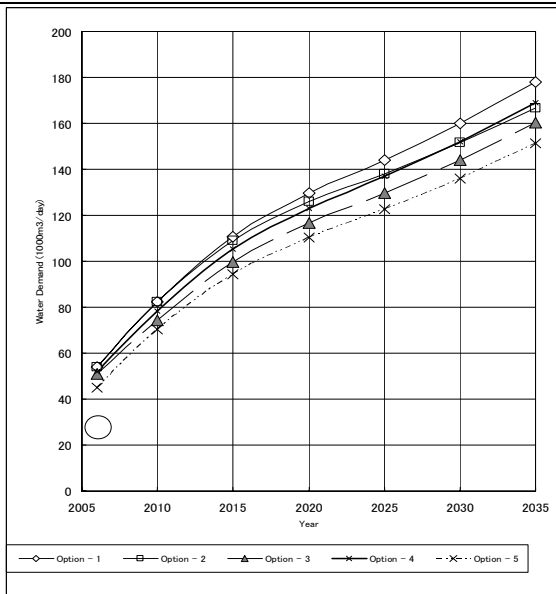
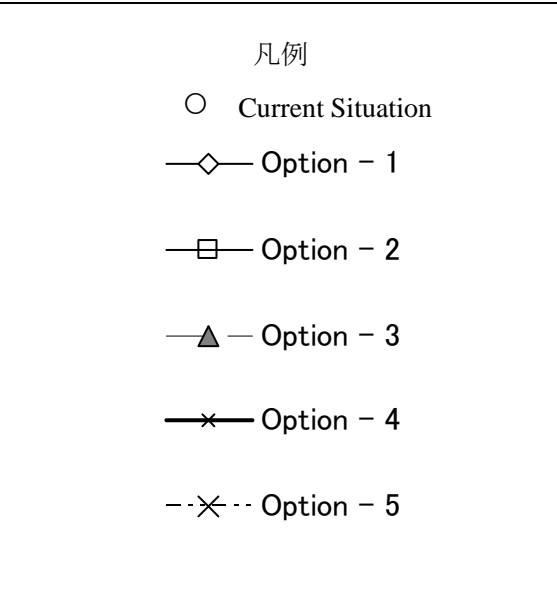


図 B. 3-11 Najran 州将来需要水量の推移



(2) 感度分析結果の考察

感度分析の結果から、2020年と2035年における需要量を州別に整理すると、以下の通りとなる。

表 B.3-34 オプション別、州別の需要水量(2020年、2035年) (1000m³/日、Ratio:%)

Option	Makkah		Al Baha		Asir		Jazan		Najran	
	2020	2035	2020	2035	2020	2035	2020	2035	2020	2035
1	1,733	2,278	79	131	432	648	286	436	130	178
Standard Index (%)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
2	1,707	2,197	71	106	407	575	266	380	126	167
Ratio 2/1 (%)	(98.5)	(96.4)	(89.9)	(80.9)	(94.2)	(88.7)	(93.0)	(87.2)	(93.3)	(90.8)
3	1,572	2,065	71	118	390	585	255	389	117	160
Ratio 3/1 (%)	(90.7)	(90.6)	(90.0)	(90.0)	(90.3)	(90.3)	(89.2)	(89.2)	(90.0)	(89.9)
4	1,652	2,171	75	124	411	616	270	411	123	169
Ratio 4/1 (%)	(95.3)	(95.3)	(94.9)	(94.7)	(95.1)	(95.1)	(94.4)	(94.3)	(94.6)	(94.9)
5	1,491	1,959	68	111	369	553	241	367	110	151
Ratio 5/1 (%)	(86.0)	(86.0)	(84.8)	(84.7)	(85.4)	(85.3)	(84.3)	(84.2)	(84.6)	(84.8)

1) オプション2と1との比較(水道普及率の差)

- Makkah州では、人口密集都市、都市がほとんどであり、水道普及率の差はあまりなく、2035年時点で4%程度の減少である。
- Al Baha州では、普及率の差は大きく、2020年時点で15%程度、2035年時点で21%程度の需要量の減少となる。
- Asir州、Jazan州、Najran州では、ほぼ同傾向となり、2020年時点では、6~7%程度、2035年時点では、10%から12%程度の減少となる。

2) オプション3と1との比較(給水原単位10%の差)

- 全州とも、10%程度の減少となっている。

3) オプション4と1との比較(漏水率の差)

- 全州、5%程度の減少となる。

4) オプション5と1との比較(給水原単位の15%減少と漏水率の差)

- 目標年による差はなく、各州とも15%の減少となる。

水道普及率(オプション2)は、都市規模が小さいほどオプション1との差が大きくなることから、人口密集都市の占める割合の大きいMakkah州では需要量の差が小さく、小さい都市が多く占めるAl Baha州を含む他の4州では、需要量の差が大きい結果となっている。

上記の分析を通して、最も需要の減少率が大きいのは、オプション5であり、オプション1に対して15%の減少を示している。節水啓発による給水原単位の減少、配水管の付け替え等による漏水率の改善は、大きな需要の減少効果がある。

参考として、現行の州別の給水原単位(表B.1-43、参照)による検討結果(これをオプション6とする)は、以下の通りである。Makkah州を除く、4州では、大きな需要水量の減少となっている。オプション1は現状とは離れた水道普及率を目標として設定していることから、現状に近いオプション2やオプション6との差が生じている。実際の施設整備については、給水原単位や水道普及率を見極めながら進めていく必要がある。

表 B. 3-35 オプション 1 と 6 の州別の需要水量(2020 年, 2035 年) (1000m³/日, Ratio:%)

Option	Makkah		Al Baha		Asir		Jazan		Najran	
	2020	2035	2020	2035	2020	2035	2020	2035	2020	2035
1	1,733	2,278	83	135	432	648	286	436	130	178
Standard Index (%)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
6	1,676	2,111	41	52	232	302	193	251	56	71
Ratio6/1 (%)	(96.7)	(92.7)	(49.4)	(38.5)	(53.7)	(46.6)	(67.5)	(57.6)	(43.0)	(39.9)

以上の分析結果から、需要量を減少させるためには、給水原単位を小さく、漏水率を減少させる施策をとることが重要である。具体的な施策としては、節水啓発を行うとともに、建設年度が古い順に管路の計画的な布設替えを実施することによって、給水原単位の削減と漏水率を削減する。

3.2 農業用水

3.2.1 予測条件、基本フレームの設定

(1) 農業政策

「サ」国政府は農業振興のため農業部門にかかわる様々な奨励政策を実施してきた。その中で特に重要な政策は、農民と農業会社に未開墾地を無償で分配してきたことであり、この政策は現在も継続して行われている。また政府は 1962 年に設立した農業銀行を通じ長期ローンの貸付と補助金を農民に提供してきた。2005 年まで政府は農業機械と灌漑用ポンプの購入費用の 50%を負担し、農業器具と用品、国内産と輸入肥料費用購入費用の 45%を負担している。また種や苗等もきわめて低い価格で配布されている。さらに、各州に設置されている農業事務所、農業試験場を通じて農民に対して農業指導のサービスが提供されている。

しかし、2005 年に地下水の過剰揚水を防止する目的で今までの補助金政策が見直され、これまですべての農業器具/機械の購入、農業施設建設に対して交付されていた 50%の補助金は井戸掘削、ポンプ、家屋、労務者用宿舎、トラック(保冷庫付トラックは除く)が対象から外され、且つその補助金は 25%に抑えられた。見直しの最大の理由は、地下水の過剰揚水を防止し、水資源を保全することである。節水灌漑システム、農業機械等の購入は従来どおり補助金対象となっていたものの 25%に引き下げられた。例えば、井戸掘削とポンプ購入の場合、補助金は 0 で 100%返済、井戸と節水灌漑施設の場合、井戸掘削は補助金 0、節水灌漑施設は 25%が補助される。但し、金利負担はない。

(2) 農業用水の需要に関する戦略

農業に対する優遇政策(補助金)により再生可能な水資源が過剰に利用され、水資源の供給と需要バランスがくずれ、井戸水の枯渇、地下水位の低下、井戸水の塩水化などの諸問題が顕在化するようになった。農業用水に関する需要戦略は、「サ」国の将来開発計画とは新規に水資源を開発して農地面積を増やすことではなく、再生可能な水資源の枯渇を防ぐため、過剰に灌漑されている農地面積を如何にして減らすかということになる。このために、農業省(MOA)の Decision No. 335 (Rules and Procedure for the Rationalization of Water Consumption and regulate its use in Agriculture Purpose in all cities and villages within Kingdom of Saudi Arabia)により、

- 井戸及びポンプへの補助金停止、
- 土地配分政策の停止、
- 農産物関税の撤廃、
- 飼料作物の輸入促進、
- サイロ・製粉公団(GSMO)を通じた小麦・大麦の奨励価格での買い取り停止、

等、が実施されている。従って、将来計画とは上記の政策が実施された場合の農地面積はいくらか、ということに言い換えられる。

(3) 農業用水の需要に関する予測条件

MOA では 2000-2004 年に 2020 年までの将来作付け計画を策定したが、2007 年の農業統計資料と比較すると、南西地域では実際の作付面積との乖離が見られる。したがって、需要予測では精度を上げるため MOA の将来計画と農業統計データの双方を考慮して下記の 3 ケースを検討する。

- Case-1: MOA が 2000-2004 年に策定した 2020 年までの将来計画を 2007 年の農業統計資料で補正したケース。
- Case-2: 近年 6 ヶ年(2002-2007)の農業統計資料を用いて推定したケース。
- Case-3: 作付面積の変動が落ち着いた 2007 年の作付面積が今後も継続するケース。

3.2.2 水需要予測のための基本フレーム

計画目標年(2035年)における水需要の予測は、2035年までにどれくらい農地面積が減少するかであり、政府の州別農業施策の実施状況を見極めて予測する必要がある。ここでは上記政策を考慮した 3 ケースについて州単位の農業用水の需要量を算定する。尚、現況の水需要量については B.1-39 及びサポーティング・レポート参照。

(1) Case-1

MOA は 2002-2004 年において King Abdulla Institute for Research に委託し、下記に示すように、2005-2020 年までの農業開発計画を策定した。これは 1999 年をベースに政策を反映させた MOA の最新の農業開発計画である。図 B.3-12 に示すように水資源保全の観点から「サ」国全体では灌漑面積は 2007 年の 1.1 百万 ha から 2020 年には 68 万 ha に減少させるとしている。また、「サ」国全体で作付面積は減少させるものの比較的水資源に恵まれている南西地域は 1999 年の 241 千 ha から 2020 年には 284 千 ha に増加させる計画としている。

- 穀類、飼料作物は国全体で減少させる計画であるが、南西地域では飼料作物は 5 州すべてにおいて減少させるものの、穀類は Asir 州、Jazan の 2 州については増加させる。
- 果樹は国全体で減少させる計画であるが、南西地域では Jazan を除く 4 州について増加させる。
- 野菜は国全体で増加させる計画であり、南西地域でも 5 州すべてにおいて増加させる。

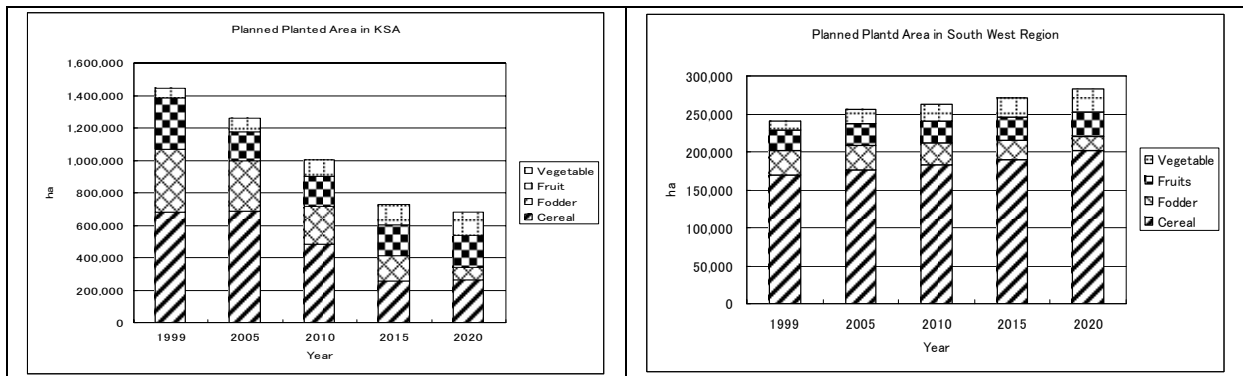


図 B.3-12 MOA による将来作物別作付計画 (国全体と南西地域)

しかし計画策定後、さらなる水資源枯渇の懸念、補助金の見直し、Decision335 の公布等により作付け計画に変化が生じている。MOA が策定した作物別作付面積を最近年 2007 年の農業統計資料と比較すると南西地域においては、MOA の計画面積の方が約 6.6 万 ha 多い。したがって MOA の計画は修正する必要がある。具体的には最近年である 2007 年の MOA の予測値と農業統計資料値の差を算定して MOA の予測値から一律に差し引き、さらに MOA の予測値は 2020 年までなので 2020 年までの変動傾向を 2035 年まで引き伸ばしたものを Case-1 として設定する。

(2) Case-2

MOA では設立された 1948 年から農産物の自給を目指し様々な農業政策が実施され、これまで無償

で農地を配分したり、農業銀行を通じて灌漑施設建設に補助金を出したりしてきた。さらにはサイロ公団を通じて小麦・大麦の奨励価格での買い取りなどの優遇策をとった結果、1995年には小麦の自給率100%を達成し、1992年には生産高は4.2百万トンに達し、「サ」国は小麦の輸出国となった。この結果、水資源の枯渇が問題化し、これまでに何度も補助金政策を見直したり、Decreeにより農業生産抑制政策をとったりしてきた。このことは農業統計資料に現れており図B.3-13に示されるように最近年では「サ」国全体および南西地域ともに減少している。

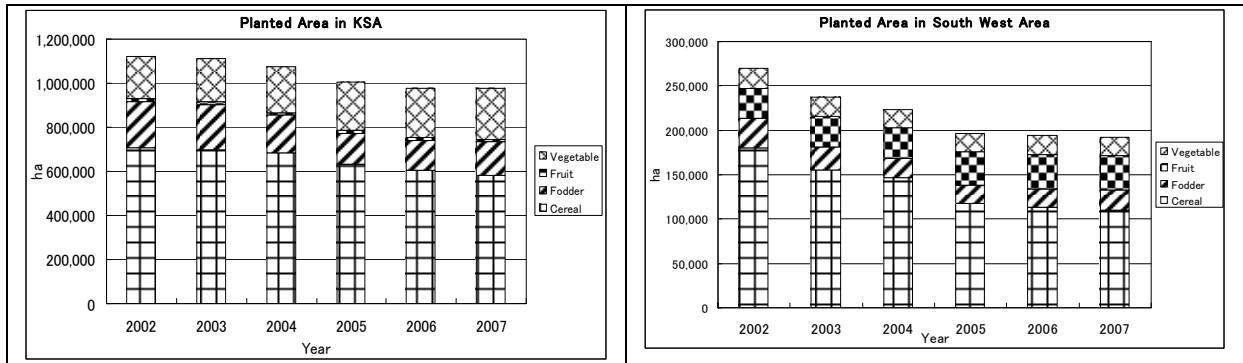


図 B.3-13 農業統計資料による 2002-2007 年の作付面積の推移 (国全体と南西地域)

この減少は近年下げ止りの傾向にあることが統計資料から窺がえることから、2002年から2007年の傾向を使って州別に各作物の回帰曲線を求め目標計画年の作付面積を推定するケースとしてCase-2を設定する。

(3) Case-3

Case-2で述べたように農業統計資料によれば、作付面積の減少傾向はほぼ一定のラインである2007年の値に収束しつつあるように見受けられる。背景には農業政策の見直しもあるが大きな要因としては現実的に水資源の枯渇により農業活動が制限され灌漑面積が減少し水資源量に見合った作付面積に近づいていることが窺える。したがって2007年の作付面積が目標計画年である2035年においても継続するとしたケースとしてCase-3を設定する。

3.2.3 計画目標年の需要水量

(1) 計画目標年における南西地域全体および州別作付面積

上記のケースについてケース別、州別に作付面積を算定した結果を図B.3-14、表B.3-36に示す。

なお、農業用水需要量は作物の組み合わせによって大きく異なる。各ケースの作物別面積はCase-1ではMOAが策定したもの、Case-2では近年6ヵ年(2002-2007)の作物別に回帰曲線により推定したもの、Case-3では2007年の農業統計の値そのものをそれぞれ使用する。

表 B. 3-36(1) ケース別、州別、作物別、作付面積および需要量の内訳(2010-2035)

州/作物	2010						2015					
	Case-1		Case-2		Case-3		Case-1		Case-2		Case-3	
	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM
マッカ	42,657	756.2	39,167	682.7	42,077	750.5	44,964	757.7	39,173	681.7	42,077	750.5
穀類	7,350	90.2	6,631	81.4	8,386	103.0	7,641	93.8	5,869	72.1	8,386	103.0
飼料作物	5,895	197.4	4,386	146.9	5,761	192.9	5,024	168.3	3,784	126.7	5,761	192.9
果樹	15,631	366.6	15,329	359.6	15,447	362.3	15,989	375.1	16,478	386.5	15,447	362.3
野菜	13,782	101.9	12,821	94.8	12,483	92.3	16,309	120.6	13,042	96.4	12,483	92.3
アルバハ	4,468	54.0	5,150	62.1	4,450	53.9	4,577	55.2	6,003	73.1	4,450	53.9
穀類	499	3.3	611	4.0	532	3.5	499	3.3	629	4.2	532	3.5
飼料作物	122	2.5	135	2.7	185	3.8	95	1.9	133	2.7	185	3.8
果樹	3,572	47.1	4,104	54.1	3,457	45.5	3,708	48.9	4,936	65.0	3,457	45.5
野菜	275	1.1	300	1.2	276	1.1	275	1.1	306	1.3	276	1.1
アシール	21,757	275.2	21,558	262.1	21,054	268.4	24,407	299.3	21,426	255.6	21,054	268.4
穀類	8,177	69.7	7,861	67.1	7,744	66.1	10,302	87.9	8,091	69.0	7,744	66.1
飼料作物	2,001	48.2	1,476	35.6	2,001	48.2	2,001	48.2	1,334	32.1	2,001	48.2
果樹	8,730	142.0	8,625	140.3	8,579	139.5	9,024	146.8	8,272	134.5	8,579	139.5
野菜	2,849	15.2	3,596	19.2	2,730	14.6	3,080	16.4	3,730	19.9	2,730	14.6
ジザン	116,581	1,503.0	100,457	1,312.4	113,558	1,501.9	119,842	1,499.7	88,820	1,170.8	113,558	1,501.9
穀類	96,784	1,076.8	82,173	914.2	92,204	1,025.8	101,880	1,133.5	71,336	793.6	92,204	1,025.8
飼料作物	10,392	288.6	9,540	265.0	12,247	340.2	8,124	225.6	8,530	236.9	12,247	340.2
果樹	5,489	109.9	5,516	110.4	5,525	110.6	5,489	109.9	5,944	119.0	5,525	110.6
野菜	3,916	27.7	3,228	22.8	3,582	25.3	4,349	30.8	3,009	21.3	3,582	25.3
ナジラン	11,692	216.8	11,652	225.8	11,430	216.5	12,122	211.9	11,476	223.5	11,430	216.5
穀類	908	10.0	817	9.0	908	10.0	908	10.0	798	8.8	908	10.0
飼料作物	2,127	60.9	2,232	63.9	2,287	65.5	1,409	40.4	2,092	59.9	2,287	65.5
果樹	6,464	131.1	7,004	142.1	6,311	128.0	7,042	142.8	7,158	145.2	6,311	128.0
野菜	2,193	14.8	1,599	10.8	1,924	13.0	2,762	18.6	1,428	9.6	1,924	13.0
合計	197,154	2,805.1	177,984	2,545.0	192,569	2,791.3	205,912	2,823.8	166,898	2,404.8	192,569	2,791.3

表 B. 3-36(2) ケース別、州別、作物別、作付面積および需要量の内訳(2010-2035)

州/作物	2020						2025					
	Case-1		Case-2		Case-3		Case-1		Case-2		Case-3	
	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM
マッカ	48,179	739.6	39,330	684.5	42,077	750.5	53,316	785.8	39,530	688.5	42,077	750.5
穀類	8,152	100.1	5,394	66.2	8,386	103.0	8,663	106.4	5,057	62.1	8,386	103.0
飼料作物	3,103	103.9	3,417	114.4	5,761	192.9	3,103	103.9	3,160	105.8	5,761	192.9
果樹	16,348	383.5	17,321	406.3	15,447	362.3	16,707	391.9	17,996	422.1	15,447	362.3
野菜	20,576	152.1	13,197	97.6	12,483	92.3	24,843	183.7	13,317	98.5	12,483	92.3
アルバハ	4,704	56.7	6,690	82.1	4,450	53.9	4,856	58.7	7,277	89.7	4,450	53.9
穀類	499	3.3	642	4.2	532	3.5	499	3.3	652	4.3	532	3.5
飼料作物	69	1.4	131	2.7	185	3.8	69	1.4	130	2.6	185	3.8
果樹	3,861	50.9	5,607	73.9	3,457	45.5	4,013	52.9	6,182	81.5	3,457	45.5
野菜	275	1.1	310	1.3	276	1.1	275	1.1	313	1.3	276	1.1
アシール	25,880	313.4	21,359	251.5	21,054	268.4	27,354	327.5	21,320	248.5	21,054	268.4
穀類	11,251	96.0	8,254	70.4	7,744	66.1	12,200	104.1	8,381	71.5	7,744	66.1
飼料作物	2,001	48.2	1,243	30.0	2,001	48.2	2,001	48.2	1,178	28.4	2,001	48.2
果樹	9,318	151.5	8,036	130.7	8,579	139.5	9,611	156.3	7,860	127.8	8,579	139.5
野菜	3,311	17.7	3,826	20.4	2,730	14.6	3,542	18.9	3,900	20.8	2,730	14.6
ジザン	126,920	1,503.9	81,715	1,084.6	113,558	1,501.9	135,863	1,559.9	76,748	1,024.5	113,558	1,501.9
穀類	112,518	1,251.8	64,693	719.7	92,204	1,025.8	123,155	1,370.2	60,031	667.9	92,204	1,025.8
飼料作物	3,827	106.3	7,895	219.3	12,247	340.2	1,394	38.7	7,442	206.7	12,247	340.2
果樹	5,489	109.9	6,260	125.3	5,525	110.6	5,489	109.9	6,512	130.3	5,525	110.6
野菜	5,086	36.0	2,867	20.3	3,582	25.3	5,823	41.2	2,763	19.5	3,582	25.3
ナジラン	12,523	204.6	11,372	222.2	11,430	216.5	13,876	224.6	11,303	221.4	11,430	216.5
穀類	908	10.0	785	8.7	908	10.0	908	10.0	775	8.6	908	10.0
飼料作物	458	13.1	2,001	57.3	2,287	65.5	458	13.1	1,933	55.4	2,287	65.5
果樹	7,845	159.1	7,266	147.4	6,311	128.0	8,649	175.4	7,350	149.1	6,311	128.0
野菜	3,312	22.4	1,321	8.9	1,924	13.0	3,861	26.1	1,244	8.4	1,924	13.0
合計	218,206	2,818.3	160,465	2,324.9	192,569	2,791.3	235,264	2,956.6	156,177	2,272.6	192,569	2,791.3

表 B. 3-36(3) ケース別、州別、作物別、作付面積および需要量の内訳(2010-2035)

州/作物	2030						2035					
	Case-1		Case-2		Case-3		Case-1		Case-2		Case-3	
	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM	ha	MCM
マッカ	58,453	832	39,742	693	42,077	751	63,589	878	39,954	697	42,077	751
穀類	9,174	113	4,800	59	8,386	103	9,686	119	4,593	56	8,386	103
飼料作物	3,103	104	2,967	99	5,761	193	3,103	104	2,813	94	5,761	193
果樹	17,065	400	18,561	435	15,447	362	17,424	409	19,050	447	15,447	362
野菜	29,110	215	13,415	99	12,483	92	33,377	247	13,498	100	12,483	92
アルバハ	5,009	61	7,795	96	4,450	54	5,161	63	8,264	103	4,450	54
穀類	499	3	660	4	532	4	499	3	667	4	532	4
飼料作物	69	1	129	3	185	4	69	1	128	3	185	4
果樹	4,166	55	6,691	88	3,457	46	4,319	57	7,151	94	3,457	46
野菜	275	1	316	1	276	1	275	1	318	1	276	1
アシール	28,828	342	21,295	246	21,054	268	30,302	356	21,281	244	21,054	268
穀類	13,149	112	8,485	72	7,744	66	14,098	120	8,574	73	7,744	66
飼料作物	2,001	48	1,128	27	2,001	48	2,001	48	1,088	26	2,001	48
果樹	9,905	161	7,720	126	8,579	140	10,199	166	7,605	124	8,579	140
野菜	3,772	20	3,962	21	2,730	15	4,003	21	4,014	21	2,730	15
ジザン	147,238	1,684	73,002	979	113,558	1,502	158,613	1,807	70,033	943	113,558	1,502
穀類	133,793	1,489	56,503	629	92,204	1,026	144,431	1,607	53,698	597	92,204	1,026
飼料作物	1,394	39	7,094	197	12,247	340	1,394	39	6,814	189	12,247	340
果樹	5,489	110	6,724	135	5,525	111	5,489	110	6,908	138	5,525	111
野菜	6,561	46	2,681	19	3,582	25	7,298	52	2,614	18	3,582	25
ナジラン	15,228	245	11,252	221	11,430	217	16,581	265	11,213	220	11,430	217
穀類	908	10	767	8	908	10	908	10	761	8	908	10
飼料作物	458	13	1,881	54	2,287	65	458	13	1,837	53	2,287	65
果樹	9,452	192	7,419	150	6,311	128	10,255	208	7,477	152	6,311	128
野菜	4,410	30	1,185	8	1,924	13	4,959	33	1,138	8	1,924	13
合計	254,755	3,163	153,087	2,236	192,569	2,791	274,246	3,368	150,745	2,208	192,569	2,791

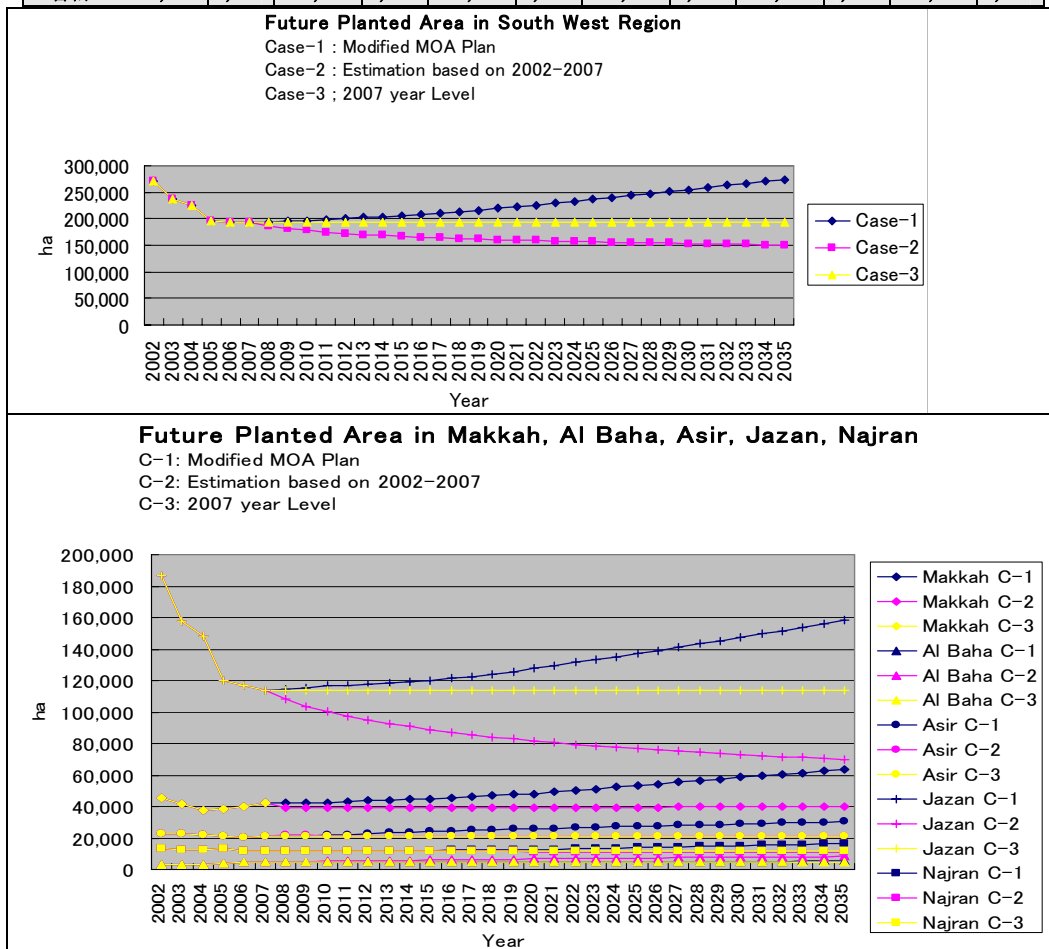


図 B. 3-14 ケース別、州別作付面積 (2010-2035)

(2) 州別、作物別純用水量

作物別純用水量(作物が圃場地点で要求する用水量:送水損失および灌漑損失は含まない)は $ET_o \times K_c$ に乗ずることにより求められ、各州における作物別純用水量は表 B. 3-37 に示すとおりである。作物にとって気象条件のよい Al Baha 州の各作物の純用水量は気象条件が厳しい Makkah 州の約 5~6 割である。また飼料作物は平均で穀類の約 2.7 倍の灌漑用水量を必要とする

表 B. 3-37 州別、作物別純用水量

(単位 : m³/ha)

作物/州	マッカ	アル バハ	アシール	ジザン	ナジラン	平均	備 考
穀類	6,753	3,637	4,691	6,119	6,077	5,455	小麦、ソルガム、メイズ
飼料作物	18,420	11,160	13,259	15,276	15,748	14,773	アルファルファ、ヴェルシウム、ソルガム
果樹	16,420	9,223	11,384	14,010	14,197	13,047	デイツ、柑橘類、ブドウ、イチジク
野菜	5,175	2,863	3,736	4,951	4,725	4,290	トマト、タマネギ、キュウリ、スイカ、オクラ

(3) 水源水量(農業用水需要量)

水源水量(水源から圃場までの送水損失および灌漑損失を含む)は(純用水量)÷(灌漑効率)により求められる。本地区の灌漑用水は井戸から揚水されパイプにより圃場まで導水されるケースが一般的である。灌漑効率は導水方法、末端の灌漑方法によって異なり MOA 作成のガイドラインでは灌漑方法が地表(畝間)灌漑の場合 55%、スプリンクラー灌漑の場合 70%、ドリップ灌漑の場合 85% と示されており本調査での水源水量はこれらの値を使って推定する。今後さらに精度をあげるためには灌漑方式毎に作物別作付面積を詳細に調査する必要があるが、現時点では現地踏査および聞き取りにより穀類と飼料作物はすべて地表灌漑と仮定して灌漑効率 55%、果樹と野菜は地表灌漑 50%、ドリップ灌漑 50%と仮定して灌漑効率 70% (55+85)/2)を採用して水源水量を算定する。

(4) ケース別の計画年における南西地域全体および州別農業用水需要量

上記のケースについてケース別、州別に算定した農業用水需要量を図 B. 3-15 に示す。

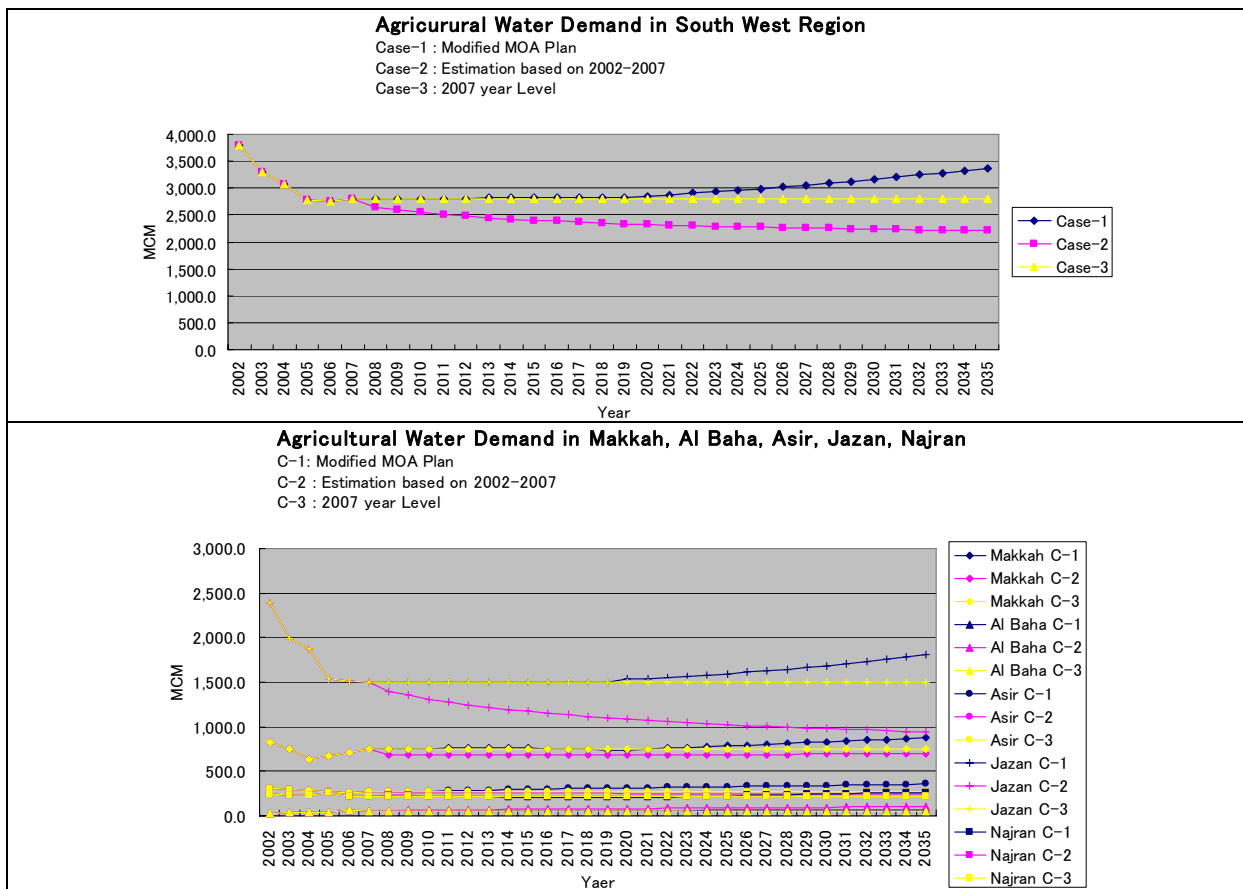


図 B. 3-15 ケース別、州別農業用水需要量

(5) ガバナレート単位の需要水量

農業データのガバナレート単位への変換

MOA の農業統計データは農業事務所支所(農業支所)単位であり、ガバナレート単位では整理されていない。従ってガバナレート単位の需要水量を求めるためには農業支所単位になっているデータをガバナレート単位に変換する。各州におけるガバナレートと農業支所との関係は表 B. 3-32 に示される。一つの農業支所が複数のガバナレートをカバーしている場合と一つのガバナレートの中に複数の農業支所がある場合に大別される。一つのガバナレートの中に複数の農業支所がある場合は、単純に該当する農業支所のデータを集計することになるが、1つの農業支所が複数のガバナレートを管轄している場合は、1つの農業支所のデータを該当するガバナレートに配分する必要がある。しかしながら、各農業支所の管理範囲が不明確であり地図上での配分が困難であるため、実用的に50万分の1の地形図および地方農業事務所での聞き取り情報を参考にして配分率を求め該当するガバナレートの需要水量を推定する。

表 B. 3-38 農業事務所支所とガバナレートとの関係

Region	Directorates	Branch	Governorate	Branch→Governorate
Makkah	Makkah	(1) Jiddah	(0) Makkah	(9) Makkah
		(2) Al Qunfudah	(1) Jiddah	(1) Jiddah
		(3) Khelees	(2) Altaif	(1) Al Taif+(3) Bani malek
		(4) Al Lith	(3) Alqunfidhah	(2) Al Qunfudah+(7) Al Arthayat
		(5) Al Kamel	(4) Allith	(4) Al Lith+(8) Athame
		(6) Rabigh	(5) Rabigh	(6) Rabigh
		(7) Al Arthayat	(6) Aljumum	None
		(8) Athame	(7) Khulays	(3) Khelees
		(9) Makkah	(8) Alkamil	(5) Al Kamel
	Taif	(1) Al Taif	(9) Alkhurmah	(5) Alkuma
		(2) Terba	(10) Ranyah	(4) Ranya+(6) Almlah
		(3) Bani malek	(11) Turubah	(2) Terba
		(4) Ranya		
		(5) Alkuma		
(6) Almlah				
Al Baha	Baha	(1) Al Baha	(0) Albaha	(1) Al Baha
		(2) Baljurashi	(1) Biljurashi	(2) Baljurashi+(6) Benybabayem
		(3) Al Mandaq	(2) Almandaq	(3) Al Mandaq
		(4) Al Aqiq	(3) Almkwah	(7) Al Mekhwat
		(5) Qilwah	(4) Alaqiq	(4) Al Aqiq
		(6) Benybabayem	(5) Qilwah	(5) Qilwah
		(7) Al Mekhwat	(6) Alqari	(8) Baydah
		(8) Baydah		
Asir	Abha	(1) Abha	(0) Abha	(1) Abha+(5)+(12)+(17)
		(2) Al Namas	(1) Khamis Mushayt	(3) Kamis Mushayt+(13)
		(3) Kamis Mushayt	(2) Bishah	(1) Bisha
		(4) Ri jal Almah	(3) Annamas	(2) Al Namas+(14)
		(5) Bl Alsamem Al Ahamar	(4) Muhayil	(7) Mahael
		(6) Gana Al Baher	(5) Sarat Abidah	(8) Serat Abeedah
		(7) Mahael	(6) Tathlith	(4) Tatlith
		(8) Serat Abeedah	(7) Ri jal Alma	(4) Ri jal Almah+(6)
		(9) Dahran Al Janub	(8) Ahad Rifaydah	(11) Tariieb+(15)+(16)
		(10) Al Majardha	(9) Zahran Aljanub	(9) Dahran Al Janub
		(11) Tariieb	(10) Balqarn	(2) Balqarn+(3) Al Basham
		(12) Al Mawin	(11) Almajardah	(10) Al Majardha
		(13) Beny nashble		
		(14) Beny Amare		
	(15) Al Mathah			
	(16) Al Anaine			
	(17) Fanuma			
Bisha	(1) Bisha			
	(2) Balqarn			
	(3) Al Basham			
	(4) Tatlith			
Jazan	Jazan	(1) Jizan	(0) Jizan	(1) Jizan(5/6)
		(2) Sabya	(1) Sabya	(2) Sabya(6/7)
		(3) Baysh	(2) Abu Arish	(7) Abu Arish
		(4) Al Shaaguge	(3) Samtah	(6) Ahad Al masarba(10/21)
		(5) Ayaban	(4) Alharth	(6) Ahad Al masarba(3/21)
		(6) Ahad Al masarba	(5) Damad	(2) Sabya (1/7)
		(7) Abu Arish	(6) Arrayth	(3) Baysh (10/11)

Region	Directorates	Branch	Governorate	Branch→Governorate
		(8) Al Ardah	(7) Baysh	(3) Baysh (1/11)
			(8) Farasan	(1) Jizan (1/6)
			(9) Addair	(5) Ayaban (1/3)
			(10) Ahad Almusariyah	(6) Ahad Al masarba (8/21)
			(11) Alidabi	(5) Ayaban (2/3)
			(12) Alaridah	(8) Al Ardah
			(13) Addarb	(4) Al Shaaguge
Najran	Najran	(1) Najran	(0) Najran	(1) Najran*1.0
		(2) Habunah	(1) Sharurah	None
		(3) Yadamah	(2) Habawnah	(2) Habawnah*0.5
		(4) Thar	(3) Badr Aljanub	(2) Habawnah*0.5
			(4) Yadamah	(3) Yadamah
			(5) Thar	(4) Thar
			(6) Khubash	None
	(7) Alkharkhir	None		

ガバナレート単位の農業用水需要量

各計画年におけるガバナレート単位の需要量は、ケース毎にそれぞれ表 B. 3-39 (Case-1)、表 B. 3-40 (Case-2)、表 B. 3-41 (Case-3)に示すとおりである。また、計画目標年(2035年)における主要ガバナレートの需要水量は表 B. 3-42 に要約される。2035年における州別ガバナレート別の農業用水需要量は図 B. 3-16 ~ 図 B. 3-20 に示される。

表 B. 3-39 ガバナレート単位の需要水量 (Case-1) 単位(MCM)

Case-1	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Makkah (12)	756	758	740	786	832	878
(0) Makkah	81.4	81.5	79.6	84.6	89.5	94.5
(1) Jiddah	54.9	55.0	53.7	57.1	60.4	63.8
(2) Altaif	157.3	157.6	153.9	163.5	173.1	182.7
(3) Alqunfidhah	175.9	176.3	172.1	182.8	193.6	204.3
(4) Allith	31.2	31.2	30.5	32.4	34.3	36.2
(5) Rabigh	14.8	14.9	14.5	15.4	16.3	17.2
(6) Aljumum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(7) Khulays	86.4	86.6	84.5	89.8	95.1	100.3
(8) Alkamil	41.4	41.5	40.5	43.1	45.6	48.1
(9) Alkhurmah	28.2	28.3	27.6	29.3	31.1	32.8
(10) Ranyah	52.0	52.1	50.9	54.1	57.2	60.4
(11) Turaba	32.6	32.6	31.9	33.8	35.8	37.8
Al Baha (7)	54	55	57	59	61	63
(0) Albaha	6.8	7.0	7.2	7.4	7.7	7.9
(1) Biljurashi	5.9	6.1	6.2	6.5	6.7	6.9
(2) Almandaq	7.1	7.3	7.5	7.8	8.0	8.3
(3) Almuqwah	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.9
(4) Alaqiq	12.4	12.6	13.0	13.4	13.9	14.4
(5) Qilwah	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
(6) Alqari	18.9	19.4	19.9	20.6	21.3	22.0
Asir (12)	275	299	313	328	342	356
(0) Abha	46.9	51.1	53.5	55.9	58.3	60.7
(1) Khamis Mushayt	25.4	27.7	29.0	30.3	31.6	32.9
(2) Bishah	85.7	93.2	97.6	102.0	106.3	110.7
(3) Annamas	12.6	13.7	14.4	15.0	15.7	16.3
(4) Muhayil	17.9	19.4	20.3	21.3	22.2	23.1
(5) Sarat Abidah	6.8	7.4	7.8	8.1	8.5	8.8
(6) Tathlith	8.6	9.4	9.8	10.3	10.7	11.2
(7) Rijal Alma	5.7	6.2	6.5	6.8	7.1	7.4
(8) Ahad Rifaydah	18.8	20.5	21.4	22.4	23.4	24.3
(9) Zahran Aljanub	6.9	7.5	7.9	8.2	8.6	8.9
(10) Balqarn	30.1	32.7	34.3	35.8	37.4	38.9
(11) Almajardah	9.7	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5
Jazan (14)	1,503	1,500	1,533	1,593	1,683	1,806
(0) Jizan	47.5	47.4	48.4	50.3	53.2	57.1
(1) Sabya	301.6	300.9	307.5	319.6	337.6	362.4
(2) Abu Arish	124.3	124.1	126.8	131.8	139.2	149.4
(3) Samtah	372.9	372.1	380.3	395.2	417.5	448.2
(4) Alharth	111.9	111.6	114.1	118.6	125.3	134.4

Case-1	2010	2015	2020	2025	2030	2035
(5) Damad	50.3	50.2	51.3	53.3	56.3	60.4
(6) Arrayth	77.3	77.1	78.8	81.9	86.5	92.9
(7) Baysh	7.7	7.7	7.9	8.2	8.7	9.3
(8) Farasan	9.5	9.5	9.7	10.1	10.6	11.4
(9) Addair	5.4	5.4	5.5	5.7	6.0	6.5
(10) Ahad Almusariyah	298.3	297.7	304.2	316.2	334.0	358.5
(11) Alidabi	10.7	10.7	11.0	11.4	12.0	12.9
(12) Alaridah	56.8	56.7	57.9	60.2	63.6	68.2
(13) Addarb	28.8	28.7	29.4	30.5	32.2	34.6
Najran (8)	217	212	205	225	245	265
(0) Najran	154.2	150.7	145.5	159.8	174.0	188.2
(1) Sharurah	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(2) Habawnah	24.8	24.3	23.4	25.7	28.0	30.3
(3) Badr Aljanub	24.8	24.3	23.4	25.7	28.0	30.3
(4) Yadamah	7.7	7.6	7.3	8.0	8.7	9.5
(5) Thar	5.2	5.1	4.9	5.4	5.9	6.3
(6) Khubash	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(7) Alkharkhir	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 B. 3-40 ガバナレート単位の需要水量 (Case-2) 単位 (MCM)

Case-2	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Makkah (12)	682.7	681.7	684.5	688.5	692.8	697.3
(0) Makkah	73.5	73.4	73.7	74.1	74.6	75.0
(1) Jiddah	49.6	49.5	49.7	50.0	50.3	50.6
(2) Altaif	142.0	141.8	142.4	143.2	144.1	145.0
(3) Alqunfidhah	158.8	158.6	159.3	160.2	161.2	162.2
(4) Allith	28.1	28.1	28.2	28.4	28.6	28.7
(5) Rabigh	13.4	13.4	13.4	13.5	13.6	13.7
(6) Aljumum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(7) Khulays	78.0	77.9	78.2	78.7	79.2	79.7
(8) Alkamil	37.4	37.3	37.5	37.7	38.0	38.2
(9) Alkhurmah	25.5	25.5	25.6	25.7	25.9	26.0
(10) Ranyah	47.0	46.9	47.1	47.4	47.7	48.0
(11) Turubah	29.4	29.4	29.5	29.7	29.8	30.0
Al Baha (7)	62.1	73.1	82.1	89.7	96.4	102.5
(0) Albaha	7.8	9.2	10.4	11.3	12.2	13.0
(1) Biljurashi	6.8	8.1	9.0	9.9	10.6	11.3
(2) Almandaq	8.2	9.7	10.9	11.9	12.8	13.6
(3) Almukwah	2.9	3.4	3.9	4.2	4.5	4.8
(4) Alaqiq	14.2	16.8	18.8	20.5	22.1	23.5
(5) Qilwah	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
(6) Alqari	21.8	25.6	28.8	31.4	33.8	35.9
Asir (12)	262.1	255.6	251.5	248.5	246.3	244.5
(0) Abha	44.7	43.6	42.9	42.4	42.0	41.7
(1) Khamis Mushayt	24.2	23.6	23.3	23.0	22.8	22.6
(2) Bishah	81.6	79.6	78.3	77.4	76.7	76.1
(3) Annamas	12.0	11.7	11.5	11.4	11.3	11.2
(4) Muhayil	17.0	16.6	16.3	16.1	16.0	15.9
(5) Sarat Abidah	6.5	6.3	6.2	6.1	6.1	6.0
(6) Tathlith	8.2	8.0	7.9	7.8	7.7	7.7
(7) Rijal Alma	5.4	5.3	5.2	5.1	5.1	5.1
(8) Ahad Rifaydah	17.9	17.5	17.2	17.0	16.9	16.7
(9) Zahran Aljanub	6.6	6.4	6.3	6.3	6.2	6.1
(10) Balqarn	28.7	28.0	27.5	27.2	26.9	26.7
(11) Almajardah	9.2	9.0	8.8	8.7	8.7	8.6
Jazan (14)	1,312.4	1,170.8	1,084.6	1,024.5	943.4	943.4
(0) Jizan	41.5	37.0	34.3	32.4	30.6	29.8
(1) Sabya	263.3	234.9	217.6	205.6	193.7	189.3
(2) Abu Arish	108.6	96.9	89.7	84.8	79.9	78.1
(3) Samtah	325.6	290.5	269.1	254.2	239.3	234.1
(4) Alharth	97.7	87.1	80.7	76.3	71.9	70.2
(5) Damad	43.9	39.2	36.3	34.3	32.4	31.5
(6) Arrayth	67.5	60.2	55.8	52.7	49.8	48.5
(7) Baysh	6.7	6.0	5.6	5.3	5.0	4.9

Case-2	2010	2015	2020	2025	2030	2035
(8)Farasan	8.3	7.4	6.9	6.5	2.0	6.0
(9)Addair	4.7	4.2	3.9	3.7	1.1	3.4
(10)Ahad Almusariyah	260.5	232.4	215.3	203.3	63.0	187.3
(11)Alidabi	9.4	8.4	7.8	7.3	2.3	6.7
(12)Alaridah	49.6	44.2	41.0	38.7	12.0	35.6
(13)Addarb	25.2	22.4	20.8	19.6	6.1	18.1
Najran (8)	225.8	223.5	222.2	221.4	220.8	220.3
(0)Najran	160.6	159.0	158.1	157.5	157.0	156.7
(1)Sharurah	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(2)Habawnah	25.9	25.6	25.5	25.4	25.3	25.2
(3)Badr Aljanub	25.9	25.6	25.5	25.4	25.3	25.2
(4)Yadamah	8.1	8.0	7.9	7.9	7.9	7.9
(5)Thar	5.4	5.4	5.3	5.3	5.3	5.3
(6)Khubash	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(7)Alkharkhir	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 B.3-41 ガバナレート単位の需要水量 (Case-3) 単位 (MCM)

Case-3	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Makkah (12)	750.5	750.5	750.5	750.5	750.5	750.5
(0)Makkah	80.8	80.8	80.8	80.8	80.8	80.8
(1)Jiddah	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5
(2)Altaif	156.1	156.1	156.1	156.1	156.1	156.1
(3)Alqunfidhah	174.6	174.6	174.6	174.6	174.6	174.6
(4>Allith	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9
(5)Rabigh	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
(6)Aljumum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(7)Khulays	85.7	85.7	85.7	85.7	85.7	85.7
(8)Alkamil	41.1	41.1	41.1	41.1	41.1	41.1
(9)Alkhurmah	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
(10)Ranyah	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6
(11)Turaba	32.3	32.3	32.3	32.3	32.3	32.3
Al Baha (7)	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9
(0)Albaha	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
(1)Biljurashi	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
(2)Almandaq	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
(3)Almukwah	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
(4)Alaqiq	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4
(5)Qilwah	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
(6)Alqari	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9
Asir (12)	268.4	268.4	268.4	268.4	268.4	268.4
(0)Abha	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8
(1)Khamis Mushayt	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
(2)Bishah	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	76.2
(3)Annamas	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	8.2
(4)Muhayil	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4
(5)Sarat Abidah	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
(6)Tathlith	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
(7)Rijal Alma	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
(8)Ahad Rifaydah	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	16.8
(9)Zahran Aljanub	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
(10)Balqarn	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4
(11)Almajdah	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4
Jazan (14)	1,501.9	1,501.9	1,501.9	1,501.9	1,501.9	1,501.9
(0)Jizan	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5
(1)Sabya	301.3	301.3	301.3	301.3	301.3	301.3
(2)Abu Arish	124.3	124.3	124.3	124.3	124.3	124.3
(3)Samtah	372.6	372.6	372.6	372.6	372.6	372.6
(4)Alharth	111.8	111.8	111.8	111.8	111.8	111.8
(5)Damad	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2
(6)Arrayth	77.2	77.2	77.2	77.2	77.2	77.2
(7)Baysh	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
(8)Farasan	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
(9)Addair	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
(10)Ahad Almusariyah	298.1	298.1	298.1	298.1	298.1	298.1

Case-3	2010	2015	2020	2025	2030	2035
(11)Alidabi	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7
(12)Alaridah	56.7	56.7	56.7	56.7	56.7	56.7
(13)Addarb	28.8	28.8	28.8	28.8	28.8	28.8
Najran (8)	216.5	216.5	216.5	216.5	216.5	216.5
(0)Najran	154.0	154.0	154.0	154.0	154.0	154.0
(1)Sharurah	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(2)Habawnah	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
(3)Badr Aljanub	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
(4)Yadamah	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
(5)Thar	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
(6)Khubash	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(7)Alkharkhir	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 B.3-42 主要ガバナレートにおける 2035 年の農業用水需要量

(単位: MCM)

州	1 位			2 位			3 位					
	Governorate	C-1	C-2	C-3	Governorate	C-1	C-2	C-3	Governorate	C-1	C-2	C-3
Makkah	Alqunfidhah	204.3	162.3	174.6	Altaif	182.7	145.0	156.1	Khulays	100.3	79.7	85.7
Al Baha	Alquari	22.0	35.9	18.9	Alaqiq	14.4	23.5	12.4	Almandaq	8.3	13.6	7.1
Asir	Bishah	110.7	76.1	83.5	Abha	60.7	41.7	45.8	Balqarn	38.9	26.7	29.4
Jazan	Samtah	448.2	234.1	372.6	Sabya	362.4	189.3	301.3	Ahad al Musarihah	358.5	187.3	298.1
Najran	Najran	188.2	156.7	154.0	Hubuna	30.3	25.2	24.8	Badr al Janub	30.3	25.2	24.8

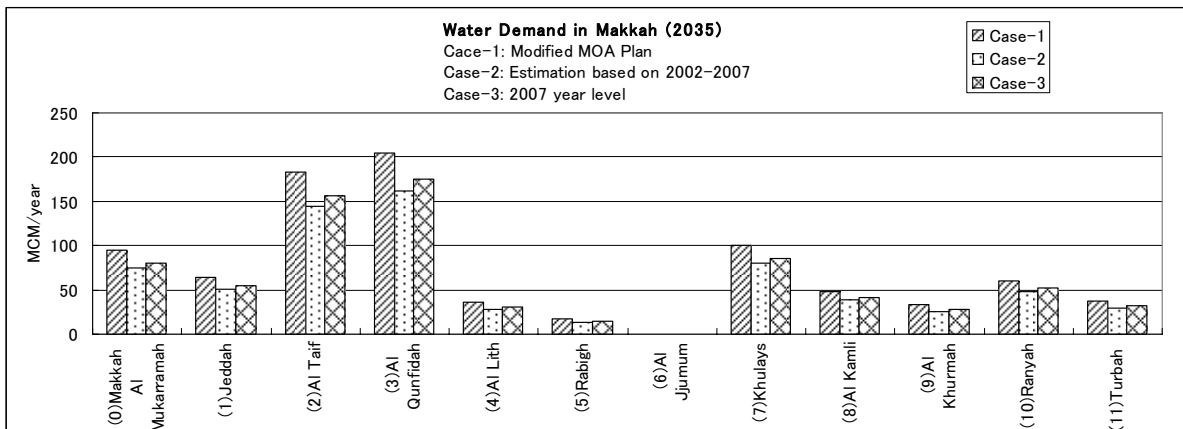


図 B.3-16 Makkah 州における 2035 年のガバナレート別農業用水需要量

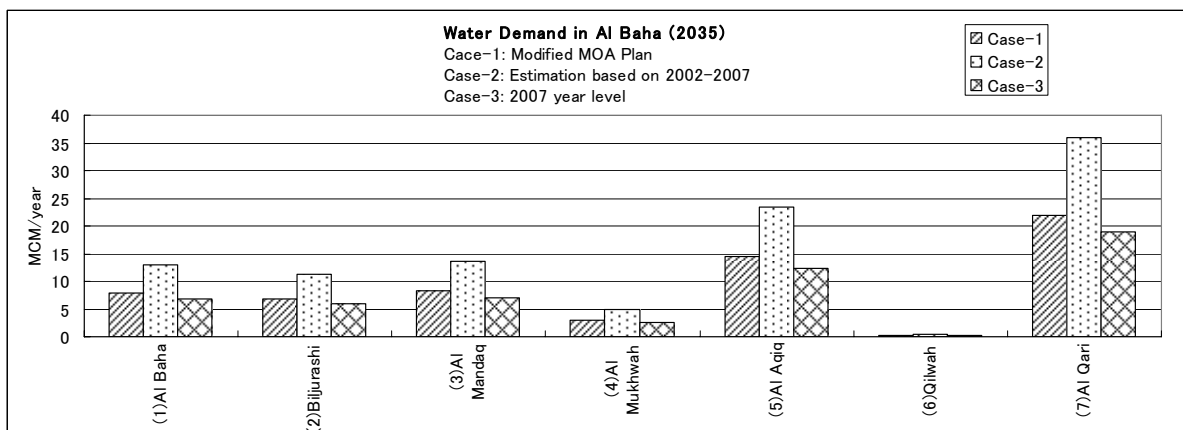


図 B.3-17 Al Baha 州における 2035 年のガバナレート別農業用水需要量

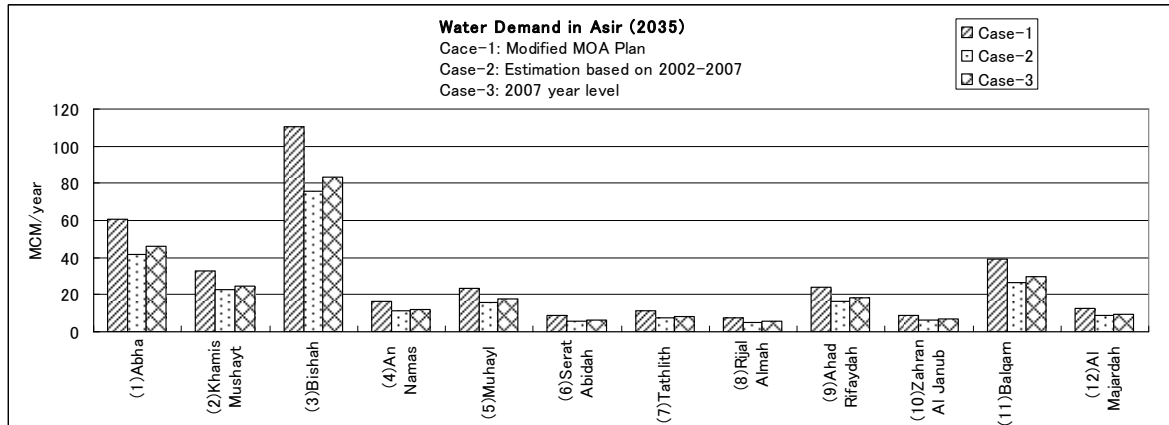


図 B. 3-18 Asir 州における 2035 年のガバナレート別農業用水需要量

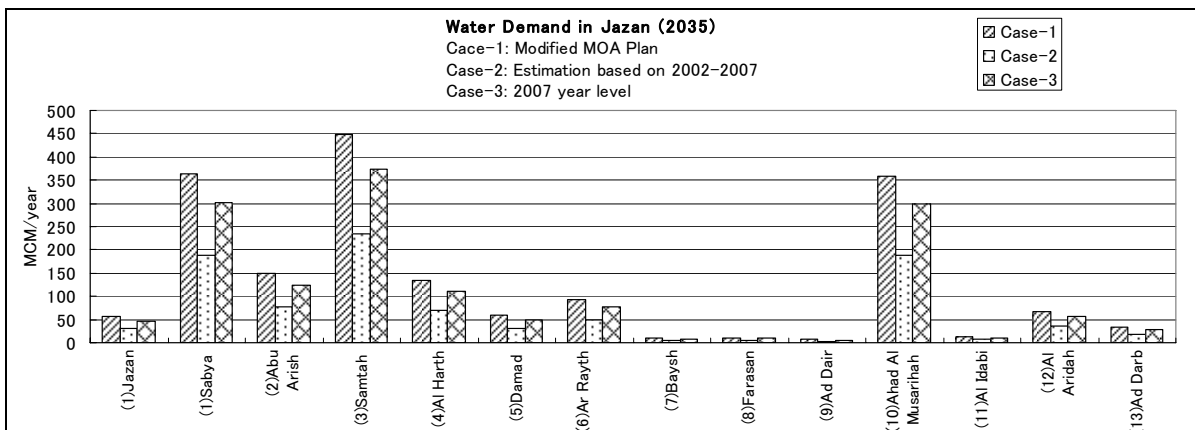


図 B. 3-19 Jazan 州における 2035 年のガバナレート別農業用水需要量

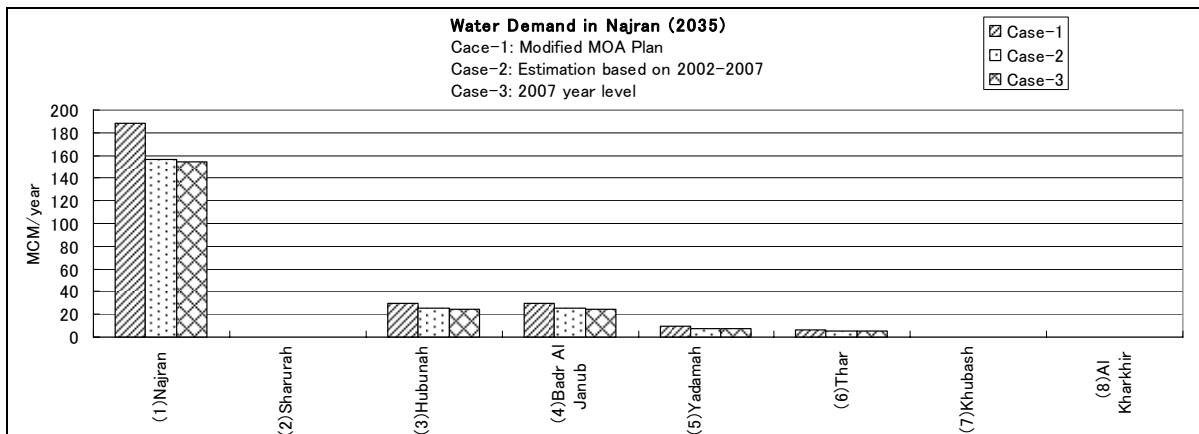


図 B. 3-20 Najran 州における 2035 年のガバナレート別農業用水需要量

3.2.4 農業用水需要に関する感度分析

農業用水については需給ギャップが大きい一方で再生可能な水資源の絶対量が不足していることから作付面積の削減が急務となっている。政府は2008年に Decision335 を発行しこれまでの農産物の自給100%政策から農業用水の合理的利用を目指す持続可能な農業への政策転換を実施している。農業政策の基本方針は下記のとおりである。

- 農業用水の需要に対しては、再生可能水(地下水と表流水)と下水再生水を主要な水源とする。
- 下水再生水については種々の利用方法を検討することにより利用の向上を図り、再生可能水資源への依存を減少させる。
- Decision 335 は2008年11月に「サ」国政府が発行した決定で農産物の自給100%政策から持

持続可能な農業開発に転換する農業政策を目指すことを目的としたものである。本農業計画ではこれを順守することを前提とする。

- 水資源ポテンシャルが少ない現状を考慮して再生可能な水資源のポテンシャルの範囲内で農業を継続する。
- 農業の合理化を図り、農業生産を増加させない施策とする。

これらの基本方針を実施するための方策として、下記のアクションプランが考えられる。

- 節水型の近代灌漑技術の導入
- 下水再生水の積極的な農業分野への利用
- 再生可能な水資源ポテンシャルを考慮した作付け面積の削減
- 食料自給率の確保の観点から都市近郊を中心とした野菜、果樹の栽培に転換する。

従って、需給バランスの検討においては上記のアクションプランを考慮した感度分析に基づき灌漑可能面積を算定する。なお、感度分析で考慮する項目は下記のとおりである。

- 1) ガバナレート別の再生可能水資源ポテンシャルの算定
- 2) 水道水の優先取水
- 3) 近代灌漑施設導入による節水
- 4) 下水再生水の利用

(1) 感度分析のための基本フレーム

水需要の予測においては、ケース 1：修正 MOA 案、ケース 2：2002-2007 年トレンド、ケース 3：2007 年レベル、の 3 ケースについて検討したが、MOA の予測に修正を加えたケース 1 は、農業統計資料と比較して明らかに現実とは乖離しているように見受けられる。一方で作付面積の増減傾向は農業統計資料から 2007 年の値に収束しつつあることが窺えることから需要抑制策の検討は“ケース 3：2007 年レベル”で行うのが単純で分かりやすい(ケース 3 は統計データそのもので回帰予測などの処理を行わないため)と判断される。従って、これ以降の検討(需給バランス)はケース 3(2007 年レベル)について行う。

(2) 水需給バランスの検討手法

農業用水の水需給バランス検討においては、供給は再生可能な水資源とし、表流水と地下水に大別する。他に供給にプラスとなるものは下記に示す節水量、下水の再利用水、反復水がある。以上が水源として考えられるすべてのものである。これらを使っても水不足が発生する場合は、灌漑用水そのものの抑制を考慮する必要がある。また、都市用水の供給が優先であるためまず再生可能水資源ポテンシャルから上水分を差し引き残りの水資源量で灌漑可能面積を検討する。

(3) 再生可能水資源(表流水と地下水)ポテンシャル

流域別に算定された水資源(表流水・地下水)ポテンシャルを使って流域面積比によりガバナレート別の水資源ポテンシャルを算定する。

(4) 作付け転換

農業開発計画については Decision335 を基本とし農業用水の合理的な利用を図り、作付け転換は行うが作付面積は増加させないものとする。なお、作付け転換は食料自給の確保および小規模農家保護の観点から都市近郊を中心とした野菜・果樹栽培に特化したものとし、野菜は 2007 年に対して倍増、果樹は 2007 年の生産量を維持していくものとする。したがって、野菜の作付けが増加した分は穀類および飼料作物の作付け面積を減少させる計画とする。

(5) 節水量

南西地域では、果樹、野菜の栽培は伝統的な畝間灌漑が主流を占めているがスプリンクラー、ドリップ等の近代的灌漑方式を導入することにより節水が可能である。聞き取りにより現況の整備率(伝統的灌漑方法と近代的灌漑方法)は、50%と仮定して灌漑効率を 70%(= (55%+85%)*50%)としているが、将来計画ではドリップ等の近代的灌漑方法を推進し灌漑効率を 85%まで引き上げるこ

とを検討する。

(6) 下水の再利用

「サ」国では National Irrigation Authority (NIA) が、リヤド郊外に下水処理水を再利用した大規模な灌漑施設を建設し、1982 年から下水の再利用が行われている。ただし再利用水の用途は国の基準により果樹、飼料作物、一部の穀類に限定され、野菜への適用は行われていないが、今後水資源の有効利用のため積極的に下水再生水の灌漑用水への利用拡大を図っていく必要がある。下水の再利用については 2009 年に ITAL CONSULT がガバナレート単位で「サ」国全国における利用計画¹を策定しているのでこの成果を利用する。

(7) 還元水

灌漑用水のうち純用水量分は植物に吸収されるが、灌漑損失分は土中に保持され地下水の涵養になると考えられることから、これを還元水として間接的な水源にカウントする。2007 年の南西地域における純用水量は 1,675MCM、一方全灌漑用水量は 2,791MCM である。したがって、灌漑水量の 40%(= (2,791-1675)/2791)を反復水として利用可能である。但し、実際は水路/土壌からの蒸発があるので損失量のすべてが還元水とはならないが水資源の絶対量不足するところでの水収支なので灌漑損失をゼロとした場合でもどれくらい水資源が不足するかを推定する目的で損失量の 100%をカウントした。

(8) 州毎の収支バランス

上記の手順により 5 州における再生可能な水資源を使った場合の収支バランス結果は、表 B. 3-43 のとおりである。計画目標年においては Jazan を除く 4 州では全体収支はプラスとなる。ただし水資源ポテンシャル、下水再利用、農業地域は州の中で偏在しているので流域別/ガバナレート別に確認する必要がある。

表 B. 3-43 5 州における水収支バランス

(単位:MCM)

州	再生可能水資源量	上水利用量	利用可能量	農業用需要水	収支①	作付転換	節水量	下水再利用	還元水量	収支②
Makkah	782.0	108.2	673.8	750.5	-76.7	168.8	96.5	247.4	300.2	736.2
Al Baha	99.4	16.4	83.0	53.9	29.1	1.7	8.4	4.2	21.6	65.0
Asir	380.5	20.4	360.1	268.4	91.7	17.4	29.8	62.1	107.4	308.4
Jazan	322.9	106.9	216.0	1,501.9	-1,285.9	21.5	28.5	20.3	600.8	-614.8
Najran	401.1	72.7	328.4	216.5	111.9	32.5	27.2	28.4	86.6	286.6
計	1,985.9	324.6	1,661.3	2,791.2	-1,129.9	241.9	190.4	362.4	1,116.5	781.3

①：再生可能水源から上水と農業用水を差し引いた収支

②：①に作付転換、節水量、下水再利用および還元水量を加えた収支

(9) 州毎およびガバナレート毎の作付可能面積

2007 年における南西地域 5 州全体の作付面積は 192,000ha であるが都市用水利用優先利用後の再生可能な水資源ポテンシャルを上限とした場合、2007 年レベルに対して各州でいくらまで面積を抑制(減反)しなければならないかをガバナレート単位で検討する。

Makkah 州

供給量の上限を再生可能水資源ポテンシャルの 782.0MCM とした場合、計画年の 2035 年における作付可能面積は 39,293ha (面積比 7%減)となった。図 B. 3-21 にガバナレート毎の現況及び計画年の 2035 年における作付可能面積を示している。おおむね現況の作付面積は継続可能と推測される。しかし、Makkah 州では現時点でも地下水位低下及び地下水の水質劣化が顕在化していることから、地下水及び作付け状況のモニタリングを実施し、関連を把握し、作付面積の規模を適切に管理していく必要がある。

¹ Investigation and Engineering Design for Treated Wastewater Reuse in the Kingdom of Saudi Arabia

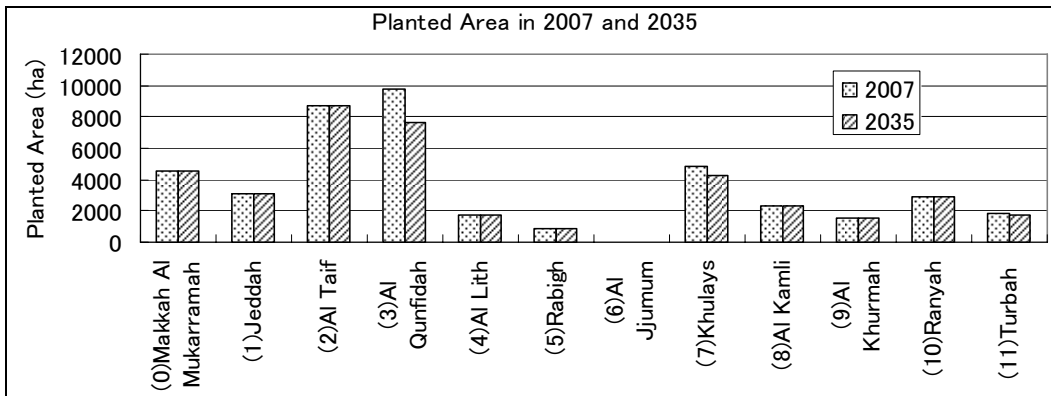


図 B. 3-21 Makkah 州における 2007 年と 2035 年の作付面積比較

Al Baha 州

供給量の上限を再生可能水資源ポテンシャルの 99.4MCM とした場合、計画年の 2035 年における作付可能面積は 4,425ha（面積比 1%減）となった。図 B. 3-22 にガバナレート毎の現況及び計画年の 2035 年における作付可能面積を示している。おおむね現況の作付面積は継続可能と推測される。しかし、Al Baha 州では現時点でも地下水位低下及び地下水の水質劣化が顕在化していることから、地下水及び作付け状況のモニタリングを実施し、関連を把握し、作付面積の規模を適切に管理していく必要がある。

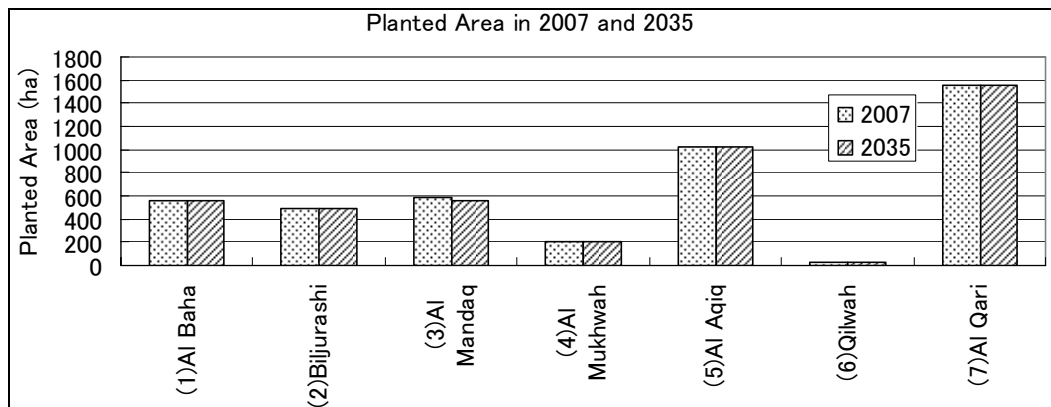


図 B. 3-22 Al Baha 州における 2007 年と 2035 年の作付面積比較

Asir 州

供給量の上限を再生可能水資源ポテンシャルの 380.5MCM とした場合、計画年の 2035 年における作付可能面積は 20,759ha（面積比 1%減）となった。図 B. 3-23 に各ガバナレート毎の現況及び計画年の 2035 年における作付可能面積を示している。おおむね現況の作付面積は継続可能と推測される。しかし、Asir 州では現時点でも地下水位低下及び地下水の水質劣化が顕在化していることから、地下水及び作付け状況のモニタリングを実施し、関連を把握し、作付面積の規模を適切に管理していく必要がある。

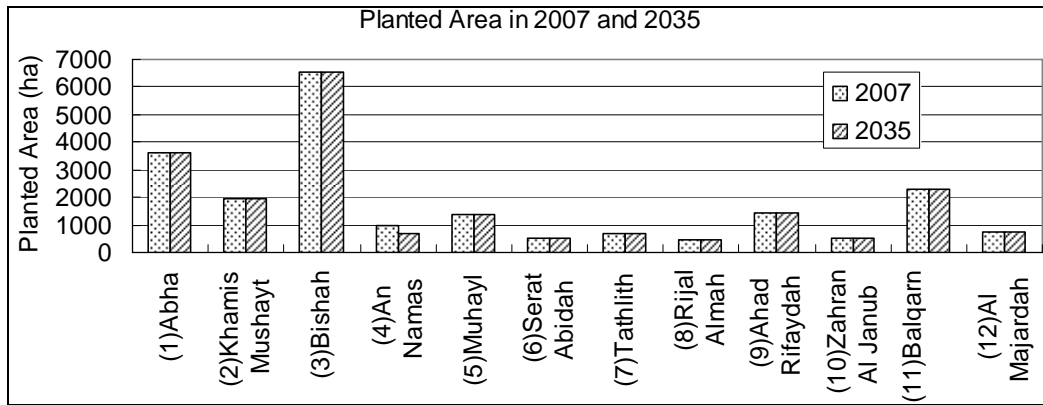


図 B.3-23 Asir 州における 2007 年と 2035 年の作付面積比較

Jazan 州

需要量の上限を再生可能水資源ポテンシャルの 322.9MCM とした場合、計画年の 2035 年における作付可能面積は 28,539ha（面積比 75%減）となる。図 B.3-24 にガバナレート毎の現況及び計画年の 2035 年における作付可能面積を示している。再生可能水資源の利用可能性から見ると作付面積の現状維持は非常に厳しいと推測される。しかし、作付面積の減少を急ぐ前に、現地における地下水及び作付け状況のモニタリングを実施し、その関係を把握し、作付面積の規模を適切に管理していくことが重要である。再生可能水資源ポテンシャルの解析においては多くの仮定を含んでいることや評価に使用している灌漑用水量が実測値ではなく計画基準を準用しているため実態より大きな灌漑水量となっていることも推測されるため、これらの妥当性を確認するためにもモニタリングを適切に行うことが重要であると考えられる。現在の作付面積と 2035 年の作付面積予測で大きく食い違いのあったガバナレートは表 B.3-44 のとおりである。モニタリングの計画を策定する際には、特に、これらのガバナレートにおける地下水と作付面積の関係を把握する必要がある。

表 B.3-44 2007 年と 2035 年における削減されたガバナレート別作付面積

ガバナレート	Sabya	Abu Arith	Samtah	Al Hath	Damad	Ar Rayth	Ad Almusarih	Al Aridah	Ad Darb
2007 年の作付面積 (ha)	22,785	9,395	28,175	8,452	3,797	5,839	22,540	4,290	2,176
2035 年の削減された作付け面積 (ha)	6,348	2,292	1,393.00	171	1,457	3,784	2,561	2,465	1,960

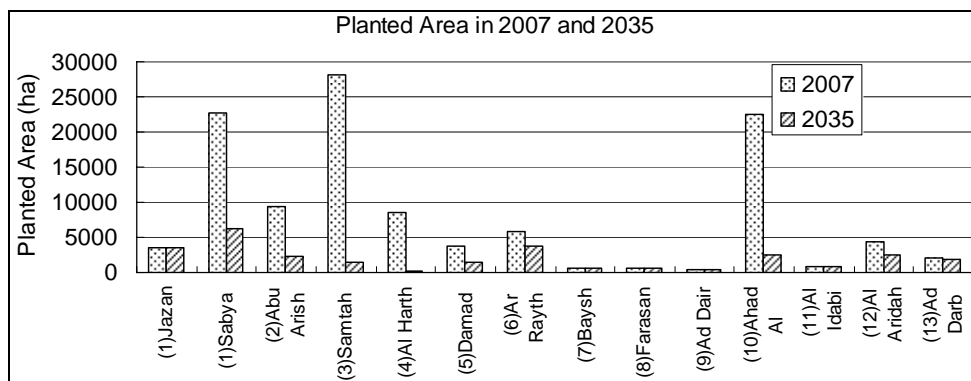


図 B.3-24 Jazan 州における 2007 年と 2035 年の作付面積比較

Najran 州

供給量の上限を再生可能水資源ポテンシャルの 401.1MCM とした場合、計画年の 2035 年における作付可能面積は 8,134（面積比 29%減）となる。図 B.3-25 に各ガバナレート毎の現況及び計画年の 2035 年における作付可能面積を示している。Jazan 州ほどではないものの、再生可能水資源の利用可能性から見ると作付面積の現状維持は非常に厳しいと推測される。Jazan 州と同様に、作

付面積の減少を急ぐ前に、現地における地下水及び作付け状況のモニタリングを実施し、その関係を把握し、作付面積の規模を適切に管理していくことが重要であると考えられる。作付可能面積の縮小が必要と推測されるガバナレートは次のとおりであった。モニタリングの計画を策定する際には、特に、これらのガバナレートにおける地下水と作付面積の関係を把握できるように留意する必要がある。

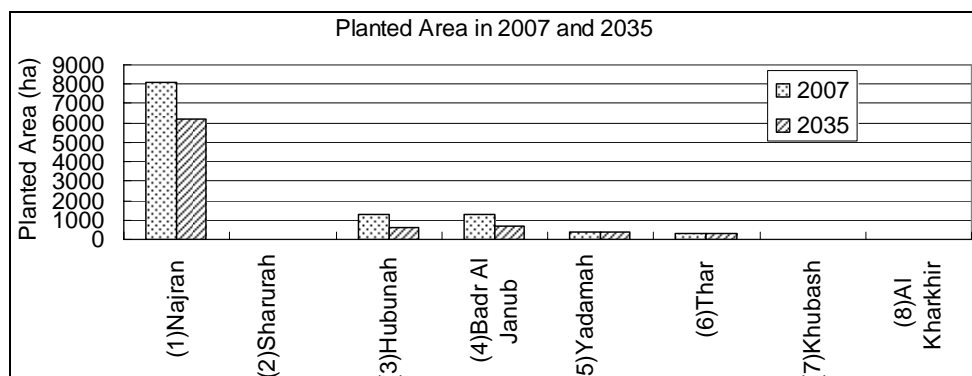


図 B. 3-25 Najran 州における 2007 年と 2035 年の作付面積比較

以上から、再生可能水資源に見合う、5 州における作付面積の削減検討結果をまとめると表 B. 3-45 の通りとなる。2007 年の作付面積と比較すると特に Jazan 州における削減面積が大きく、Jazan 州については抜本的な削減計画を策定する必要がある。

表 B. 3-45 2035 年における削減された 5 州の作付面積と 2007 年との比較

州名	作付面積 2007 (ha)	作付面積 2035 (ha)	2007 年に対する比率 (%)
Makkah	42,077	39,293	93
Al Baha	4,450	4,425	99
Asir	21,054	20,759	99
Jazan	113,558	28,539	25
Najran	11,430	8,134	71