

ピシノラ流域地形区分

Land Form	Sub-Basins, in square kilo-metre											Pishin Lora Basin
	Pishin	Kuchlagh	Quetta	Kolpur	Sardar Kbel	Mastung	Mango -cher	Shirinab	Patki Shah Nawaz	Kalat	Kapot	Total
Lowland												
Valley Floor	2,570	250	430	20	-	260	130	440	130	280	50	4,540
Piedmont Slope	490	520	440	30	-	180	200	300	360	810	20	3,340
Sub-Total	3,060	760	870	40	260	440	330	740	490	1,090	60	7,870
Highlands												
Sub-catchment	1,410	440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,850
Un-allocated	2,390	550	920	70	240	350	340	590	510	1,150	110	7,210
Sub-Total	3,890	980	920	70	240	350	340	590	510	1,150	110	9,050
Total Area	6,860	1,750	1,790	110	490	790	670	1,320	1,000	2,240	170	16,930

出典：UNDP Groundwater Studies in Selected Areas of Balochistan, 1982

3.3.2 気象

パロチスタン州の気候は、半乾燥地に分類される。大きくは、夏期と冬期の2シーズンに分割される。冬期には、中央アジア及び南アジアからの温帯性低気圧が卓越し、本地域にまで及んでいる。11月から5月にかけて、地中海からの西方乱気流が当地域を西から横切り、東方にいたる。この乱気流は、当地域の特に高地に広域的に弱い降雨強度の降水（時には、降雪）をもたらす。同様に、この気流は、北西寒気流をとめない、パロチスタン州高地に冷気をもたらし、降雪を生じしめる。

6月から8月にわたっては、ベンガル湾からのモンスーン低気圧が当地域の西方あるいは北方に向かって張り出し、その経路に沿って時に豪雨をもたらす。パロチスタン州東部では、このモンスーン低気圧による相当量の降雨が期待されるが、まれには同モンスーン低気圧が当地域の西方にも到達し、降雨をもたらす。夏期は、パロチスタン州全体にわたって高温である。夏期と冬期の遷移期には、秋期あるいは春期があるが、このうちの秋期にはほとんど降雨がみられない。

調査対象地域内では、パキスタン国連邦政府気象局等が管理する幾つかの気象観測所があり、降雨量、気温、湿度、風速などの気象要素が観測されている。また、水電力公団(WAPDA)で実施していた(近年、パロチスタン州政府灌漑局水資源部に移管された)表流水水文計画(SWHP)での気象データも有用である。調査対象地域に係わる気象観測所位置及びそれらの利用可能データ状況は、図3.3.1及び表3.3.1に示すとおりである。

調査対象地域の代表的観測所であるクエッタ気象観測所の、観測気象要素概要は表3.3.2に示すとおりである。地域の利用可能量は降雨量によって類推できるが、本地域の降雨量は年々大きく変動している。ここでは、クエッタ気象観測所での年間降雨量の最小値確率解析を行った。各確率年ごとの最小確率年雨量は次表のとおりである。

最小確率年雨量 (クエッタ)

確率年	最小確率年雨量 (mm)
2 年	246.5
5 年	176.5
10 年	148.2
20 年	128.3
30 年	119.1
50 年	109.1
100 年	97.9
200 年	88.7

備考: クエッタ気象観測所年雨量データ(1961 - 1995)利用

3.3.3 水文

調査対象地域の流出状況の特徴は、基底流出 (常時流出) が殆ど見られないこととともに、その一方で短期間洪水流出が頻繁に発生すること等に現れている。この現象は、降雨量総量が僅かであることと、流域の乏しい植生に大きく起因している。

流出率は相当低く、通年で見た場合でも 5-10%程度にすぎない。さらに、この流出率も季節毎でかなり変動する。冬期には、降雨強度の低い降雨が長時間みられるといった特徴が反映されて、低い流出率を示す一方、夏期には強い降雨強度の降雨が短時間に発生するため、高い流出率を示す。

さらに調査対象地域では蒸発散も顕著で、僅かな降雨量も流出成分と地下水涵養成分以外の多くは蒸発散として消費されている。各季節における降雨の移行成分は、下表のように推定できる。

成分	各季節における降雨の移行成分		
	冬期	夏期	通年
流出成分	5-8%	10-15%	5-10%
蒸発散成分	60-70%	80-90%	60-70%
地下水涵養	20-35%	0-5%	20-35%
降雨量	100%	100%	100%

注: 流出率は、チャパーリフト地点の観測値を参考  
上表の配分比は、地下水涵養モデルを用いた検討によって推定

パロチスタン州における河川流量の観測は、水電力公団 (WAPDA) の表流水文計画 (SWHP) の一環として実施されている。本件調査対象地域内あるいは近傍の観測所としては、サリアブ・ロラ (ブレワリ橋地点観測所)、バリリ川 (チェック・ポスト地点観測所)、コスト川 (チャパーリフト地点観測所) がある。しかしながら、いずれの観測地も短期間観測値しかなかったり、観測値精度が劣るなど、利用面で問題がある。

3.3.4 地質

調査対象地域周辺の地質構成区は、スレイマン~キルタール山脈及び背後山脈を構成する中軸帯中央部及びゾブ地区の一部であり、層序学的に東方より西方に向かって石灰質帯・砂質帯及び噴出帯の一部が含まれる。

ピシンロラ流域及び各支流の層序は以下の通りである。

ピシシラ流域の地質層序

Age	Formations	Lithology
Recent ~ Pleistocene	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Talus deposits</li> <li>•Alluvial Fan deposits</li> <li>•River deposits, Flood deposit &amp; Piedmont Plain deposits</li> <li>•Subrecent deposits</li> <li>•Bostan Formation</li> <li>•Dada Conglomerate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gravel, Pebble, coarse Sand</li> <li>•Silt, Clay, and Sand</li> <li>•Sand &amp; Gravel, Silt, Clay</li> <li>•Clays and Silt</li> <li>•Conglomerate</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Urak Group</li> <li>•Shaigalu Sandstone</li> <li>•Murgha Faqirzai Shale and Wakabi Limestone</li> <li>•SpinTangi Limestone (Kirtar Limestone)</li> <li>•Nimargh Limestone, Marap conglomerate, and Nisai Group</li> <li>•Gazij Shale</li> <li>•Rodangi Formation</li> <li>•Dunghan Group and its equivalents</li> <li>•Brewary Limestone</li> <li>•Gidar Dhor group</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Shale, calcareous Sandstone, Conglomerate, and Limestone</li> <li>•red and green Shale with layers of Sandstone and Limestone; upper part mostly Volcanic Ash; thickness over 4000 feet</li> <li>•foraminiferal, cream, yellow, light grey, pinkish white or chalky white Limestone, in some places contains breccia structure.</li> <li>•alternating Shale, Sandstone, and Limestone; thickness up to 4000 feet</li> <li>•Shale.</li> <li>•Limestone, Marl, Shale, and subordinate Sandstone</li> <li>•blue or grey Limestone with some Shale and Sandstone in the basal portion; thickness up to 2500 feet.</li> <li>•Shale, Conglomerate, Limestone, and Sandstone; thickness up to 5000 feet</li> </ul>
E. Pal. to L.C.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Hindu Bagh Ultrabasic Intrusives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ultrabasic Intrusive Rocks</li> </ul>
Cretaceous ~ Triassic	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Fort Munro Formation</li> <li>•Pah Group Series</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dark grey Dolomite thick bedded</li> <li>•mostly Limestone, some Marl, shale and Sandstone</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Karakh Group</li> <li>•Belemnites Shale</li> <li>•Loralai Limestone, Moro Formation and Chiltan Limestone</li> <li>•Shirinab Formation</li> <li>•Alozai Group</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Limestone, limestone Conglomerate, Marl, Shale, Sandstone and minor Volcanics.</li> <li>•Shale, Sandstone and Conglomerate</li> <li>•mainly dark Limestone with minor amount of black Shale</li> <li>•mostly Limestone and interbedded Shale; thickness over 5000 feet.</li> <li>•mainly interbedded Limestone and Shale</li> </ul>

ピシシラ流域では基盤岩の中心部が三疊紀～白亜紀海成堆積岩を主とし、これを挟むようにして上位堆積層の第三系が周囲に広く分布する。ただし、鮮新世堆積物は欠如している。本地域はカチイ平原地向斜盆西縁を成し、基盤岩は褶曲・衝上断層など著しい構造運動を被っている。顕著な方向性を示し、NNE-SSW～NE-SW方向に地形を規制している。山地間の谷床には細長い沖積堆積物が厚く埋積し、地下水・地表水の主な流出経路を形成している。斜面裾に崖錐堆積物、またヒルトレント出口に洪水によって砂礫が盛んに供給され比較的勾配の大きい扇状地堆積物が拡がっている。谷床平野中心部はシルト～砂からなり、また排水不良地域は粘土及びシルト層が互層し、塩分が集積する場合もある。

ピシンロラ流域内支流の地質層序

System	Sub-Basins							
	Pishin	Kuchlagh	Quetta (Kolpur)	Patki Shah Nawaz	Shirinab	Mastung	Mangocher (SardarKhed)	Kalat (Kapoto)
Recent and Pleistocene	Recent Subrecent Bostan Fm.	Recent Subrecent Bostan Fm.	Recent Subrecent	Recent Subrecent Bostan Fm.	Recent Subrecent Bostan Fm.	Recent Subrecent Bostan Fm.	Recent Subrecent Bostan Fm.	Recent Subrecent Dada Cg.
Pliocene	-	-	-	-	-	-	-	-
Miocene	Shaigalu Ss.	Shaigalu Ss. Urak Gr.	Urak Gr.	Shaigalu Ss.				
Oligocene	M. Faqr. Sh.			M. Faqr. Sh. Wakabi Ls.	Wakabi Ls.			Wakabi Ls.
Eocene	Nisai Gr. Nimargh Ls.	Nisai Gr. Nimargh Ls. Ghazij Sh.	Spintangi Ls. Ghazij Sh. Ghazij Sh.	Wakabi Ls. Nimargh Ls.	Wakabi Ls. Nimargh Ls. Rodangi Fm.	Spintangi Ls. Ghazij Sh. Ghazij Sh.	Spintangi Ls. Ghazij Sh. Ghazij Sh.	Wakabi Ls. Spintangi Ls. Mp.Cg.Nm Ls. Ghazij Sh.
Paleocene			Dungan Gr. Brewery Ls.					Gidr Dhor Gr.
E. Pal. to L.C.	Hind. Int.	Hind. Int.						
Cretaceous	Parh Gr.	Parh Gr.	Fort Munro Parh Gr. Belonites Sh.				Parh Gr.	Parh Gr.
Jurassic	Loralai Ls. Shirinab Fm. Alozai Gr.	Chiltan Ls. Shirinab Fm. Alozai Gr.	Chiltan Ls. Shirinab Fm.	Shirinab Fm.	Chiltan Ls. Shirinab Fm.	Chiltan Ls. Shirinab Fm.	Chiltan Ls. Shirinab Fm.	Chiltan Ls. Shirinab Fm.
Tr. & P.C.	Alozai Gr.	Alozai Gr.						

注： Tr. & P.C. : Triassic and Permian-Carboniferous.  
 E. Pal. to L.C. : Early Paleocene to Late Cretaceous.  
 Hind. Int. : Hindubagh Intrusives.  
 Mp.Cg.Nm Ls. : Marap Conglomerate, Nimargh Limestone.  
 M. Faqr. Sh. : Murgha Faqirzai Shale.

出典： Groundwater Studies in Selected Areas of Balochistan, UNDP/WAPDA

### 3.3.5 水理地質及び地下水

#### (1) 水理地質

地下水の産状は一般に次に述べるような2つのグループに分けられる。

##### 1) 土粒子間空隙水

山麓地及び谷床平野に分布する未固結堆積物の砂・シルト・粘土混じりの砂礫層中の砂礫間空隙に分布して貯留層を形成するもので、豊富な地下水が賦存する。ピシンロラ流域においては、山地に囲まれ、南北方向に細長い帯水盆を形成する。Urak 礫岩、Marap 礫岩などの場合は礫と基質の間に空隙が発達し、これも粒子間の空隙水として地下水が存在する。分布が広く、豊富な涵養があれば十分に帯水層となりうる。

##### 2) 岩盤レッカ水

硬質岩盤の節理、破砕部、断層や溶解空洞の間に帯水するもので、場所により豊富な湧水が発達する。Spintangi 石灰岩等は角礫岩様、あるいは層間の不連続面等に沿い亀裂や空洞が顕著に発達する。従って本層は一部帯水層として扱う事が可能である。しかし、このほかの岩盤は一般に不透水で、遮水層あるいは地下水盆基盤を形成する。

上記の地下水賦存形態より、ピシンロラ流域の水理地質分布を図2.3.2に示す。

流域内に分布する地質各層は水理的性質から以下の5つに分類される。

1) 帯水層

- ・沖積堆積物の礫質～砂質部
- ・更新世 Dada conglomerate (分布少)
- ・中新世 Upper Urak Group (主に礫岩)
- ・下部始新世 Marap conglomerate

2) 半透水層 (粒子間隙水)

- ・沖積堆積物の砂礫質シルト
- ・更新世 Bostan Formation の一部の礫岩・砂岩
- ・最上部漸新世 Shaigalu sandstone、上部は頁岩

3) 半透水層 (岩盤レッカ水・空洞水)

- ・下部漸新世～下部始新世 Nisai Group (砂岩層伏在泥灰質石灰岩)
- ・下部～中部始新世 Spintangi Limestone (角礫岩質、一部頁岩)
- ・始新世 Nimargh Limestone (塊状～団塊質)
- ・下部始新世～最上部白亜紀 Dungan Group (主として団塊～礫岩質石灰岩)
- ・暁新世～最上部白亜紀 Brewery Limestone
- ・下部暁新世～上部白亜紀 Hindu Bagh ultrabasic intrusives

4) 難透水層～不透水層 (粒子間隙水)

- ・沖積堆積物のシルト粘土層
- ・始新世～暁新世 Murgha Faqirzai shale、Ghazij shale
- ・白亜紀、Belemnite shale 及び Karkh Group (石灰岩・頁岩)

5) 難透水層～不透水層 (岩盤)

- ・漸新世～始新世 Wakabi Limestone
- ・暁新世 Rodangi Formation 及び Gidar Dhor Group
- ・白亜紀 Parh Series
- ・ジュラ紀 Loralai Limestone, Moro formation, Chiltan Limestone, Shirinab Formation 及び Alozai Group (石灰岩・頁岩)

本件調査で対象とする地下水涵養ダムはピシンロラ流域の内、ピシン、クチュラー、クエッタ北部、マストゥング、カラット及びバトキシャーナワズのそれぞれの支流域の中に含まれ、地下水分布の特徴を形成するそれぞれの支流域の水理地質は下記の通りである。

1) ピシン支流域

ピシン支流域は山地に頁岩及び砂岩層、東部丘陵地には更新統の粘土シルト層が分布し、水理地質的基盤を形成する。北東部から北西部に連なる山麓には扇状地堆積物が拡がり、良好な地下水涵養域を形成するが、谷床平野堆積物は一般に難透水性の細粒堆積物が優勢である。特に表層はシルト粘土層が覆い浸透能力は低い。比産出量 20%以上の地域が北東部から北部の山麓斜面扇状地堆積物上部及び東部 Subrecent dep.の範囲で分布し、特に北部には 25%程度の所も認められる。

透水量係数は小規模扇状地地域では  $10\sim 20\text{ m}^3/\text{日}$  (透水係数  $7\times 10^{-4}\sim 2\times 10^{-3}\text{ cm/sec}$ )、北部の大規模扇状地では  $100\sim 1500\text{ m}^3/\text{日}$  (透水係数  $3\times 10^{-3}\sim 2\times 10^{-2}\text{ cm/sec}$ )、北部～北東部の扇状地堆積物扇端部では  $100\text{ m}^3/\text{日}$ 前後～ $300\text{ m}^3/\text{日}$ 弱 (透水係数  $2\sim 8\times 10^{-3}\text{ cm/sec}$ ) (K.K Bund 東側の扇状地は  $50\sim 150\text{ m}^3/\text{日}$  (透水係数  $2\sim 5\times 10^{-3}\text{ cm/sec}$ ))、末端部では  $500\text{ m}^3/\text{日}$ 前後 (透水係数  $1\sim 2\times 10^{-3}\text{ cm/sec}$ ) に達する。Subrecent dep. はほぼ一様に  $100\text{ m}^3/\text{日}$ 前後 (透水係数  $3\sim 7\times 10^{-3}\text{ cm/sec}$ ) である。谷床平野中央部では  $20\text{ m}^3/\text{日}$ 前後 (透水係数  $1\times 10^{-3}\text{ cm/sec}$  前後) を示す。また更新統シルト粘土層は  $5\text{ m}^3/\text{日}$ 前後 (透水係数  $5\times 10^{-5}\text{ cm/sec}$  前後) で低透水性である。

## 2) クチュラー支流域

クチュラー支流域は北東～南西方向に細長い流域で同方向に流れる Surkhab Lora, Bostan Lora 及び南から北方に流れる Karonga Lora の3本の主流路から構成される。

南東側は主に中生界の石灰岩主体層と中新統礫岩及び一部超塩基性貫入岩類の分布が認められる。北西側は北部が始新統～中新統の石灰岩・砂岩・頁岩、中部は更新統のシルト粘土層、南部にジュラ系が分布する。中生界～新第三系及び更新等シルト粘土層は不透水～難透水性を示し、水理地質的基盤を構成する。中部～南部の河川流路沿いの低地は谷床平野堆積物が分布するが、中部～北部では Subrecent dep. 及び扇状地堆積物が河川流路まで達し、本流域における主帯水層を形成する。沖積堆積物の比産出量は20%以上の地域が南東側の山麓沿い全般に認められる。特に南部の扇状地では扇頂部近くで25%程度を示す。流路沿いでも北部は15%程度を示すが、南部の谷床平野では10%以下となる。

透水量係数は南東側山麓沿いでは  $100 \text{ m}^3/\text{日}$  弱～ $200 \text{ m}^3/\text{日}$  (透水係数  $1.5 \sim 3 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ )、Bostan 周辺の中規模扇状地では  $300 \sim 700 \text{ m}^3/\text{日}$  (透水係数  $5 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ )、流路沿いでは上流部で  $20 \sim 30 \text{ m}^3/\text{日}$  (透水係数  $6 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ )、下流側では  $10 \text{ m}^3/\text{日}$  以下 (透水係数  $1 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$  以下) を示す。

## 3) クエッタ北部支流域

クエッタ北部支流域は Hanna - Urak River 水系と Sariab Lora 水系から構成される。前者流域は中新統礫岩が大部分を占め、また中流域には Subrecent dep. が分布する。Sariab Lora 流域は中新統石灰岩と一部頁岩が分布する。山地裾には全体に扇状地堆積物が分布するが、特に Hanna-Urak River 水系のもの及び Sariab Lora 水系南西側山麓のものが大きい。中生界石灰岩及び頁岩は難透水層を作り水理地質的基盤を形成する。扇状地堆積物は良好な地下水涵養域を形成する。谷床堆積物は一般に難透水性の細粒堆積物が優勢である。特に表層はシルト粘土層が覆い浸透能力は低い。沖積堆積物の比産出量は山麓斜面扇状地堆積物上部で大きく20%以上を示す。

透水量係数は扇状地地域では  $20 \sim 80 \text{ m}^3/\text{日}$  (透水係数  $5 \times 10^{-4} \sim 2 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ ) を示すのが大部分で部分的に、 $100 \sim 600 \text{ m}^3/\text{日}$  (透水係数  $7 \times 10^{-3} \sim 3 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ ) の比較的大きな値を示すところが見受けられる。谷床平野では  $4 \sim 5 \text{ m}^3/\text{日}$  (透水係数  $2 \sim 3 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ ) を示す。

## 4) マストゥング支流域

マストゥング支流域は主として石灰岩の急峻な山地に挟まれた南北に細長い谷地からなる。扇状地は山地裾に沿って発達するが東側山脈に沿ったものと南側のものが比較的規模が大きい。また砂丘堆積物が一部に拡がる。基盤岩は難透水層を作り水理地質的基盤を形成する。谷床堆積物は一般に難透水性の細粒堆積物が優勢である。特に表層はシルト粘土層が覆い浸透能力は低い。沖積堆積物の比産出量は北部・東部及び南部の扇状地堆積物の山地側で20%以上を示す。東側山麓沿いのものは比較的小さく10%前後である。谷床部は10%以下で更に中央部は5%以下を示す。

透水量係数は北部・東部及び南部の扇状地堆積物部で  $100$  弱～ $250 \text{ m}^3/\text{日}$  (透水係数  $5 \sim 6 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ )、谷床部では  $40 \text{ m}^3/\text{日}$  前後 (透水係数  $3 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$  前後) それ以外では  $10 \text{ m}^3/\text{日}$  以下 (透水係数  $5 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$  前後) の低透水性であり、特に  $2 \sim 3 \text{ m}^3/\text{日}$  前後を示すところが多い。

## 5) カラット支流域

カラット支流域は東部に始新統石灰岩が広く分布する。中央部から西部にかけては古生界～中生界が主として分布し、また始新統石灰岩も分布する。低地の基盤は頁岩が分布するものと推定される。山

麓沿いには扇状地堆積物が広範囲に分布し、低地中心部は谷床平野の堆積物からなる。始新統石灰岩は亀裂・空洞の発達する石灰岩で本支流域では有力な帯水層のひとつであり、湧水が発達する。扇状地堆積物は帯水層を形成するが比較的層厚が薄い。谷床堆積物は主として細粒堆積物で難透水層を形成し、浸透能力は低い。沖積堆積物の比産出量は20%以上の地域が北東部から北部の山麓斜面扇状地堆積物上部及び東部の範囲で分布し、特に北部には25%程度の所も認められる。

透水量係数は谷床平野～扇状地地域では15～50m<sup>3</sup>/日（透水係数 $2 \times 10^{-4} \sim 4 \times 10^{-3}$ cm/sec）、始新統石灰岩が帯水層となっている場合は空洞水のような状態で流れているケースで1000m<sup>3</sup>/日弱の大きな値を示す（透水係数 $2 \times 10^{-2}$ cm/sec前後）。

#### 6) バトキシャーナワズ支流域

バトキシャーナワズ支流域は東側がジュラ系と新第三系の石灰岩・頁岩、西側山脈が中新統砂岩によって構成され南北に連なっている。低地の基盤は頁岩が分布するものと推定される。山麓沿いには扇状地堆積物が広範囲に分布し、帯水層を形成する。谷床平野の分布は僅かである。沖積堆積物の比産出量は東側山脈山麓の扇状地地域で大きく20%以上を示す。

透水量係数はデータが少なく全体的傾向がつかめないが扇状地地域では50～500m<sup>3</sup>/日前後（透水係数 $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$ cm/sec前後）、谷底部では沖積層そのものの層厚が薄く透水量係数3m<sup>3</sup>/日前後（透水係数 $7 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$ cm/sec前後）とかなり小さい。

#### (2) 地下水

本流域内の重要な地下水資源は現世の扇状地堆積物内の帯水層からが大部分で、一部河床堆積物中を流下する伏流水の採取、または南部に位置するカラット支流域などではレッカ・空洞の発達する新規石灰岩中からの湧水が利用されている。

重要な帯水層を形成する第四系堆積物を見ると山麓扇状地が透水性良好な砂礫層内帯水部及び涵養部となり主として不圧帯水層を形成する。山地末端から数km下流側に離れるとシルト粘土層と砂礫層が指交し、砂礫層は被圧～半被圧帯水層を形成する。更に下流に下るとシルト粘土層の割合が多くなり、最下流の谷床平野ではほぼ完全にシルト粘土層になる。この谷床平野部は、不透水性のバリアとなり、大局的に見て沖積層の地下水は地下ダム状となっている。従ってそれぞれの支流域地下水盆から下流側の地下水盆に地下水として流下する量は極めて少ないと見込まれる。

主として扇状地帯水層部からの取水はチューブウェルによって年を通じて揚水が行われており、河床堆積物伏流水の取水や岩盤レッカからの湧水の場合は古来からの取水施設カレースによって行われている。特にチューブウェルの利用は近年盛んに行われており、その量は涵養量をかなり上回る過剰揚水の為、流域内の地下水位低下は著しいものとなっている。地下水位モニタリング結果から、ピシン、クエッタ北部、及びマストゥング支流域での近年の地下水位変動を次表に示す。

ピシン・クエッタ北部・マストゥング流域における地下水位変動状況

(m)

Duration	Pishin					Quetta Northern					Mastung		
	i	ii	iii	iv	v	i	ii	iii	iv	v	i	ii	iii
85/86-88/89*	-4~-5	-11~-12	-6~-7	-4~-4.5	0-1	-1~-3	-0.2~-0.5	0-1	-3~-4	0-2	-3~-5	-2~-3	-1~-2
88/89-91/92	-1.9	5-8	5-7	-0.1~-1.5	-0.8-1	-2~-3	0~-2	0~-5	-4~-6	0-2	-4~-4.5	-3~-4	0~-1.5
91/92-94/95	-4.9~-5.5	0-4	3-8	-0.2~-0.7	0-0	-4~-7	0~-2	0~-5	-5~-6	0-2	-9~-10	-2~-3	-1~-1.5
Total	-9~-10	-2~-4.5	-5~-6	-3~-5	0-2	-10~-14	0~-3	0~-4	-14~-15	0-3	-10~-16	-8~-10	-5~-6

Pishin  
 i: Western Foot Slopes  
 ii: Northern Piedmont  
 iii: North-Eastern Piedmont  
 iv: South-Eastern Piedmont  
 v: Central Valley Floor  
 \*: (Pishin: 75/76-88/89)

Quetta Northern  
 i: Southern Area  
 ii: Western Piedmont  
 iii: Eastern Piedmont  
 iv: along Hanna-Urak River  
 v: Central Valley Floor

Mastung  
 i: Kad Kocha Area  
 ii: around Pringabad Town  
 iii: around Mastung Town

この地下水モニタリングの結果、地下水降水量の著しい地域が明瞭に表れている。

ピシン流域では、帯水層の発達した山麓扇状地部での変動が大きい。ただしここ数年の地下水位は単純に水位測定結果のみを見ると逆に上昇している様に見受けられる。しかしこれは、実際に揚水にも使われていた水位測定用井戸が何らかの理由で揚水停止したため周辺の局所的な水位回復などが現れたものも多数ある。現実の広範囲な水位変動を表していないこれら揚水停止による一時的・局所的な変動の影響をできるだけ避けるため、1992/93~94/95年の2年間の水位変動の解析を再度行った結果、一部(北部地域)水位上昇を示す地域はあるが、1988/89~94/95年の6年間のデータ変動をそのまま使用した場合に較べると、かなりその変動量は小さいものである。水位上昇を示す地域は地下水涵養ダムなどの効果が表れているものと考えられる。

クエッタ北部流域では、南部 Landi~Mian Ghundi を中心とする両側の山麓地、及び Hanna-Urak River~Baleli Gap での水位降下が著しい。特に後者の最近の水位降水量は年平均2m程度とかなり大きなものとなっている。これに対して、クエッタ市街地などが分布する流域中央部は水位変動がほとんどない。ただしやや水位降下の大きい所が目玉状に分布する。

マストゥング流域では、上表で述べた3地域でいずれも水位降下が比較的大きいが特に Kad Kocha 下流域の水位降下は特徴があり、近年3年間の水位降水量が極めて顕著であり、年平均3~4mに達する。これに対して Pringabad Town 地域では年平均1~2m、Mastung Town 地域では年平均0.5m程度となっている。それ以外の地域では、山麓地域で水位降水量が大きく、下流に向かうにつれて水位変動が小さくなる。

全体の地下水位変動状況から各流域における涵養量は以下の通りとなる。

・ピシン流域

1975/76~88/89の13年間 総量で574MCM揚水過剰(年平均44MCM)  
 1992/93~94/95の2年間 総量で26MCM揚水過剰(年平均13MCM)

・クエッタ北部流域

1985/86~88/89の3年間 総量で57MCM揚水過剰(年平均19MCM)  
 1988/89~91/92の3年間 総量で63MCM揚水過剰(年平均21MCM)  
 1991/92~94/95の3年間 総量で51MCM揚水過剰(年平均17MCM)

・マストゥング北部流域

1985/86~88/89の3年間 総量で43MCM揚水過剰(年平均14MCM)

1988/89~91/92 の3年間

総量で 39MCM 揚水過剰 (年平均 13MCM)

1991/92~94/95 の3年間

総量で 65MCM 揚水過剰 (年平均 22MCM)

### 3.3.6 土壌

#### (1) 土壌の概要

調査対象地域の土壌は既存の土壌調査レポートのレビュー及び現地委託調査(オーガーボーリング及び1.5m深の試掘)によって調査した。また代表的な試掘地点にて合計100点の試料採取を行い、以下の項目について分析を行った。

物理性：土性、仮比重、透水性、pF

化学性：pH、EC、CEC、水溶性カチオン、全窒素、全炭素、有効態リン酸

調査対象地区の土壌は主として石灰岩や頁岩、砂岩に由来する沖積物である。土壌の分析結果からみると、土性は loamy sand~silty clay であるが、多くの土壌は silt loam である。有機物含量は全般に低く、0.2~0.4%程度である。土壌 pH は 7.5~8.5 で、リン酸や微量元素の吸収に特に悪影響は与えないものと思われる。土壌塩分度は全般的に低い。窒素含量は非常に低く 0.001~0.1%程度である。特に未耕作地の窒素含量は低い。有効態リン酸量も少なく、土壌深度につれて減少する傾向にある。地区内に見られる主要土壌の概略を下表に示した。

調査対象地域内主要土壌分類

土壌統	土性	FAO 分類	USDA 分類
MAJOR SOIL SERIES			
Barshore	Silt loam & very fine sandy loam	Haplic Yermosols	Typic Camborthids
Pinakai	Loam, very fine sandy loam & silt loam	Haplic Yermosols	Typic Camborthids
Pishin	Fine sandy loam and sandy loam	Haplic Yermosols	Typic Camborthids
Pringabad	Very fine sandy loam	Haplic Yermosols	Xerollic Camborthids
Sariab	Loam & silt loam	Haplic Yermosols	Typic Camborthids
Shabak	Gravelly clay loam	Calcic Serosols	Xerollic Calciorhids
Shomozai	Silt loam, loam & very fine sandy loam	Haplic Yermosols	Typic Camborthids
Zard	Silt loam and very fine sandy loam	Haplic Yermosols	Typic Camborthids
MINOR SOIL SERIES			
Azam	Silty clay and clay	Haplic Yermosols	Typic Camborthids
Chiltan	Gravelly loam	Haplic Yermosols	Typic Camborthids
Ghaza	Silty clay loam & clay loam	Orthic Solonchake	Salorthids
Hathara	Silt loam and very fine sandy loam	Haplic Yermosols	Typic Eutrochrepts
Injira	Gravelly loam	Haplic Yermosols	Xerollic Camborthids
Kaftari	Silt loam and very fine sandy loam	Haplic Yermosols	Typic Eutrochrepts
Lajwar	Silty clay loam & clay loam	Haplic Yermosols	Typic Camborthids
Maslakh	Gravelly clay loam	Calcic Serosols	Xerollic Calciorhids
Quetta	Silty clay loam & clay loam	Haplic Yermosols	Typic Camborthids
Taleri	Loam and very fine sandy loam	Haplic Yermosols	Typic Camborthids
Toba	Gravelly clay loam	Calcic Serosols	Xerollic Calciorhids

#### (2) 土地分級

調査対象地区の土地は灌漑の有無も考慮して以下のように8段階に分級される。

分級1：非常に良好な灌漑可能地

分級2：良好な灌漑可能地

- 分級3：中程度の灌漑可能地
- 分級4：限界的な灌漑可能地
- 分級6：放牧地あるいは森林適地
- 分級7：限界的な放牧地あるいは森林地
- 分級8：農業生産不適地

分級1は土地の農業的利用に対して制約が最も少なく、さまざまな作物に対して比較的容易に高収量をあげることが可能である。分級番号が大きくなるにしたがってこの適性はしだいに低下し、分級4の土地は灌漑下においても農業にはあまり適さない土地とみなされる。この分級方法に従って調査対象地区を分類すると、各分級毎の占める割合は下表のようになる。

(単位：ha)

分級	Quetta/Pishin/Qila Abdullah	Mastung/Kalat	合計
分級1	36,500 (2.6 %)	56,500 (4.5 %)	93,000 (3.6 %)
分級2	33,200 (2.4 %)	67,000 (5.4 %)	100,200 (3.8 %)
分級3	64,200 (4.7 %)	18,100 (1.4 %)	82,300 (3.1 %)
分級4	17,700 (1.3 %)	40,300 (3.2 %)	58,000 (2.2 %)
分級6	126,500 (9.2 %)	313,900 (25.1 %)	440,400 (16.8 %)
分級7	1,058,200 (76.9 %)	601,000 (48.0 %)	1,659,200 (63.1 %)
分級8	40,100 (2.9 %)	154,900 (12.4 %)	195,000 (7.4 %)

土地分級と併せて、土壌の作物別適性についても検討を行った。作物適性は以下のように分級1から4までの4段階に分けられる。

- 分級1：適する
- 分級2：中程度に適する
- 分級3：あまり適さない
- 分級4：不適

調査対象地区内の主な土壌の作物適性分級を次表に示した。

調査対象地域の土壌作物適性分級

Soil Series	Under Irrigation		Without Irrigation		Rabi Crop			Kharif Crop		Fruit	
			Dry Farming	Grazing	Wheat Barley	Berseem	Vege	Maize Melon Tobacco	Vege	Lucern	Apple Apricot Grape Almond
MAJOR SOIL SERIES											
Bashore	irHs	dlVc	Vllc		1	1	1	1	1	1	1
Pinakai	irl	-	Vllc		1	1	1	1	1	1	1
Pishin	irHs	-	Vllc		2	2	2	2	1	2	1
Pringabad	irl	dlVc	Vllc		1	1	1	1	1	1	1
Sariab	irl	dlVc	Vllc		1	1	1	1	1	1	1
Shabak	-	-	Vllc		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Shomozai	irl	dlVc	Vllc		1	1	1	1	1	1	1
Zard	irl	dlVc	-		1	1	1	1	1	1	1
MINOR SOIL SERIES											
Azam	irHs	-	Vllc		2	1	2	2	2	1	2
Chiltan	-	-	Vllc		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Ghaza	irHla	-	Vllfa		3	3	4	4	4	3	4
Hathara	irl	dlVc	-		1	1	1	1	1	1	1
Ingera	-	-	Vllc		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Kaftari	irl	dlVc	-		1	1	1	1	1	1	1
Lajwar	irl	-	Vllc		1	1	1	1	1	1	1
Maslakh	-	-	Vllc		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Quetta	irl	dlVc	Vllc		1	1	1	1	1	1	1
Taleri	irHs	-	Vllc		2	2	2	2	2	2	2
Toba	-	-	Vllc		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

注： ir = under irrigation, d = under dry farming. s = soil restricted in use due to shallow soil depth, stoniness, slow or rapid permeability. a = soils restricted in use due to salinity or alkalinity. c = soils restricted in use due to unfavorable climate.

### 3.4 農村社会施設

#### (1) 生活用排水

パロチスタンの農村部における公共給水施設の普及率は1993年には45%に達した(全国平均は48%)。しかし農村地域の下水施設はまだ10%程度である(全国平均は14%)。パロチスタンの都市部では人口の90%が公共水道施設を利用しており、下水施設も住民の50%をカバーしている。しかしながら、この数字はサービスの質については語っておらず、例えば給水施設にも管水路により供給されるものから、集落の給水槽にいたる各段階が含まれている。この州では、既存の水道水源の約80%が地下水を利用している。

計画地域を含むディストリクトでは、農村地域の公共給水施設の水源地は、州全体でも同様であるが、大部分がチューブウェルで、ダム貯水池や河川を水源とする給水施設は見当たらない。計画地域の5ディストリクトでは、218カ所の管水路給水施設と577カ所の村落給水タンクが設置されている。農村地域の水道用水の使用割合は家庭用が83%、工業用が7%、その他10%となっている。

#### (2) 電力

1977年にパロチスタン州はシンド州にあるグドゥ国立発電所と接続され、この発電所から220KV、272kmの送電線でシビまで、シビから132KV、163kmの送電線でクエッタまでの送電が行われ、1979

年には既存の75MWの発電所にも接続された。現在これらの総電力量は約240MWとなっている。

これらに加えて、19カ所のディーゼルによるミニ発電所が各地に設置されている。現在のバロチスタン州の電圧別の送電線延長と変電所数は下表のとおりとなっている。

バロチスタン州配電施設

電圧	送電線 (km)	変電所数	配電線 (km)
220KV	272	1	-
132KV	1,283	27	-
66KV	291	7	-
33KV	624	13	-
11KV	-	-	7,580
0.4KV	-	-	3,383
合計	2,424	47	10,963

出典：WAPDA Power Wing, Quetta

バロチスタンには非常に多くの小規模な村落が散在しているので、電力施設の普及に反し、配電効率が悪く、農村地域の電化は下表に見られるように未だ不十分である。

バロチスタン州電化状況

地域	主村落数	準村落数	合計	電化村落数	電化割合(%)
調査対象地域	1,383	1,407	2,790	926	33.2%
バロチスタン	5,596	7,127	12,723	2,488	19.6%

出典：第8次計画作業グループによる電化計画資料

州における一人当たり電力消費量は約240KWHと言われている。大きな問題は、使用電力料の甚だしい支払遅延が見られることで、特に農業用電力使用者（チューブウェル）のそれが著しい。報告されているところでは、支払遅延率は46%にものほり、使用者一戸あたり8万ルピーにも達していると言う。

### (3) 道路及び交通

バロチスタン州の面積は国の43.6%を占めているが、道路延長は国全体の19%にすぎない。州の道路の総延長は約21,700kmで、このうち国道が約2,600km、辺境防備道路が1,700km、一般州道が17,400kmとなっている。調査対象地域のタイプ別道路延長は下表のとおりである

調査対象地域内道路網

タイプ	クエッタ	キアラブドゥラ	ピシン	マストゥング	カラット	合計
国道ハイウェイ	45	64	162	80	112	463
辺境防備道路*	100	476	0	0	0	57
州道	552	697	1,557	252	558	3,616
合計	697	1,237	1,719	332	670	4,655

出典：Communication and Works Department, Balochistan, 1994-95

国道はほとんどすべて舗装されているが、州道は舗装区域はわずか11%である。クエッタディストリクトの道路密度はかなり高いが、カラットやマストゥングのそれは非常に低い。これらの他に地方の季節的な利用道路が数多く見られるが、これらの道路が実際には遠隔地の村落へのアクセス道路として非常に重要な役割を果たしている。

#### (4) 教育施設、入学者数及び教員数

パロチスタンにおける教育施設は近年若干増加してきた。1995年現在で、8,011の小学校、623の中学校、332の高等学校及び44の専門学校・大学が設立されている。これらのうち、小学校1,762、中学校166、高校109及び専門学校・大学16が調査対象地域(5ディストリクト)に立地している。これらの他に若干の私立の学校、連邦政府の学校、及びモスク学校がある。

パロチスタンにおける小学校の入学者数は約520,000人で、そのうち71%が男子、29%が女子である。調査対象地域の小学校入学者数は約194,000人で、67%が男子、33%が女子となっている。また中学校の入学者数は州で約90,000人、調査対象地域で約33,000人である。また高校入学者数は州合計で約36,000人、調査対象地域で約11,000人である。一方教員数は、州全体で、小学校19,500人、中学校6,200人、高校2,700人、調査対象地域ではそれぞれ5,700人、1,600人及び1,100人となっている。

上記の数値からみると、調査対象地域では、一校あたりの入学者数は小学校で110人、中学校で200人、高校で100人ということになる。一方一校あたりの教員数は、それぞれ3.2人、9.6人及び10人となる。したがって教員一人あたりの生徒数はそれぞれ34人、21人及び10人となる。多くの小学校の校舎は屋根もなく、破損しており、用排水施設、電気、教材、訓練等の施設も極めて不備である。

#### (5) 保健施設及び医療保健業務従事者

1995年において、パロチスタンには、病院40カ所(ベッド数2,560)、医院539カ所(ベッド数40)、及び農村保健センター46カ所(ベッド数470)が設置されている。これらの他に459カ所の保健支所、78カ所の都市保健センター及び18カ所の結核療養所がある。全体で約1,200に及ぶこれらの施設のうち約1,050が公営で、市営の施設はきわめて少なく、しかもほとんどすべてがクエッタ市に設置されている。保健医療施設は不備でサービスの質も低い。調査対象地域(5ディストリクト)には、病院10カ所(ベッド数1,540)、医院95カ所(ベッド数10)及び農村保健センター9カ所(ベッド数90)が立地している。これらの数は近年ほとんど増加していない。

医師の員数は州全体で900人、調査対象地域で453人である。看護婦の員数は州全体でわずか251人(調査対象地域で240人)であり、ほとんどがクエッタに勤務している。この他女性の健康相談員と助産婦がそれぞれ州全体で164人及び697人、調査対象地域で77人及び160人配置されている。これらの数値によれば、調査対象地域の住民1,000人あたりの保健サービス関係者は、医師0.3人、看護婦0.1人、その他0.5人となる。保健医療サービスはしばしば適切でなく、施設の配置も適切ではない。第8次5カ年計画では、過度に中央志向の保健医療施設の地方分散化と地域の人口規模に対応した公平な医療サービスの推進をめざしている。

### 3.5 農業

#### 3.5.1 農地規模及び土地所有形態

1990年の農業センサスによれば、調査対象地域の全農地面積、全耕地面積、全農家戸数及び平均農地面積はそれぞれ357,619ha、209,000ha、47,931戸及び7.5haであった。また、20ha以上の大規模農家は戸数では全体の約8%にしかすぎないが、面積では約42%を所有している。一方、5ha以下の小規模農家は全体戸数の約60%を占めるが、面積では約19%である。

調査対象地域の農業経営規模

農地規模	<1ha	1-5ha	5-10ha	10-20ha	>20ha	合計
農家戸数	5,508	23,496	8,942	6,036	3,949	47,931
割合(%)	11.5	49.0	18.7	12.6	8.2	100
耕地面積(ha)						209,000
農地面積(ha)	3,053	64,452	62,763	77,908	149,443	357,619
割合(%)	0.9	18.0	17.6	21.8	41.8	100
平均農地面積(ha/農家)	0.6	2.7	7.0	12.9	37.8	7.5

出典：Agricultural Census 1990, Agricultural Census Organization.

土地所有形態については自作農家、自作兼小作農家及び小作農家の3種類に分けられる。小作農家はさらに永久小作農(Lathband)と随意小作農(Tab-e-Marzi)の2つに分けられる。永久小作農は土地使用権を永久かつ世襲で有する。小作人は農業生産に必要なものすべてを負担する。また小作料として生産額の1/6を地主に支払わなければならない。また随意小作農は小作権は臨時のもので地主はいつでも農地を取り上げることができる。農業生産資材は地主がすべて負担し、小作人は生産額の2/3を地主に支払う。1990年の農業センサスによれば、調査対象地区では自作農家、自作兼小作農家及び小作農家の数は以下の通りである。

調査対象地域内における土地所有形態

土地所有形態	自作農家	自作兼小作	小作農家	合計
農家戸数	41,380	4,021	2,534	47,931
割合(%)	86.3	8.4	5.3	
農地面積(ha)	291,709	52,550	13,551	357,619
割合(%)	81.5	14.7	3.8	

出典：Agricultural Census 1990, Agricultural Census Organization.

### 3.5.2 土地利用

農業局発行の農業統計によれば、調査対象地区の土地利用は以下の通りである。数字は1991年から1995年までの5年間の平均値である。

調査対象地域の土地利用状況

(単位：ha)

ディストリクト	クエッタ	ピシン	カラット	合計
全面積	265,287	1,111,159	1,251,733	2,628,179
調査された面積	139,857	265,514	956,332	1,361,703
(1)=(2)+(3)				
耕作地 (2)	38,559	96,015	125,495	260,069
灌漑地域	10,746	34,591	45,638	90,975
非灌漑地域	598	13,786	17,206	31,590
休耕地	27,215	47,638	62,651	137,504
非耕作地 (3)	101,288	169,485	830,079	1,100,852
耕作可能地	40,347	14,270	191,789	246,406
森林	39,088	73,065	63,181	175,334
耕作不適地	21,853	82,150	575,109	679,112

出典：Agricultural Statistics 1990/91 - 1994/95, Department of Agriculture, Balochistan.

上表によると、全耕地面積は全体の約10%にあたる260,069haであり、そのうちの約47% (122,565ha)が耕作地で、残りの約53%が休閑地である。全耕地面積は農業センサス (1990年)とは異なった数字であるが、これは集計方法の違いや調査年次の違い等によるものと思われる。過去5年間における最大の変化は灌漑面積の急激な増大である。1991年に71,083haであった灌漑農地は1995年には46%増加して105,946haとなった。特にカラットディストリクト (マストゥングディストリクトを含む)の増加率が54%と大きく、次いでピシンディストリクト (キラアブドゥラディストリクトを含む)の47%増、クエッタディストリクトの35%増となっている。この灌漑面積の増加は主として果樹面積の増加 (1991年の13,575haから1995年の29,890ha)によるところが大きく、その増加率は約120%である。また、過去20年間の灌漑面積の変化を下表に示した。調査対象地区の灌漑面積はこの20年間で3倍以上に増加しており、特に最近5年間の増加率の大きいことがうかがえる。

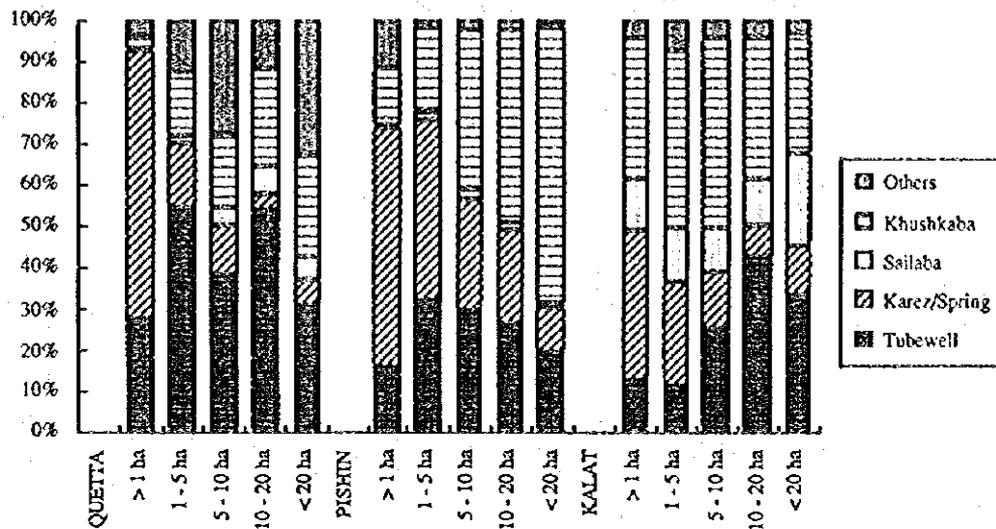
ディストリクト	1974/75	1979/80	1984/85	1989/90	1994/95
クエッタ	6,889 (100)	8,087 (117)	7,738 (112)	8,718 (127)	12,138 (176)
ピシン	12,534 (100)	18,986 (151)	22,853 (182)	26,224 (209)	40,730 (325)
カラット	11,204 (100)	14,737 (132)	25,569 (228)	33,674 (301)	53,078 (474)
合計	30,627 (100)	41,810 (137)	56,160 (183)	68,616 (224)	105,946 (346)

出典: Agricultural Statistics, Agriculture Department of Balochistan.

また、下表に農家規模別及び灌漑水源別の栽培面積をディストリクト別に示した。これによると、大規模農家ほど非灌漑の Sailaba、Khushkaba が占める割合が高く、小規模農家ほど灌漑率は高いこと、また小規模農家ほどチューブウエルよりもカレーズ等に依存する割合が高いことなどがわかる。

農地規模	<1ha	1-5ha	5-10ha	10-20ha	>20ha	合計
<b>クエッタディストリクト</b>						
チューブウエル	45 (27)	849 (54)	576 (38)	1,439 (54)	2,482 (31)	5,391
カレーズなど	107 (64)	239 (16)	(12)	100 (4)	455 (6)	1,083
Sailaba	1 (0.6)	32 (2)	67 (4)	194 (7)	500 (6)	794
Khushkaba	6 (3)	245 (16)	276 (18)	632 (24)	2,019 (25)	3,178
その他	6 (3)	193 (12)	419 (28)	324 (13)	2,590 (31)	3,531
<b>ピシンディストリクト</b>						
チューブウエル	198 (16)	6,360 (32)	3,897 (30)	3,111 (26)	4,954 (26)	18,520
カレーズなど	713 (57)	8,528 (43)	3,506 (27)	2,629 (22)	2,715 (22)	18,091
Sailaba	11 (1)	347 (2)	279 (2)	232 (2)	309 (1)	1,177
Khushkaba	166 (13)	3,967 (20)	5,075 (39)	5,504 (47)	17,091 (67)	31,803
その他	146 (11)	477 (2)	367 (3)	300 (2)	407 (1)	1,700
<b>カラットディストリクト</b>						
チューブウエル	145 (13)	2,575 (11)	5,698 (25)	13,533 (42)	14,844 (33)	36,794
カレーズなど	403 (36)	5,707 (25)	3,103 (13)	2,395 (8)	5,567 (13)	17,176
Sailaba	135 (12)	2,979 (13)	10,445 (11)	3,688 (12)	10,202 (23)	19,446
Khushkaba	387 (35)	9,888 (43)	10,445 (46)	10,955 (34)	13,067 (29)	44,742
その他	49 (4)	1,712 (8)	1,067 (4)	1,385 (5)	1,596 (4)	5,809

出典: Agricultural Census 1990, Agricultural Census Organization.



所有農地規模別灌漑形態比率

### 3.5.3 農産生産及び作付体系

農業生産上から調査対象地区の季節は冬期 (Rabi) と夏期 (Kharif) の2つに大別される。耕作地は灌漑地域と非灌漑地域より成る。調査対象地区の最も重要な換金作物は果樹であり、灌漑地域でのみ栽培されている。その他灌漑地域での主な冬作物は小麦、キューミン、野菜類、飼料作物であり、夏作物はソルガム、メイズ、タマネギ、ジャガイモ、スイカ等である。また、非灌漑地域では冬作物は小麦、大麦、キューミン等で、一方夏作物はスイカ及び飼料作物のみである。主要作物の播種期及び収穫期は以下の通りである。

主要作物の現況作付体系

作物	播種期	収穫期
冬期 (RABI)		
小麦	October - December	May - June
大麦	October - December	May - June
キューミン	February	May
野菜類	October - January	May - June
飼料作物		
アルファルファ	November - February	May (1st harvest)
バーシム	October - November	December - May
夏期 (KHARIF)		
果樹		
リンゴ	February - March	September - November
アプリコット	February - March	May - July
ぶどう	February - March	September - October
タマネギ	February	September - October
ジャガイモ	April - May	August
野菜類	April - May	June - July
スイカ	April	June - August
飼料作物		
メイズ	April - May	July - September
ソルガム	May	June - July
ミレット	May	August
タバコ	April - May	September

出典 : Agriculture Department of Balochistan.

輪作体系については、農業局が休閑を含む体系（小麦－休閑－小麦、小麦－休閑－野菜類等）を推奨しており、農家によっては輪作を実行している場合もあるが、実際には灌漑水が得られるかどうかによって左右されるところも大きい。また、未成木の果樹園には小麦やアルファルファ等の飼料作物、野菜類が間作されている。

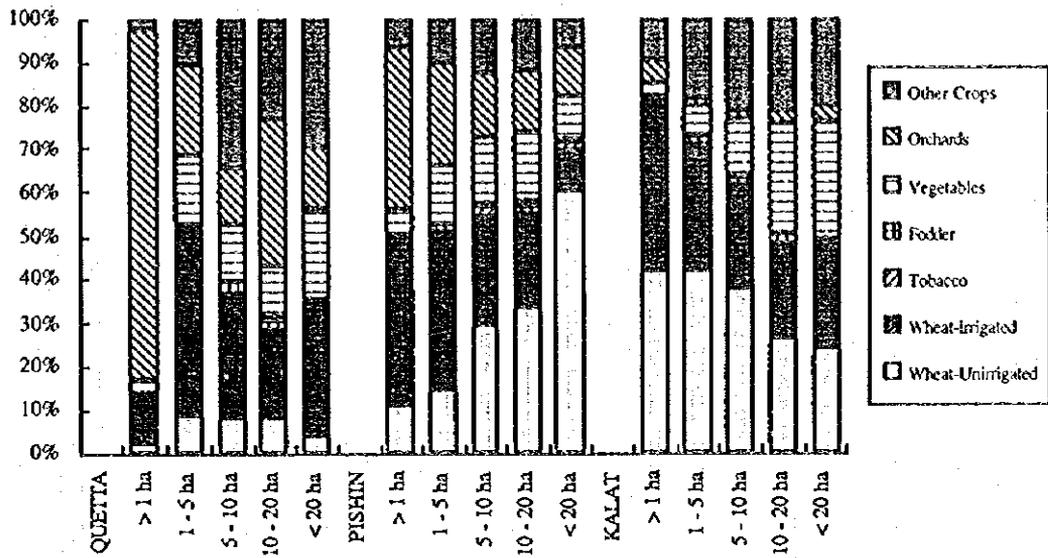
また、調査対象地区の主要作物の栽培面積及び作付率は以下の通りである。数字は1991年から1995年までの5年間の平均値である。

調査対象地域における栽培面積及び作付率

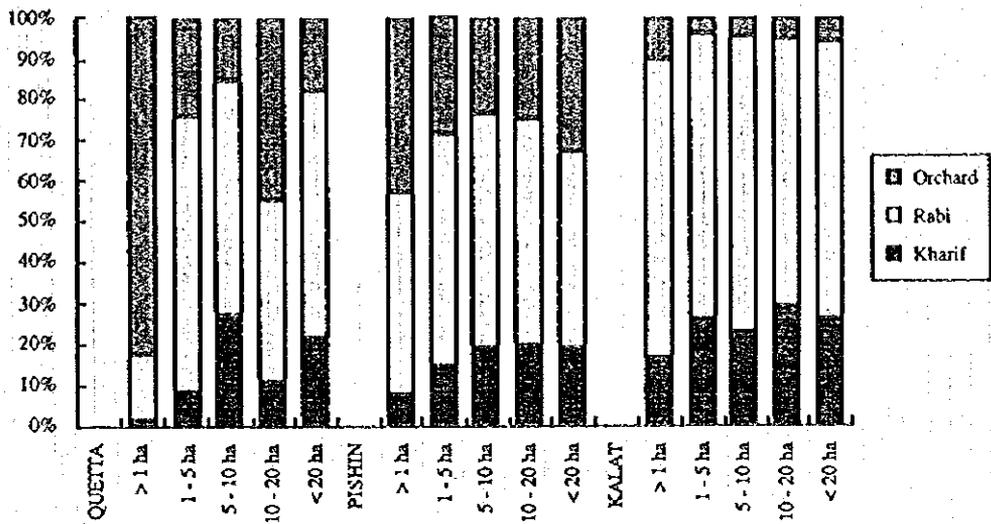
作物	灌漑農地		非灌漑農地		合計 (ha)	合計 (%)
	(ha)	(%)	(ha)	(%)		
冬期 (RABI)						
小麦	33,219	35.6	22,655	12.7	55,874	20.6
大麦	3,837	4.1	2,498	1.4	6,335	2.3
キューミン	3,419	3.7	3,149	1.8	6,568	2.4
野菜類	1,008	1.1	3	0.0	1,011	0.4
飼料作物	4,400	4.7	1,970	1.1	6,370	2.3
小計(1)	45,883	49.2	30,275	17.0	76,158	28.1
夏期 (KHARIF)						
果樹	22,147	23.7	0	0.0	22,147	8.2
タマネギ	7,342	7.9	0	0.0	7,342	2.7
ジャガイモ	4,171	4.5	0	0.0	4,171	1.5
野菜類	3,575	3.8	0	0.0	3,575	1.3
スイカ	4,452	4.8	1,036	0.6	5,488	2.0
飼料作物	1,709	1.8	230	0.1	1,939	0.7
タバコ	1,647	1.8	0	0.0	1,647	0.6
その他	48	0.1	47	0.1	95	0.1
小計(2)	45,091	48.3	1,313	0.8	46,404	17.1
合計(1+2)	90,975	97.5	31,590	17.8	122,565	45.1
全耕地面積	93,323		178,170		271,493	

出典：Agricultural Statistics, Agriculture Department of Balochistan.

1990年の農業センサスによる農家規模別の作付け体系、及び農家規模別の季節別栽培面積及び果樹栽培面積を下図に示した。これらによると、特にクエッタ及びピシンドイストリクトでは栽培面積1ha以下の小規模農家で特に果樹の占める比率が高く、規模が大きくなるほど野菜の比率が高くなることわかる。また、特にピシン、カラットディストリクトでは全体に占める小麦の割合は多い。ピシンドイストリクトでは大規模農家ほど非灌漑の小麦が多い。また、カラットディストリクトでは大規模農家の野菜栽培の比率が高い。



所有農地規模別作物栽培面積



所有農地規模別・季節別栽培面積及び果樹栽培面積

### 3.5.4 作物収量及び生産量

調査対象地区における農作物の平均収量 (ton/ha) を過去5年間の農業統計を下表に示すように算出した。

調査対象地域における農産物平均収量			
作物	灌漑地域	非灌漑地域	平均
冬期 (RABI)			
小麦	2.51	1.13	1.95
大麦	1.77	1.22	1.50
キューミン	0.66	0.46	0.56
野菜類	15.96	-	15.90
飼料作物	22.58	11.02	19.01
夏期 (KHARIF)			
果樹	10.97	-	10.97
リンゴ	15.50	-	15.50
アプリコット	18.78	-	18.78
ぶどう	11.07	-	11.07
タマネギ	21.92	-	21.92
ジャガイモ	15.37	-	15.37
野菜類	13.83	-	13.83
スイカ	17.91	10.22	16.46
飼料作物	56.40	20.02	52.09
タバコ	1.69	-	1.69

出典：Agricultural Statistics, Agriculture Department of Balochistan.

一方、農業試験場 (ARI) や果樹試験場 (DFDC) で得られた主要作物に関する施肥試験や品種比較試験の結果を次表に示す。

施肥試験及び品種比較試験結果

作物	品種	収量(ton/ha)	研究所	備考
小麦	PAK-81	5.3	ARI	品種試験; NPK=145-85-0 kg/ha
	Zarghoon-79	5.5		- 同上 -
	K.Noor	5.9		- 同上 -
	Sarhad-87	6.2		- 同上 -
	Zamindar-80	6.4		- 同上 -
タマネギ	Local Pink	35.8	ARI	施肥試験; NPK=150-100-100 kg/ha
		30.7		- 同上 -
		29.6		施肥試験; NPK=100-50-0 kg/ha
		26.7		- 同上 -
	Local	36.0		植栽間隔試験
ポテト	Local	41.1		雑草処理試験
	Local	39.1	ARI	施肥試験; NPK=175-125-125 kg/ha
		35.9		- 同上 -
		26.8		施肥試験; NPK=125-75-0 kg/ha
		24.6		- 同上 -
7M7M77	Patrones	17.4	ARI	品種試験
	Diamont	16.5		- 同上 -
	8/9 (fresh)	80.6	ARI	施肥試験; NPK=30-100-0 kg/ha
	8/9 (dry matter)	19.5		施肥試験; NPK=60-150-0 kg/ha
	Kandhari (fresh)	74.6		施肥試験; NPK=30-100-0 kg/ha
リンゴ	Kandhari (dry)	19.1		施肥試験; NPK=30-30-0 kg/ha
	8/9 (fresh)	40.0	ARI	品種試験
	Sundor (fresh)	46.3		- 同上 -
	Red Delicious	30.0	DFDC	品種試験
	Katja	35.0		- 同上 -
777777	Golden Delicious	45.0		- 同上 -
	Charmaghg	20.0	DFDC	品種試験
ブドウ	Sardai	15.0		- 同上 -
	Kishmish	20.0	DFDC	品種試験
	Haita	15.0		- 同上 -

また、上記農業統計の平均収量をもとに算出した調査対象地区の作物生産量は以下の通りである。

調査対象地域の作物生産量

ディストリクト	クエッタ		ピシン		カラット		合計	
	灌漑	非灌漑	灌漑	非灌漑	灌漑	非灌漑	灌漑	非灌漑
冬期 (RABI)								
小麦	5,774	642	34,800	13,526	42,690	11,204	83,264	25,372
大麦	318	-	1,738	1,006	4,498	2,075	6,554	3,081
キューミン	83	-	547	175	1,621	1,289	2,251	1,465
野菜類	4,602	-	5,649	-	5,853	2	16,104	2
飼料作物	4,100	-	8,694	-	86,562	21,726	99,356	21,726
夏期 (KHARIF)								
果樹	60,208	-	113,140	-	68,251	-	241,599	-
リンゴ	30,007	-	62,265	-	34,648	-	126,920	-
アプリコット	8,411	-	19,811	-	9,140	-	37,362	-
ぶどう	8,711	-	15,564	-	4,261	-	28,536	-
タマネギ	6,318	-	5,040	-	150,266	-	161,624	-
ジャガイモ	1,132	-	27,088	-	35,558	-	63,778	-
野菜類	16,452	-	21,502	-	11,528	-	49,482	-
スイカ	10,842	136	62,162	4,750	6,700	5,708	79,704	10,594
飼料作物	15,656	-	29,198	1,176	51,544	3,410	96,398	4,586
タバコ	-	-	2,784	-	-	-	2,784	-

出典：Agricultural Statistics, Agriculture Department of Balochistan.

### 3.5.5 営農

調査対象地区内には既に述べたように灌漑地域及び非灌漑地域があるが、1991年から1995年までの5年間の農業統計の平均値によれば、休閑地を除くと灌漑地域が74% (90,975ha) と大半を占めている。残りの26%が非灌漑地域であるが、降水量によって栽培面積は年毎に変動する。非灌漑地域には「Khushkaba」と「Sailaba」という2つの営農体系がある。Khushkabaは耕作地に降る雨に依存する天水農業であり、Sailabaは耕作地の山側にあたる山地部から季節的に流出する洪水を利用した「洪水灌漑」である。調査対象地区では全般的に降水量が少なく、また降水分布も不均一であることから、これらの降雨依存型の営農地区では収量は低く、また作付けされない場合も多い。

調査対象地域内でもディストリクト毎に営農の形態がやや異なる。各ディストリクトの特徴は以下の通りである。

#### クエッタディストリクト

リンゴ、アプリコット等の果樹の比率が高く、ついで小麦や野菜等が多く栽培されている。他の地域と比べて、全耕地面積はそれほど広くない。また、他地域では天水農業地区 (Khushkabaと呼ばれる) も相当面積あるのに対して、耕作地の大半が灌漑地区であるのもクエッタディストリクトの特徴である。

#### ピシン、キラアブドゥラディストリクト

小麦や果樹が多く栽培されている。スイカ、メロンは他地域より多い。また、面積はそれほどでもないが、タバコが栽培されているのが特徴的である。非灌漑地区では小麦が灌漑小麦と同程度の面積で栽培されている。

カラット、マストゥングディストリクト

果樹も栽培されているが、本地区の重要な換金作物はタマネギと小麦である。また家畜頭数が多いためか、飼料作物の栽培面積が他より多い。非灌漑地区では小麦、大麦、キューミン、メロン等が栽培されている。

農業投入資材については、施肥や農薬施用は多くの場合高収量の換金作物である果樹等に限られている。また、非灌漑地域では施肥量や農薬投入量は少ないか全く使われないことも多く、これも低収量の一因となっている。下表に農業資材及び労働力の投入量（農業普及局の推奨値）を示した。

ITEM	UNIT	農業資材及び労働力の投入量 (per ha)						
		WHEAT		APPLE	ONION	POTATO	MELON	CUMIN
		灌漑	非灌漑					
<b>A. FARM INPUT</b>								
1. Seeds	kg	100 - 125	87.5	-	15 - 20	2500	5 - 6	15
						-3250		
2. FYM / Compost	ton	12.5 - 25	12.5	25	25	25	-	-
				kg/plant				
3. Fertilizer								
- Urea (N=46%)	kg	115	30	5kg NPK	115	180	75	30
- TSP (P=46%)	kg	115	57.5	-do-	115	180	75	57.5
- SOP (K=50%)	kg	62.5	-	-do-	62.5	62.5	-	-
4. Agro-Chemicals								
- Insecticide	kg	seed	seed	4-6	2	4	4	seed
		treatment	treatment					treatment
- Pesticide	litter	-do-	-do-	-do-	-do-	-do-	-do-	-do-
<b>B. MACHINERY AND ANIMAL POWER REQUIREMENT</b>								
- Land Preparation	hours	17.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.5
- Drill for Sowing	hours	2.5	2.5					
- Threshing by Tractor	hours	5.0	5.0					
<b>C. LABOUR</b>								
1. Land Preparation	man-day	15	-	20	25	37.5	37.5	15
2. Nursery / Sowing	man-day	-	-	50	5	-	-	-
3. Transplanting / Sowing	man-day	5	5	10	5	25	5	5
4. Fertilizer Application	man-day	5	-	5	5	5	-	-
5. Weeding	man-day	5	-	50	150	150	25	50
6. Water Management	man-day	30	-	45	120	100	30	15
7. Harvesting	man-day	25	25	50	100	100	75	50
8. Threshing, others	man-day	15	15	-	-	-	-	15

NOTE: FYM = Farm Yard Manure

農業センサスによると、調査対象地域で肥料を使用している農家の割合をみると、肥料及び堆肥を使用している農家が22%、化学肥料のみを使用している農家が5%、堆肥のみを使用している農家が12%となっており、何らの肥料をも使用していない農家が約60%もいることになる。また農薬を使用している農家の割合は、平均29%で、州平均の18%よりも若干高くなっている。

調査対象地域で耕耘のためにトラクターのみを使用している農家の割合は平均47%、トラクターと役畜を併用している農家が31%、役畜のみを使用している農家が22%となっている。特にピンシ及びクエッタでは機械化は相当進んでいるが、カラットでは40%の農家が農業機械を利用していない。

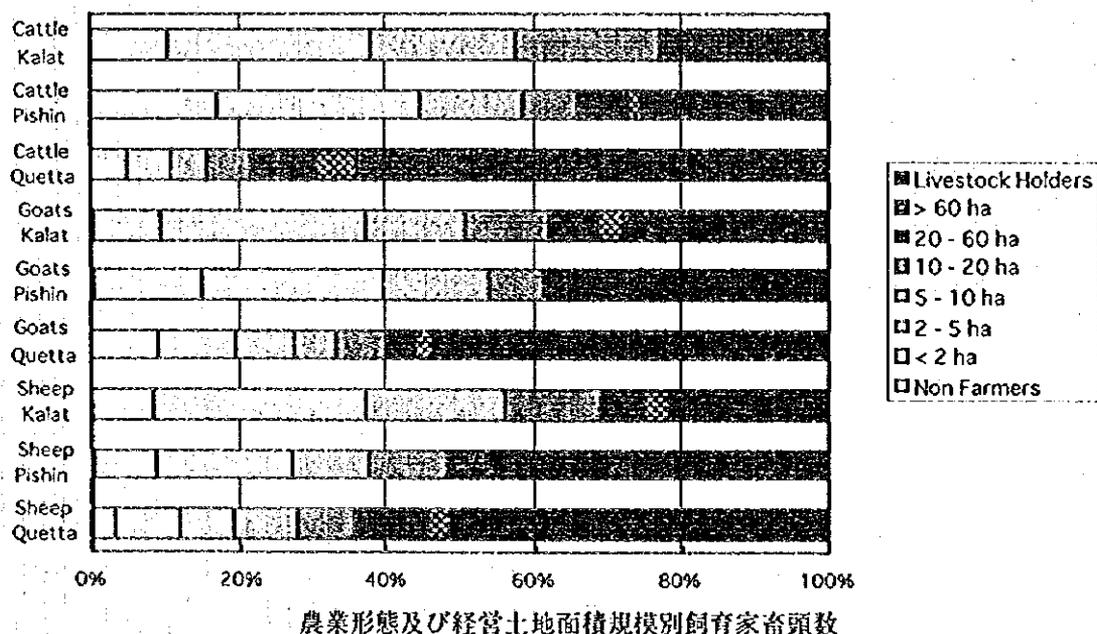
### 3.5.6 畜産

バロチスタン州はパキスタンの中で最大の面積を持つ州であるが、その多くは植生がまばらな山地や沙漠地帯である。したがって灌漑施設がある場合等を除いて耕作に適さない地域が多く、それらの地域は放牧地として利用されている。1986年の畜産センサスによれば、バロチスタン州における羊及び山羊の頭数は1,110万頭及び730万頭で、これはパキスタン全体の48%及び24%にあたる。調査対象地区内の畜産統計を以下に示す。

畜産統計			(単位：頭)
ディストリクト	クエッタ	ピシン	カラット
牛	5,715	55,988	24,742
水牛	5,015	4,305	213
羊	90,272	749,702	1,219,872
山羊	47,083	560,636	638,692
ラクダ	1,608	7,398	27,007
馬	151	3,152	129
ロバ	2,143	27,419	23,291
ラバ	66	1,154	40
鶏	279,222	373,708	246,866

出典：Agricultural Census 1990, Agricultural Census Organization.

農業センサスにより、農家形態及び経営土地面積規模別に飼育家畜の頭数を比較すると下図のようになる。調査対象地域の牛、羊及び山羊の飼育頭数はそれぞれ州の9%、22%及び18%を占めており、特に羊と山羊についてはそれぞれその76%及び72%がカラットで飼育されている。牛、羊及び山羊のそれぞれ80%、72%及び70%が耕作農家の複合経営によって飼育されており、畜産専業農家の飼育割合は低い。経営規模別にみると、2~5ha層及び5~10ha層のような中規模農家の飼育割合が最も高い。また、一戸当たりの飼育頭数は、牛では1~2頭飼いが68%を占め、ついで3~4頭飼いが21%を占め、多頭飼育の割合は少ない。羊及び山羊の場合は、5~15頭飼いが28%、16~30頭飼いが21%、31~50頭飼いが12%、51~100頭飼いが14%と比較的規模の大きい飼育形態が多く見られる。なお飼料作物栽培農家の全農家に対する割合はわずか8%で、また栽培農家の飼料作物作付率は平均9%である。



### 3.6 灌漑・排水

#### 3.6.1 灌漑面積

調査対象地域では、「Sailaba」と呼ばれる洪水灌漑も伝統的な方法として存在しているほか、カレーズによる灌漑が多く見られる。近年では、果樹栽培の振興にともない、これらに代わり、チューブウ

エル等の地下水灌漑が主流を占めている。

現在の調査対象地域（5 ディストリクト）の灌漑実施面積は、下表のとおりである。

項目	調査対象地域の灌漑実施面積				(ha)
	ピシン	クエッタ	マストゥング	カラット	合計
洪水灌漑 *	1,320	990	610	2,020	4,940
カレーズ	6,380	520	1,950	2,240	11,090
浅井戸	120	0	530	370	1,020
チューブウェル	24,030	8,940	28,190	17,950	79,110
その他 **	1,160	600	170	360	2,290
小計 ***	31,690	10,060	30,840	20,920	93,510
合計	33,010	11,050	31,450	22,940	98,450

\*: 洪水灌漑面積は、灌漑局所管による洪水灌漑事業面積

\*\* : その他面積は、灌漑局所管による常流水灌漑事業面積

\*\*\*: 上表灌漑面積は、近年5カ年の平均値

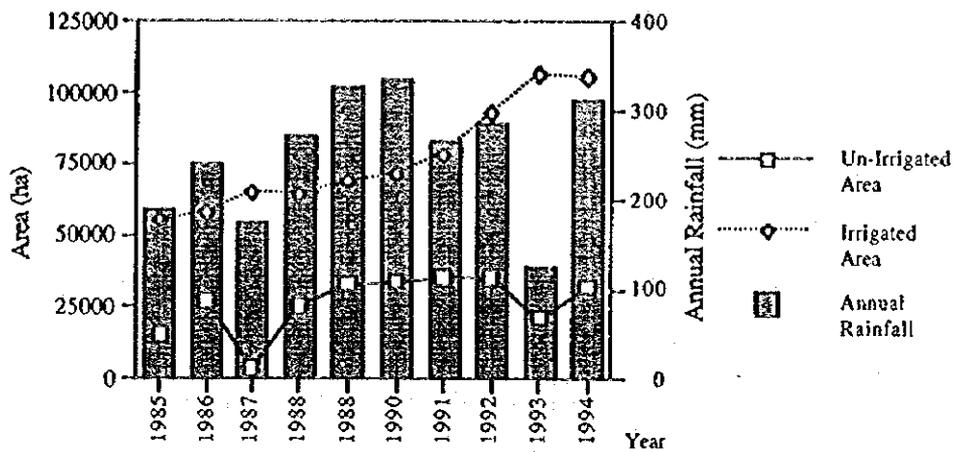
対象5ディストリクトの過去の非灌漑作付面積、灌漑面積及び井戸本数増加の経年推移などをまとめたものが下表である。

灌漑面積及び深井戸数の経年推移

年	非灌漑面積 (ha)	灌漑面積 (ha)	年降水量 (mm)	深井戸数
1974/75	-	30,627	195.3	2,798
1979/80	-	41,810	266.2	4,625
1984/85	-	56,160	240.7	5,718
1985/86	14,966	55,387	188.5	5,805
1986/87	26,739	58,013	239.8	5,981
1987/88	2,990	64,423	172.6	7,395
1988/89	24,837	64,175	270.4	7,923
1989/90	32,698	68,616	326.4	8,182
1990/91	33,825	71,083	335.8	8,365
1991/92	35,339	78,405	267.1	8,452
1992/93	35,600	92,898	285.1	7,264
1993/94	21,248	106,545	122.8	7,425
1994/95	31,987	105,946	310.9	7,601

出典：Agricultural Statistics of Balochistan

これらのデータについて各年の降雨量との相関をみると、降雨量と非灌漑作付け面積とは高い相関（相関係数：0.759）を示す一方、降雨量と灌漑作付面積とはほぼ無相関（相関係数：-0.009）であった。次図はそれらの経年変化を示したものである。



灌漑面積の経年推移

また、井戸箇所数増加の推移と灌漑面積との相関をみると、非常に高い相関（相関係数：0.807）を示しており、これらの地域における灌漑が井戸による地下水利用に大きく依存していることがわかる。これらのことより、天水農業は降雨発生状況に依存した非常に不安定な農業形態であり、予測の難しい営農状況にあることがわかる。それにひきかえ、地下水に依存した灌漑作付けは不確実な降雨発生状況に影響されず、安定した好ましい農業形態であることがわかる。

### 3.6.2 既存灌漑システム

#### (1) カレーズ

カレーズは、生活用水及び灌漑用水供給目的のための地下水利用手段で、古来より主に北中部パロチスタンで活用されている。これらはすべて人力で建設され、扇頂部付近から設けられた幾本もの縦井戸とそれらを繋ぐ横孔よりなり、上流で取水された地下水はこの横孔を自然流下して下流に搬送される。最上流部に設けられる縦井戸は母井とよばれ、地下水の豊富な山麓付近に配置される。母井の下流側には、概ね60～100mの間隔で地下水位以深の縦井戸が線上に作井され、これらが各井戸の最深部において一本の横孔で連結されている。横孔は数百分の1程度の緩い勾配で掘られ、かなり急勾配で下流に傾斜している地表からの深さは下流に向かうほど浅くなり、デイ・ライト・ポイントと呼ばれる地点において地表に顔を出す。それより下流では地表水路により受益地に配水される。

最も一般的なカレーズとしては、砂礫扇状地の比較的深い地下水を対象としたものであるが、中には母井が河床付近に設けられて、ごく浅い地下水を捕捉しているものもある。これら以外にも石灰岩のレック水などをねらったカレーズなどもある（場合によっては、大湧水量が得られている）。

平均的なカレーズ取水量としては、50～150m<sup>3</sup>/時となっている。最近ではチューブウエルの利用性が高まったことや、カレーズの維持・管理が煩雑なことから利用が減少している。1990年時点でパロチスタン全州で利用されているカレーズは791と報告されている。このような状況にはあるが、他に地下水利用の方策のたたない地区では、カレーズは依然として重要な地下水利用システムであり、利水者組織単位による定期的な保守・管理の実行などを通じて持続的な活用が求められている。

#### (2) 調査対象地域の灌漑事情

調査対象地域内には、地形条件、地質条件等の不適性より灌漑用水供給貯水ダムがない。しかし、多数の小規模灌漑事業が実施されており、現在も機能している。パロチスタン州灌漑局において、現在

までに調査対象地域内で実施された小規模灌漑事業、及び既存のカレーズ、さらには農民運営のチューブウエルの箇所数は、下表のとおりである。

調査対象地域内の灌漑事業及び水源

事業種類	ピシン	クェッタ	マストゥング	カラット	合計
表流水灌漑事業	11	4	1	3	19
洪水灌漑事業	4	4	1	3	12
地下水涵養ダム事業	29	6	7	10	52
カレーズ (全体数)	256	29	99	6	390
(稼働数)	216	24	8	4	252
チューブウエル	2,570	950	1,670	2,230	7,420

出典：Irrigation and Power Department of Balochistan

調査対象地域では、これまでカレーズが安定灌漑用水供給の主流を占めていたが、近年の配電網の整備にともなってチューブウエルに移行してきている。これは、カレーズの運営そのものが、地下水位の低下でその多くが利水困難になってきているとともに、素掘り井戸の維持管理に多大の労力を必要とすることが原因と考えられる。近年では、チューブウエルによる灌漑が大多数を占めているが、その正確な箇所数の把握は困難である（以前には、工事費用の50%程度の補助が得られたため、灌漑局をはじめとする掘削機械保有の公共事業実施官庁を通じて殆どの井戸削井がなされていたが、近年、補助金の削減、掘削機械の稼働制約等より一般業者を通じて削井する例が増えている）。上表の数値は、箇所数統計の他に、農業統計による灌漑面積も参考にして推定したものである。

### 3.6.3 灌漑方法

調査対象地域における主要な灌漑方法は、地表灌漑法として一般的なボーダー灌漑、あるいは水盤灌漑である。

ボーダー灌漑法は、平行に設けられた幾つかのボーダーで区分された圃区単位で灌水されるものである。2つのボーダーで区切られた圃区には、重力灌漑で用水が補給され、薄層流として下流端を流下する過程での浸透によって土壌水分が補給される。

水盤灌漑は、調査対象地域内でも特に果樹栽培を中心に活用されている。この方法では、圃場は畦で囲まれ均平化されたいくつもの畦区に分けられている。灌漑水は各畦区に灌水され、所定の土壌水分を与える。これらの伝統的な灌漑方法では、過大な水量損失は避けられない。

他の灌漑用水事情を勘案すると、灌漑効率としては0.4 - 0.5程度と推定される。調査対象地域内にあるFAOの果樹栽培増進計画事務所 (DFDP) では、これらの伝統的な灌漑方法の灌漑効率として、0.40 - 0.45を採用している。灌漑効率が良好な(0.9程度)代表的灌漑方法としてドリップ灌漑方法が挙げられるが、調査対象地域内でも、関係部局の努力によって適性のある地区において、モデル的に導入されつつある。しかし、導入された農地農民へのインタビューによっても、農民たちがドリップ灌漑の効果を理解して頻りに利用しているとは言いがたい。また、節水の必要性すら、いまだ良く認識しているとは言いがたい。現在の水使用量と連動していない定額制の電力料金システムが続く限り、これらの改善は難しいと考えられる。

灌漑方法については、多くの地区では基本的には現況の伝統的な灌漑方法の踏襲に大きな問題はない。このなかで、幾つかの過灌漑の実例があるように、過剰な灌漑については、節水促進の観点からも、適切な営農面からも改善が必要である。この方法については、農民の節水教育の徹底とともに、「水管理計画」でも述べるような、定額制から従量制への電力料金システムの改善などによって効果が上

がるものと期待できる。

### 3.6.4 排水

調査対象地域の河川は、いずれも規模が小さいうえに、強降雨強度時には奔流を生じる。降雨総量は少ないにもかかわらず、夏期にはそのような短期間強降雨強度の降雨がしばしば発生する。本件調査では、洪水の発生事情を把握するために、確率降雨強度解析を行った。下表に示すのは、調査対象地域のほぼ中央に位置する Killi Kotwal 観測所の各継続時間平均降雨強度実測値を用いて、夏期、冬期の各確率降雨強度を算定したものである。

再起年	平均降雨強度 (mm/hr)									
	確率降雨強度									
	1hr		3hr		6hr		12hr		24hr	
	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏
2年	8.5	15.5	4.5	8.3	3.1	4.3	2.1	2.5	1.2	1.3
5年	13.1	20.9	5.9	12.2	4.1	6.1	3.1	4.3	1.8	2.4
10年	16.1	24.5	6.9	14.8	4.8	7.4	3.7	5.5	2.2	3.1
20年	19.0	28.0	7.8	17.3	5.4	8.6	4.4	6.6	2.5	3.7
30年	20.6	30.0	8.3	18.7	5.8	9.3	4.7	7.2	2.7	4.1
50年	22.7	32.5	9.0	20.5	6.2	10.1	5.2	8.0	3.0	4.6
100年	25.5	35.8	9.8	22.9	6.9	11.3	5.8	9.1	3.4	5.3
200年	28.3	39.2	10.7	25.4	7.5	12.5	6.4	10.2	3.7	5.9

Provable analysis above were using records of the Killi Kotwal Station.

洪水は、おもに7月から8月の夏期に局所的に発生している。とくに、急勾配な支流では急流が扇状地内で拡散し、急層流となって下流域の農地、農家に洪水被害を及ぼしている。これらの洪水対策が現在、強く望まれているところである。

さらに、クエッタ市街地では、市街地域が旧来の洪水常襲域にまで年々拡大されており、それらの洪水対策が急務となっている。

## 3.7 農業支援組織

### 3.7.1 農業研究

#### (1) 農業試験場 (ARI)

クエッタにある農業試験場は農業局傘下の農業研究機関であり、複数の専門研究分野をもつ。現在13の部門があり、そのうち9部門は作物生産関係（農学全般、小麦育種、飼料作物、野菜類、土壌肥料等）で、2部門が作物防除関係、残りの2部門が統計及び農業経済関係である。パロチスタン州内には本試験場の他に下記のような研究施設や試験農場がある。またこれらの他に採種農場が調査対象地区内に5カ所、地区外に10カ所ある。

### 各種農業研究機関

農場・研究所名		場所	ディストリクト
モデル農場	(Model Farm)	Sariab	Quetta
政府農場	(Government Farm)	Gidder	Kalat
政府農場	(Government Farm)	Wayaro	Lasbella
モデル農場	(Model Farm)	Sibi	Sibi
農業開発研究所	(Agriculture Development Institute)	Khan Pur	Nasirabad

#### (2) 乾燥地研究所 (AZRI)

乾燥地研究所は連邦政府に属する農業研究機関で、クエッタに本部があり、パロチスタン以外の3州にそれぞれ支部をもっている。本研究所は年降水量150mm以下の乾燥地域及び350mm以下の半乾燥地域を研究対象としており、これはパキスタン全体の85%にあたる。このうち水路等によって灌漑されている地域(約1,400万ha)は対象外であるため、対象面積は約4,000万haとなる。研究部門は植物遺伝資源、農学、畜産、農業経済、農業普及等である。最近までUSAIDの支援のもとでシリアに本部のあるICARDA(国際乾燥地農業研究センター)との間で高収量品種の導入、集水農業や放牧地管理に関する共同研究を行っていた。

#### (3) モデル農場 (Sariab)

本農場はクエッタ市近郊にあり、新しい農業技術を地域の農民たちに展示紹介する目的で1983年に設立された。現在は節水を目的として、果樹園へのドリップ灌漑の紹介・普及に力を注いでいる。ドリップ灌漑施設の導入は農民負担25%、政府補助75%で行われ、これまでに95カ所、合計173haの一般農家に灌漑施設を設置した。

#### (4) 落葉果樹開発センター (DFDC)

パロチスタン州の重要な換金作物である果樹生産の改善を目的に、1979年にFAO/UNDPの支援のもとに農業局の農業試験場(ARI)の一部として設立された果樹研究施設である。本センターの主な研究内容は、作物栄養、作物防除、灌漑等を含む果樹栽培法の検討の他に、貯蔵や流通に関する研究も行っている。また、灌漑については前述のモデル農場(Sariab)同様、ドリップ灌漑に重点を置いているが、モデル農場が比較的農民への普及を重視しているのに対して、DFDCでは研究の方に重きを置いているようである。しかし「ドリップ灌漑」という同じテーマを扱っていながら、両者の連携は必ずしも良好とは言えず、研究成果を効果的に農民に普及させるためにも両者間の今後のより一層の協力が望まれる。

#### 3.7.2 農業普及

パロチスタン州の農業普及組織はまず農業普及局長のもとに各ディビジョン毎に支局長(DDA)が置かれている。各支局長の下には何人かのディストリクト普及局長(EADA)が各ディストリクト毎に配置され、ディストリクトレベルで農業普及活動を統括している。実際の普及活動はディストリクト農業官(Agriculture Officer; AO)とディストリクト専門技術員(Field Assistant; FA)によって行われている。AOの主な業務は以下の通りである。

- 普及活動の一環として中核農家を訪問する
- FAの監督を行う
- 展示用圃場の管理を行う

次表に調査対象地区内のディストリクト農業官及びディストリクト専門技術員の人数を示した。これによればディストリクト専門技術員の普及対象農家数は約200戸、面積にして約1,075haである。

調査対象地域内の農業技術員数

	クエッタ	ピシン	カラット	合計
農家戸数 1)	3,131	20,871	23,929	47,931
農地面積(ha) 2)	38,559	96,015	125,495	260,069
ディストリクト農業官(AO)人数 3)	5	5	6	16
ディストリクト専門技術員(FA)人数 3)	87	74	81	242
(農家戸数/FA)	36	282	295	198
(農地面積/FA)	443	1,298	1,549	1,075

出典： 1) Agricultural Census 1990, Agricultural Census Organization.

2) Agricultural Statistics 1990/91 - 1994/95, Department of Agriculture, Balochistan.

3) Agriculture Extension, Department of Agriculture of Balochistan.

農業普及は現場と研究機関をつなぎ、現場の問題点を吸い上げたり、農業試験場等の研究成果を現場に適した形で応用する、等の活動を通して地域の農業振興を図るために非常に重要な役割を果たすものである。この普及活動は主としてディストリクト農業官 (AO) とディストリクト専門技術員 (FA) によって行われる。FA は最前線の現場を担当し、農家に直接接する重要な職務である。実際の普及活動は「Contact Farmer」と呼ばれる農家に対して重点的に行われることになっている。Contact Farmer は地域の中で比較的大規模で、他の農家に対して影響力のある中核的な農家が選ばれる。これらの農家は地域内で尊敬されており、AO や FA と定期的に接触して問題点を話合ったり、新しい技術を積極的に取り入れたりすること、とされている。

研究機関と現場の農家をつなぐためのものとして「Demonstration Plot」がある。これは Contact Farmer の農地の一角を借りて、肥料試験や品種試験を行うもので、周辺の農家に対する普及のための展示圃場のような役目を果たしている。この展示圃場の運営及び管理は、農業局の応用研究部局 (Adaptive Research) と普及部局とが共同して行う。展示圃場における具体的な試験計画の作成及び実施、結果の取りまとめ等は応用研究部局の地区普及局長 (Extra Assistant Director of Agriculture, EADA) が行う。また、圃場の実際の管理、運営は AO 及び FA に委ねられている。

### 3.7.3 畜産及び酪農開発局

畜産局は技術部門は局長 (Director General) のもとに5人の次長と1人のプロジェクト長がおり、家畜生産や家畜疾病に関する研究や畜産農家に対する指導等を行っている。畜産 (特にヤギ、羊、養鶏) は調査地区内における重要な産業の一つである。地区内には定住型の放牧と移動型・遊牧型の形態が存在する。移動遊牧型では、冬季には遊牧民は家畜とともにバロチスタン南部やシンド・パンジャブ州等の暖かい地域に移動し、夏季に戻ってくる。調査地区の農家は、家畜の飼料源の多くを主としてレンジランドの乏しい植生に頼っている。しかし、アルファルファ、ソルガム等の牧草の他に、作物残藁や圃場内の雑草も重要な飼料の一つである。

畜産局 (Livestock & Dairy Development Department) は以下の3つの部局を持ち、州内の畜産振興に寄与するべく活動している。

一家畜衛生：主として veterinary service を行っている。調査地区内には以下のように病院がある。

調査地域内の家畜医療施設

	クエッタ	ピシン	カラット
Hospital	3	4	3
Dispensary	12	62	30

- 農場： 牛、羊、ヤギ、鶏の様々な品種の遺伝資源の保全及び繁殖を目的に、畜産農場が運営されている。
- 研究： 1990年代初期に設立され、veterinary研究や品種改良等、畜産関連の研究が行われている。

また上記のような活動の他に、畜産局は国際機関等の支援のもとに以下のようなプロジェクトを行っている。

- パロチスタン州飼料資源開発プロジェクト (FAO/UNDP)
- パロチスタン州畜産開発プロジェクト (ADB)

### 3.7.4 森林局

森林局の主な活動内容は既存の自然植生や野生生物の保全、流域保全、レンジランド管理、植林等である。調査対象地区内では、レンジランドの改善及び植生回復に関するパイロット的なプロジェクトが1954年からピンディストリクトのMaslagh地区で行われている。本プロジェクトは当初USAIDの支援の下に開始され、現在も森林局によって管理されている。保全面積は約46,000haで、金網フェンスによって囲まれ、監視員によって警備されている。保全地区では家畜の放牧頭数を制限したり、全く締め出したりする管理放牧を行った結果、植生被覆率や飼料生産量は他地域と比べて大きく改善されている。現在、一部の地区は畜産局による羊の品種改良試験に使用されている。

### 3.7.5 農民組織

#### (1) 農業協同組合

もっとも一般的な農民組織は農業協同組合である。協同組合は、18才以上で同一町村に住む10人以上の集団によって設立することができることとされている。協同組合の目的は、社会経済条件を改善するために、限られた力しか持たない個人の発展と自助努力と相互の協調とを助長することにある。協同組合は、州の協同組合銀行より融資を受けることができ、この銀行は連邦政府の協同組合銀行によってバックアップされている。

パロチスタンには608の農業協同組合と203の非農業協同組合がある。そのうち調査対象地域には約303の農業協同組合と93の非農業協同組合が立地している。もっとも多い組合形態は多目的農業協同組合で、これに次いでチューブウェル設置・利用のための農協、農業信用組合などのタイプが多い。これらの他に、総合地域開発計画に基づいて生産資材調達のために設立された農協、農業開発組合、農産物販売農協などがある。

しかしながら、一農協当りの平均組合員数はわずか23人で、農家戸数全体に対する割合は小さく、また出資金額や運営資金額も非常に限られている。州においては農協連合の結成は行われていない。規模の比較的大きな組合を除き、組合のスタッフは通常無給で奉仕している。一般的に現行の組合は村落規模で設立されているが、多くの組合は村落の一部の農民達のみにより結成されている。

#### (2) 水利組合

もう一つの主要な農民組織は水利組合(WUA)である。従来から各地の灌漑地域に伝統的な慣習に基づいて結成された水利組織が存在している。これらの地域では部族的な慣習がまだ根強いので、水利組合の長は通常その灌漑組織を建設した人またはその後継者、あるいは灌漑地域の大地主所有者などによって占められている場合が多い。組合長及びその協力者は施設の維持管理や必要に応じた水利費の徴収を行っている。しかし、これらの水利組織は組織的に弱体なので、施設の維持管理や組織活動は良好に機能しているとはいえない。

1981年に「パロチスタン水利組合法」が制定され、海外機関の援助による各種の灌漑事業地区などでは正規の水利組合が設立されつつある。調査計画ダムの受益地区では伝統的なカレーズ灌漑が衰えて個人所有の揚水機による灌漑が増加しているが、これらの地区にはまだ正規の水管理組合の設立は見られない。

### (3) 流域保全や山間草地管理における住民参加方式

調査対象地域では、一般に農民組織の活動は充分ではないように見受けられる。しかし、ここにFAOとUNDPの援助のもとに州政府によって実施されている住民参加方式の興味深い事業の事例がある。この事業は主としてパロチスタン北部における住民参加型の流域保全管理計画の作成と流域保全作業の実施を目的としている。

この事業をとおして、農村レベルにおける継続的なトレーニングが行われ、流域保全対策のあらゆる段階において地域社会が積極的に参加している。この事業に伴い、1995年までに7ディストリクトで合計30の農村組織と13の女性組織が設立されている。

### (4) パロチスタンのNGO

パロチスタンにおけるもっとも大規模で活動的なNGOはパロチスタン農村支援プログラム(BRSP)という組織である。この組織はパロチスタンの恵まれない農村地域の人々の生活の質的改善を目的としており、現在パキスタン政府及びドイツ国から財政上の助成を受けている。現在その活動範囲は7地域の13ディストリクトにわたっており、この中には調査対象地域のピシン、クエッタ、マストゥング及びカラットも含まれている。本組織は農村組織や女性組織などの設立、及び農民の自助努力支援のための総合的サービスを行うため、約170人の各種専門家及び社会相談員を擁している。

#### 3.7.6 農業金融

1990年農業センサスによれば、調査対象地域の21%の農民は、農業基盤整備や生産資材の調達などに必要な資金の一部を借入に頼っていることが判る。この借金の総額はおよそ3.4億ルピーであり、農家1戸当たり平均7,150ルピー、作付け面積1ha当たり1,780ルピーに相当する。こうした資金は、農業金融機関の制度を通して得られるものと、非制度的なあるいは伝統的な金銭貸借のよるものがあり、当地域での内訳はそれぞれ23%、77%である。農業金融制度が下記のように整備されつつあるにもかかわらず、依然として多くの農民は家族や部族内の有力者、あるいは営農資材の流通業者などに頼っているのが現状である。

農業金融制度の第一は、パキスタン銀行の配下にあるパキスタン農業開発銀行が農家個人に対して行っているものである。農業開発銀行は、調査対象の各ディストリクトに少なくとも一つの支店をもっている。融資形態は、生産ローン、開発ローン、短期・中期・長期ローンからなる。パロチスタン州においては開発ローン、長期ローンが大半を占める。これらの資金は農業機械の購入やチューブウエルの設置などに使われている。

第二は、パロチスタン州協同組合銀行が協同組合に対して融資を行うものである。協同組合銀行は、種子、肥料、農業などの購入のための1年以内の短期融資と、チューブウエルの設置やトラクターの購入などに使われる5年から10年の中長期融資の、2種類の形態の融資を行っている。協同組合銀行の年間融資規模は、州全体で1500万ルピー程度である。

第三は、民間銀行が農家個人に対して融資するものであり、各種の融資形態をとっている。パロチスタン州におけるこれらの三つの機関による年間融資総額はおよそ3億ルピーで、作付け面積当たり400

ルピー/ha程度である。このように制度的融資額は営農経費に対して非常に少なく、自己資金の少ない一般農民が改良農業技術を実践するのには全く不十分である。

### 3.8 流通及び価格

#### 3.8.1 農産物の流通

農産物流通機構の中で、公的機関が価格の統制、価格の支持、流通活動の規制などを行う。本地域においてはコムギといくつかの指定農産物のみが、州食糧局の指導のもとにパキスタン農産物貯蔵供給公社によって、政府支持価格で買い取られている。一方、流通の各段階では、民間が主導的に参加している。

調査対象地域では、多量の果実と野菜の余剰が産出されて、市場に供給されている。アジア開発銀行の推定では、本地域であるピシンロラ流域では年間およそ460,000トンの農産物が市場に供給されるとされている。このうち果実が262,000トン(57%)と最も多く、野菜類が185,000トンとこれに次いでいる。ピシン支流域が果実余剰の最大産出地であり、ピシンとクエッタ支流域が主要野菜産出地である。

本地域で生産される多種の果実や野菜は、多くの仲介者を経て流通しており、また大消費地から離れているため流通コストが高い。コムギなどの穀類などは地元の市場で販売消費される割合が高いが、特にリンゴ、アンズ、ブドウなどの果実の大多数は他州へ移出されている。以下に主要果実の出荷先比率の概要を示す。

リンゴ：                  クエッタ (25%)、カラチ (25%)、ラホール (40%)、イスラマバード (10%)  
アンズ・ブドウ：     クエッタ (50%)、カラチ (20%)、ラホール (20%)、イスラマバード (10%)

このように大量の果実が収穫期に他州へ移出されるが、その一部は他州で数カ月冷蔵貯蔵された後、価格の高い端境期に再びパロチスタンに移入されている。これは州内に冷蔵貯蔵施設がほとんど成立していないためである。

調査対象地域で生産される果実の典型的な流通経路は次の通りである。

農民 → 契約栽培業者 → 卸売業者 → 小売業者 → 消費者

過半数の果樹園経営農家は、果樹の開花期または結実期にいわゆる契約栽培業者と契約を結んでいる。この契約栽培業者の多くは地元民であって、契約後は彼らの支出により果樹園を管理し、収穫販売までを行う。果実の価格構成調査によれば、この契約栽培業者の段階での費用が卸売価格の30%以上を占めている。

家畜の流通は、農産物の流通にも増して、開発が遅れている。卸売市場などを通して販売されるのは少数であり、大半は野外市場において畜産農家が直接消費者または小売業者に生体で販売している。毎週1回家畜市が開かれる野外市場は各集落付近にあり、市場施設の一切ないオープンスペースである。多くの場合、農民は市場情報をもたないために、価格は家畜の体重ではなく単に頭数によって決定されており、また通常より安価で取引されている。

#### 3.8.2 農業生産資材の流通

種子や肥料、農薬などの農業生産資材の流通においては民間が多く役割を果たしている。肥料は肥

料生産業者やその指定する販売業者によって流通している。農薬は製造業者や輸入業者がその指定する販売業者によって流通している。この販売業者は一般に肥料も農薬も改良種子も一緒に取り扱っていることが多い。また、農産物の卸売りやコミッションエージェントを兼ねることも多い。

販売業者は、一般に農民に対して必要な費用の貸し付けをして投入物を供給することがみられる。借りた農民はその業者を通じて農産物を予め決められた価格で買い取られることが義務付けられる。

家畜飼料については、放牧地に頼っている粗放の畜産農家から、灌漑樹園地において飼料作物を樹下栽培している農家や購入飼料の比率の高い農家まで存在する。配合飼料の利用は極少数に止まっている。いずれにいても、特に冬期の飼料の確保が困難で、家畜の栄養失調が問題となっている。

### 3.8.3 ポストハーベスト及び流通施設

パロチスタン州では、輸送、冷蔵貯蔵、加工、梱包などのポストハーベスト施設が不足している。州農業局と国際機関がポストハーベスト技術の開発普及を行ってきたはいるが、依然として伝統的な方法が多く採られている。果実や野菜を対象とした多目的冷蔵貯蔵施設がクエッタ市内に1施設のみあるが、州で生産される大量の果実を貯蔵するにはこの民間の施設では当低容量が不足している。パロチスタン州は、生産性増強計画のもと、野菜果実の冷凍貯蔵庫を設置しようとしている。この公営の冷凍貯蔵庫は、600tonの容量をもつが、調査対象地域外のローラライに位置する。

パロチスタン州には公設卸売市場が唯一クエッタにあるが、これは増大を続ける農産物を処理するには施設規模や施設内容が不十分である。現在、ADB、UNDP、パロチスタン州政府による果実野菜流通計画のもとで新しい市場を建設中であり、移転が予定されている。この新しい市場には、255の大店舗、55の小店舗が15haの敷地に整備される。このほかにナシラバードのデラムラドジャマリにADBの援助による卸売市場が計画されているが、これは調査対象地域外である。

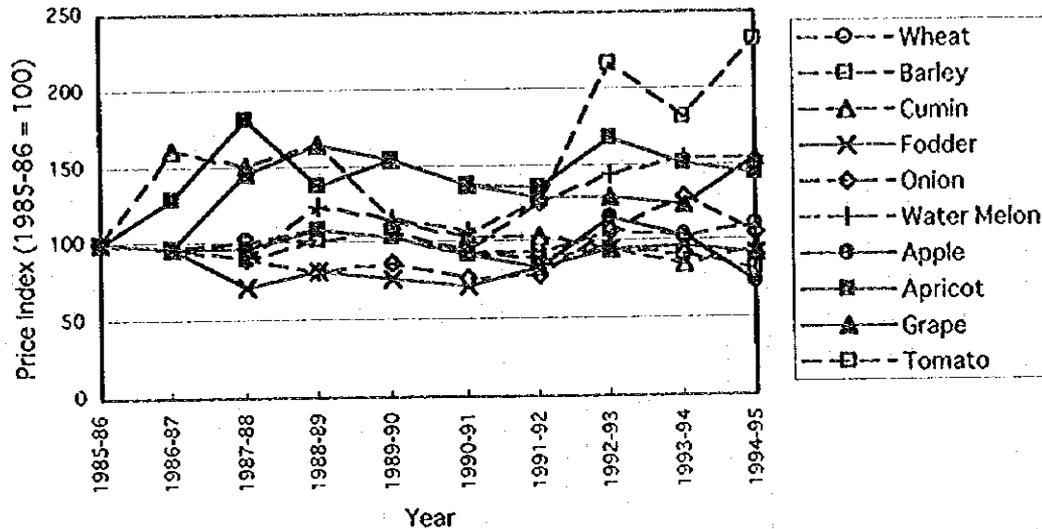
### 3.8.4 農産物価格

調査対象地域内において産出されるほとんどすべての農産物は、通常の市場価格で流通している。ただし、コムギなどは中央政府機関である農産物価格委員会によって設定される支持価格が適用されている。この支持価格は、想定される市場価格に比べてかなり低く抑えられている。

農業関連産物のクエッタ卸売市場での価格について、州農業局により毎月報告されている。露地栽培されている果実と野菜の価格の季節変動は非常に大きい。リンゴ（ゴールデンデリシャス）の1995年度卸売価格を例にとると、端境期には1000ルピー/40kgと非常に高価であるが、9月ないし10月の収穫期は200ルピー/40kg程度に止まる。一方、政府により価格統制されているコムギや貯蔵性の良いジャガイモなどについては、その価格は年間を通して比較的安定している。

果実や野菜価格は、生産量または流通量に強く影響されて、経年変動もまた大きい。調査地区における主要作物について、1985/86年から1994/95年の10年間のクエッタ卸売市場価格を、卸売物価指数を用いて1994/95年価格に修正し、価格の動向を示すと、次図のようになる。

Price Index of Major Agricultural Commodities  
at Quetta at Constant Price



調査対象地域の農産物価格の動向

### 3.9 環境

#### 3.9.1 主要な環境状況と問題点

##### (1) 自然環境

調査対象地域における最も特徴的な自然環境に関する課題は砂漠化である。この地域における砂漠化は、乾燥あるいは半乾燥における過酷な気象条件に加え、主として人口及び家畜頭数の増加に伴う自然資源の無秩序な開発による自然植生資源の減退、地下水位の低下、土壌侵食及び流亡、生物多様性の減少等によって進行しており、地域の持続的な成長を著しく妨げている。なかでも、地下水位の低下と土壌侵食及び流亡の問題は、現在及び将来的な地域の経済部門の持続的な発展を直接的に阻害している。地下水位の低下は、伝統的なカレーズ灌漑からチューブウェルやオープンウェルによる揚水灌漑への移行によって深刻化し、農業生産及び生活用水供給に影響を与えている。土壌侵食は天水農業地での不適切な土壌の管理等による人為的な土壌侵食よりも丘陵傾斜地での地質的な侵食がより深刻である。これらの侵食による影響は、(i)牧草適地の減少及びそれに伴う畜産業の後退、(ii)下流に設置されている各種目的の構造物（地下水涵養ダムを含む）の耐用年数の減少及び下流の流況変化、(iii)下流の農地の土壌肥沃度及び浸透能の低下及び収量への影響、(iv)顕著な洪水の発生、などである。

また、対象地域において無差別な農薬の使用による土壌及び水質の汚染が心配されている。この地域での農薬の投与は、ほとんどの場合、農民の手によるものではなく、品質保護、収穫後処理、運搬を委任された都市の業者によって行われており、環境への悪影響が強く国内での規制の対象となっている農薬が投入されている報告がある。

その他にも、クエッタ市内及びその周辺地区において、車の排気ガスやレンガ工場や砕石場から発生する粉塵や煤煙等の大気汚染が深刻化しており、人間や家畜の呼吸器や農作物に対する影響が確認されている。

## (2) 生物環境

調査対象地域における生物多様性の減少は前述した砂漠化の過程の一つでもある。この地域では、直接的な経済的利益に結びつかないという理由から、生物多様性の保護は尊重されておらず、唯一、ハザールガンジ・チルトン国立公園のように観光開発としての保全に経済的価値が認められているにすぎない。したがって、この地域における乏しい生物多様性は、主として人間による不法な伐採と家畜の過放牧により、森林及び草地植生の後退とともにさらに減少し、喪失してきた。

現在までの森林関係のほとんどの法律が森林生態系の保護よりもむしろ材木及び木製品の生産を持続させるために制定されてきたため、森林関係の法律の制定とは不均衡な流れで、公有地でさえもその流域の侵食の保全機能が失われる結果となった。例えば、1890年に制定された「パロチスタン森林規則」においては、パロチスタン全体の約3%（約100万ha）が公有林地として公告された。現在でも、その内約230,000haが残存しているといわれており、そのほとんどは、針葉樹の疎林、川辺林及び広い範囲に広がっているまばらな低木であり、パロチスタンの北部に存在する。このうち、調査対象地域内には、約125,000haが広がっており、その約65%はまばらな低木である。公有林地では、樹林及び野生生物が保護されている。しかし同時に、燃料材や放牧等としての利用が部分的に認められることがある。しかも、ほとんどの地域では、違法な樹林の伐採の禁止を強制あるいは抑止することができていない。

また、1927年には、「パキスタン森林法」が制定された。その中で、パロチスタン南部地域を中心に90,000haが保護林地として指定された結果、山間草地に後退した林地は見られるものの、森林地としての保護林地は残存していない。その大きな要因は、保護林地においては樹林及び野生生物が、公有林地の場合と同様に、保護されることとなったものの、その他の利用権については公有林地のように部分的ではなく全面的に認められており、森林局の管理担当者の裁量に委ねられていることにある。結局、この地域のすでに希薄な森林資源は、ほとんど保護されていないことになり、その後退はさらに加速し、土壌侵食、洪水及び地下水涵養量の減少に大きく影響している。

一方、山間草地の植生もまた、植生の減退と不適当な植生への転換等により深刻な後退の危機に直面している。山間草地の後退は、やはり燃料材や飼料としての不適切な利用の結果として起こっている。特に、家畜生産は、対象地域における主要な経済活動であり、山間草地の長期にわたる利用が、草地の質及び量の低下等の供給源の悪化をもたらしてきた。現在、対象地域内において、このような山間草地の後退の状況を改善するとともに、住民参加型の草地の持続可能な利用を目指した適切な山間草地管理システムの導入を主要な目的の一つとしている総合地域開発プログラム（IADP）が国連農業食糧機関（FAO）を主体として進められている。

## (3) 社会環境

調査対象地域における特徴的な社会環境の項目は、悪化する保健・衛生状況、民族毎に設定されている水利権及び遊牧民の生活・慣習である。

対象地域では幼児死亡率及び出産による女性の死亡率が非常に高い。これらの死亡率の高さは、安全な飲料水の不足、水系伝染病の罹患、衛生状況の劣悪さによるものであり、栄養や抵抗力の不足がさらにその状況を悪化させている。また、この地域における顕著な疾病として、マラリアをあげることができる。調査対象地域の南部に位置するカラットはパロチスタン州の中でも感染者が多い地域とされている。媒介者となる蚊は地下水のポンプ施設、カレーズ、及び地下水灌漑の受益地に多く生息している。また、最近、クエッタやピシンでも感染者が急増しており、上記の生息に加えアフガン難民からの感染が指摘されている。その他にも、この地域での疾病としてリーシュマニア症（住血鞭毛虫類の原虫の感染による疾病）がみられる。死に至る疾病ではないものの、顔や人体の露出した部分に

大きな傷跡を作る。媒介者であるスナバエはその卵を土壌中やカレース、水路、井戸の中に生みつけ、ケッシ動物の掘った穴の中にシェルターを作り生息している。

一方、この地域の衛生問題は上水供給の不足及び下水・汚水処理施設の未整備である。生活排水・汚水は処理されることなく、野菜栽培等に使用され、回虫やサナダ虫の発生の要因となっている。また、農村部では、畜殺を通じて感染する包虫症（エキノコックスの寄生によって起こる疾病）の罹患率が非常に高くなっている。

調査対象地域の北部に優勢を占めるバシュトン族の水利権は、川、洪水、流出水、泉、カレース、井戸等の水源ごとに定められている。チューブウェルの水利権に関しては、地下水を開発した土地所有者にその権利が与えられるが、最近になって新規の設置については規制が設けられるようになった。この規制は無視されることが多く、紛争の原因にもなっている。

調査対象地域の南部において優勢を占めるブラヒ族と州の南西部、西部及び東部（調査対象地域外）で優勢を占めクエッタにも多く在住するバロチ族の組織体制は類似点が多い。これらの中央バロチ民族（ブラヒ族とバロチ族の総称）の水利権の設定は、バシュトン族の水利権と比較して、下流農民への水利権が十分に認められていないこと、他の所有者の土地にカレーストンネル等を設定できること、及び水利権の割り当てにしたがって部外者による修理あるいは管理が行われること等の相違点が見られる。やはり、中央バロチ民族の水利権も、チューブウェルの新設による影響を受けている。

遊牧はバロチスタン州の各地で一般的であり、移動のためのラクダと生活のためのテントを個々に所有している。バロチスタン州では遊牧民の所有する家畜が全体の5～10%を占めているといわれている。遊牧民は一般的に、夏期にバロチスタン高地部で過ごし、冬期には低地部やシンドに移動し生活を営んでいる（主にアフガンバシュトン民族）。次に、小家畜の50～80%を所有しているといわれている移牧民は盛夏期と冬期の牧畜を営む中間に住み、自給及び飼料用の穀物を生産している実質的な農耕移牧民である（主にバロチ、ブラヒ民族）。また、小家畜の10～40%を所有しているといわれる定住農牧民は、夏と冬の放牧地は分かれているものの年間を通じて同じ地域に定着し、その地区から移動可能な周辺地区において牧畜を営んでいる（主にバシュトン民族）。この様に、バロチスタンには遊牧民、農耕移牧民、定住農牧民が並立して存在している。これらの形態の異なる遊農牧民の混在は、それぞれのグループのテリトリーが他のグループのテリトリーあるいは一般農耕民の生活空間とが重複する場合に、土地や水をめぐる争いや軋轢等の社会環境的な問題を引き起こすことがある。

### 3.9.2 環境関連組織及び支援

#### (1) 環境局

1996年10月21日付の公告により、バロチスタン州政府は新しい組織として「環境局」を設置し、計画・開発局の環境部と、都市計画・開発局の傘下にあった環境保護庁を、新しく設置される「環境局」の下部組織とすることを決定した。これにより、二つに分かれていた環境関連の中心部局が一つの組織に編成された形となり、各々の業務分担が明確にされ、将来におけるバロチスタン州の環境保全への積極的な取り組みが期待できる。しかしながら、現在のところ環境局の上部組織の構築が遅れているため、この局が機能するにはかなりの時間がかかりそうである。現時点での、環境部と環境保護庁の概要は以下の通りである。

#### 1) 環境部

環境部は、世界銀行がバキスタン全国における環境の保全を目的として実施している「環境保護及び資源保全計画」のうち1994年から6カ年計画として実施されているバロチスタン州における「バロチスタン自然資源管理計画」のサブプロジェクトの一環として設立された。

この部の主要な役割は、州の開発計画における環境配慮の検討、自然資源管理のモニタリング及び他の関連省庁との連絡及び調整、自然資源管理の実践を通じての経済的及び生態学的評価である。

## 2) 環境保護庁

環境保護庁は1992年に設立の準備開始され、主として工業部門の環境汚染の回避及び制御にかかる国家及び州政策の実施及び規制化の業務を担当してきた。上述した世界銀行の進めるサブプロジェクトの一環として、環境保護庁の強化計画が実施され、環境保護庁の目的は、「特に州内の大気、水、土壌に影響を与える工業、都市及び農業活動に関して、国家及び州の環境保全にかかる法律及び規則の制定及び強化」と明確化された。これに従い、環境保護庁の役割は、環境項目にかかる州民の意識向上プログラムの実施、工業、都市及び農業活動に関する環境測定及びモニタリングの実施並びに法的な環境質の水準の強化、州の開発計画に伴うモニタリングとマイナスの環境影響を回避するための支出あるいは行動の妥当性を検討するための州の環境影響評価手続きの制度化となった。

## (2) 森林局

森林局は、森林の保全・管理を中心として、流域及び草地管理、砂丘安定化、野生生物及び自然公園の管理等、パロチスタン州における環境の保全に関する事業、研究及び教育を推進している。現在は、国連食糧農業機関（FAO）によって進められている「総合地域開発プログラム」（2.5節参照）の内、「総合山間草地及び家畜開発計画」、「流域保全構想及び管理計画（砂丘地安定化事業を含む）」、「住民参加型高地保全及び開発計画」の実施機関であり、自然資源の持続可能な利用を目標として、地域社会の環境に適応した開発及び保全事業に積極的に取り組んでいる。

## (3) その他の環境関連行政部局

州政府は州第8次5カ年計画の中で、環境保全政策プログラム及び活動の範囲において、担当の省庁を定めており、州政府内のほとんどの局、部、庁が環境保全と関連しているといえる。

## (4) 国際援助機関

現在までに、多くの国際機関や資金源がパロチスタン州の環境保全事業の推進を支援してきた。世界銀行による「パロチスタン自然資源管理計画」、カナダ国際開発庁、国際自然保護連合、国連開発計画による「国家保全戦略及びその実施計画（組織・制度の強化を含む）」、アジア開発銀行による「環境管理強化計画」、及び前述した国連食糧農業機関と国連開発計画の支援による「総合地域開発計画（IADP）」等をあげることができる。特に、FAOによって進められていた5つの進捗プロジェクトの統合（1996年の6月）による「総合地域開発計画」は、3つのディストリクトの8地区を対象とし、地域の実質的な環境の保全に貢献している。IADPは統合される以前の個々の進捗プロジェクトの対象地域を含めると、本調査対象地域の5ディストリクトのうち、クエッタ、ピシン、キラアブドゥラ、マストゥングの4ディストリクトを包括していることになる。したがって、IADPは本件地下水涵養ダム計画における環境保全構想及び保全対策に大きく関連している。

## (5) NGO

農村部における環境関連のNGOとして、上述した国際自然保護連合の他に、パロチスタン農村支援プログラム（BRSP）の活動が非常に高く評価されている。BRSPは、現在、本調査の対象地区を含む12のディストリクトを対象として、収入の向上、農村金融、人的資源開発、農村社会基盤整備、保健教育及び一般教育のプログラムを実施している。また、世界自然保護基金は、政府の野生生物の保護政策を見直し、パロチスタンにおける野生生物保護戦略を提案している。

### 3.10 地下水利用状況及び地下水管理体制

#### 3.10.1 地下水利用状況

この調査対象地域では表流水は極めて少なく、古くからカレーズや湧水の地下水が貴重な水源として、地域社会の発展に大きな役割を果たしてきた。地下水利用の状況を大局的にみると、その取水量の大半は灌漑用水で占めてきた。近年農村部においても、公共取水事業が普及し始めているが量的には少なく、クエッタディストリクトにおいても灌漑用水の利用量には及ばないと推定されている。

この急速なチューブウェルの普及は、ピシンロラ流域を中心に生活用水の供給に合わせ、収益性の高い果樹灌漑農業の急速な拡大に貢献することとなった。しかしながら地下水の過大な汲み上げは、自然の涵養量を大幅に上回り、地下水盆 (Groundwater Reservoir) の水収支のバランスを大きく崩して、地下水位の急速な低下をもたらした。この地下水問題の対策の一つとして、パロチスタン州灌漑局では約20年以前より、地下水涵養ダム事業を企画立案し、既に約110カ所のそのダムを建設して地下水の涵養に努めてきた。しかしながらこの努力にもかかわらず、増大する水需要から地下水位の低下は止まらず、クエッタ、マストゥング及びピシン南部では年間約1~3mの地下水位の低下が続いている。

地下水涵養ダムについては、計画、建設上でいくつかの問題、あるいは建設後急速に地下水涵養機能が減退してしまうなどの、技術上あるいは維持管理上の問題も抱えている。この地下水涵養ダムの適正開発は、地下水低下の問題解決の重要なアプローチであるが、もう一つの重要なアプローチは地下水の有効利用に節水であり、さらには揚水規制を含む地下水資源の適正管理である。しかし、この地下水管理は行政や法制度上の多くの問題を抱えている。一例を挙げれば、行政的に節水を奨励したにしても、チューブウェル運転の電力料金制度は利用者の選択で定額制と従量制があり、定額制によるフル運転が有利となって結果として節水の意図は働かなくなっている。また、イスラムの慣習法によれば、私有地の場合、井戸の開墾の権利はその土地の所有者にあるとされている。従って、地下水利権に関する法規による地下水開発の許認可に係る規定があるが、私有地での井戸の新規開墾や更新を厳正に管理して、地下水の保全を図ることは至難である。

#### 3.10.2 現状の地下水管理体制

パロチスタン州灌漑電力局はパロチスタン州におけるすべての灌漑・排水事業、水道事業の水源地施設工事、地下水を含む水源開発事業実施及びその管理を担当している。灌漑電力局は灌漑電力相が所管し、次官 (Secretary) の補佐のもとで、図3.10.1に示す組織陣容となっている。

パロチスタン州の総合開発計画と部門間の調整には、計画開発局 (Planning and Development Department; PDD) があり、開発担当補佐官 (Additional Chief Secretary for Development; ACS) がいる。また、ディストリクトの民事行政と法政については、ディストリクトの首長である副知事 (Deputy Commissioner) が配置され、地下水利権の許認可も掌握している。水資源開発に関わる他の機関として、上水の配水は公衆衛生局 (Public Health Engineering Department) が灌漑システムの末端整備 (On Farm Development) は農業局、流域保全 (Catchment & Rangeland Management) は林業局、環境については環境保護庁がある。これらの背景のもとに州政府は、1978年に「パロチスタン地下水利権法 (The Balochistan Groundwater Right Ordinance, 1978)」を制定して施行した。この施行の範囲はトライバルエリアを除外する全州に及ぶもので、その組織と内容は次のようである。

州水利委員会 (Provincial Water Board) は、ACS、歳入局次官、灌漑電力局次官及び州知事が任命する2名の民間人をもって5名で構成され、地下水の保全と開発に関する政策を規定し、関連するディストリクト水委員会 (District Water Committee) を監理する。水委員会はディストリクト毎に設置され、地下水利用の利害関係の調整と地下水の保全と開発に関わる規定を施行する。この規定の主なものは、

既存井戸、チューブウェル、カレーズ等の登録ならびに、チューブウェル新設の許認可である。新設ウェルについては、揚水量のほか既存のチューブウェルやカレーズの母井との間隔を、細則によって地層が土砂の場合は250ヤード、岩石の場合には500ヤード以上離すように決めている。この「法」は、チューブウェルによる地下水の新規開発に関わる許認可と地下水利用者間の利害調整を主たる目的としたものであり、地下水盆の水位全体の低下を想定して、地下水を中心とする広域的な水資源の保全と管理の緊要性を予見しての法整備ではなかったと言える。

このような地下水利権に関する法律のほかに、灌漑に関する法 (Ordinance 等) 整備の状況を列記すれば次のようである。

- 1) Balochistan Canal and Drainage Ordinance, 1980 (公共事業によって建設された水利施設の維持管理と運用について規定するものでカレーズは対象外)
- 2) The Balochistan Water Users' Association's Ordinance, 1981 (水利組合の設立、運営、水利費の徴収、水路の維持管理、給水の改善等でチューブウェル及び揚水ポンプを含む)
- 3) Tribal and Customary Water Right (部族/慣行水利権)
- 4) Islamic Provisions and Traditions Pertaining to Water (コーランの教義の中に水利用に関する多くの教えがあり、イスラム文化圏の水(慣習)法の基本となるもので、乾きを癒す「渇水権 (Right of Thirst) 」が基本となっている)

この地下水位の急速低下の問題の中でパロチスタン州政府は、気象水文解析及び地下水のモニタリングの業務を拡充・強化すべく、WAPDA が実施してきたこれらの業務を灌漑局に移管し、1994年7月、新たに水資源部 (Bureau of Water Resources) を設立した。この水資源部での業務は、水資源開発に係る基礎資料の収集、調査、計画を行うものである。この活動の中で強調される主なものは、表流水及び地下水に係る水文、地下水涵養及び水資源開発計画である。さらにこの水資源部は、これら業務の結果を基に地下水低下の技術、法制度等の諸問題について州政府に提言することができる。水資源部はこれらの課題と取り組んで、下記のような事業を実施あるいは計画中である。

- 1) Re-Assessment of the Groundwater Resources Project, completed in Mar. 1996
- 2) Hydrometric Network Project, ongoing from 1994 to Sept. 1997.
- 3) Management of Groundwater Resources of Balochistan by Developing Mathematical Model Method, preparation for proposal Mar. 1996.
- 4) Upgrading Monitoring System of Groundwater Resources Project, newly proposing
- 5) Flood Forecasting Project, newly proposing

ここで特記すべき事項として、上記1)の調査はADBの援助によるものであるが、多くの示唆に富むもので、パロチスタン州の地下水開発の方向付けを検討し助言を行っている。

この調査は、ピシンロラ盆地の地下水問題地域における地下水の需要、地下水資源及び涵養の現状について解析、調査し、地下水資源とその涵養のポテンシャルの評価に基づいて、地下水問題地区の水資源管理シナリオの比較検討を行ったものである。

その内容は、まず土地資源、人口と種族、地下水資源開発、水理地質、地下水涵養、農業、電力事情、法律環境及び行政・制度の現状と問題点を論じている。

水資源開発、地下水揚水が現状のまま推移するとすれば、用水不足による人口と産業の大移動、行政責任の放棄による社会秩序の破壊、あるいは井戸の閉塞などによる強権の発動などの各種シナリオ

の中で、次のものを発展性ある選択肢とあげている。それは広報と啓蒙に併せ、参加型の計画策定等の過程の中で、コミュニティの内なる節水への努力を引き出すことによって、政府はそのコミュニティ社会に自覚を与えることができると考える。

それは制度改革を必要とし、州レベルと地下水盆地毎に地下水管理に係る参加型計画、広報、啓蒙等の活動母体となる組織の確立を提案している。また水資源のモニタリング、調査、検討は灌漑局の水資源部 (Water Resources Bureau) の役割として重要であるとし、さらに用水の電力料金制度にふれ、資源の効率利用と節水を助長する料金制度への改善や農業用水は生活用水の効率利用のための投資の必要性を述べている。

### 3.10.3 ピシンロラ流域における大局的地下水水収支

現状の地下水利用状況を定量的に把握するために、ピシンロラ流域の各支流単位で、大局的な地下水水収支検討を行った。各支流の水需要のほとんどは、灌漑用利水である。それらに関する直接の統計値は得られないが、代替策として、灌漑面積資料、現況単位灌漑用水量計算値などより現況の灌漑地下水利水量を推定することができる。各支流別灌漑面積は、ディストリクト別灌漑面積、現況土地利用情報より推定した。各ディストリクト毎の現況単位灌漑用水量は、修正ペンマン法による推定ET<sub>o</sub>値、現況作付け体系より算定した (ANNEXH参照)。農村地域の水需要量として、この灌漑用水量のほかに生活用水供給 (灌漑用水量の5%とする) も考慮する。さらに、市街地区を含む各支流には、1995年時点の推定市街地人口に応じた飲料水供給を加算する。

一方、地下水涵養量推定値としては、平坦地よりの地下水涵養量は、透水性表土域面積より所定の比率 (単純化された地下水涵養シミュレーションにより推定) を適用して推定した。さらにこれに、山地からの地下水涵養量を加算した。また、地下水涵養ダムが建設されている支流では、その箇所数に応じて、人工涵養量 (地下水涵養ダムの流域面積あたり、年降雨量の10%を涵養と推定) を加味した。

これらのピシンロラ各支流の自然地下水涵養量と現時点の水需要量を対比したものが表3.10.1である。これによれば、ピシンロラ流域の何れの支流も大幅な揚水超過となっており、緊急な対策を必要としていることがわかる。一部に地下水涵養ダムの効果が現れていると見られるピシン流域においても全体ではまだ相当の揚水超過となっており、継続的な人工涵養対策の実施が必要と判断される。

### 3.10.4 地下水涵養ダムの涵養評価

地下水涵養ダムは、これまで110カ所が建設され、そのうち64カ所はピシンロラ流域内に存在している。揚水超過に対処するにはそれらの数が過少すぎることと、あまりに点在しているために、未だ全域的な顕著な効果が発揮されるには至っていない。しかし、モニタリング資料の少ない中でも、幾つかのデータでは、地下水涵養ダムの有効性を示すものが得られている。それらを挙げれば、次のとおりである。

- 1) ピシン流域において、地下水涵養ダムが集中して建設されている地区周辺での、最近の地下水回復を示すモニタリングデータ
- 2) クエッタ流域内に建設されたHabib Dara涵養ダム下流の、地下水回復データ
- 3) マストゥング流域内に建設されたAmach涵養ダムの地下水シミュレーションによる実証結果 (貯水位変動実績より、相当量の地下浸透・涵養が確認されたことと、下流カレーズでの流量モニタリング結果において、かなり時間遅れをもった涵養効果と見られる現象が認められること)

このように、限られた資料の中からも、地下水涵養ダムの効果を示す事実が認められることから、良好なサイトに、適切なダムを建設すれば所定の涵養効果が得られるものと判断することができる。

表 3.3.1 調査対象地域に関わる降水観測所およびデータ

Station	Ob.	Elev. (feet)	Duration	Lat.	Long.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
<b>(Quetta District)</b>																		
Beleli	UK	-	1891 - 1946	30-15'	66-57'	45.0	43.4	35.6	17.5	4.1	2.8	5.8	5.6	0.5	2.3	5.6	25.9	193.8
Dirgi	UK	-	1891 - 1937	30-19'	67-31'	36.6	47.2	37.1	19.6	8.6	8.9	25.7	17.0	4.8	4.6	5.1	23.6	238.3
Kach **	SU	6,350	1891 -	30-26'	67-18'	51.1	53.1	49.8	21.3	7.4	3.8	13.5	7.4	1.3	1.8	6.4	26.4	244.3
Killi Kotwal**, **	SU	5,700	1970 -	30-15'	67-01'	44.4	38.9	56.4	17.8	4.3	4.1	8.4	12.7	0.8	0.0	2.5	23.1	221.2
Mangi	UK	-	1891 - 1937	30-21'	67-30'	34.0	48.0	42.4	16.5	6.9	6.4	17.3	9.9	3.0	3.6	4.8	22.1	213.6
Mud Gorge	UK	-	1891 - 1908	30-23'	67-24'	45.5	46.2	55.1	18.5	10.7	7.4	9.7	6.9	1.3	2.0	8.4	22.9	240.8
Quetta**	PM	5,253	1891 -	30-15'	66-53'	49.8	49.5	40.4	21.1	9.4	4.3	11.2	7.4	1.0	2.8	6.1	28.2	230.1
Sariab	SU	5,640	1900 -	30-06'	66-59'	36.6	32.0	35.1	15.5	4.8	3.3	9.9	8.4	0.8	1.3	3.3	17.8	168.7
Urak	UK	-	1914 - 1946	30-16'	67-11'	58.2	62.5	50.5	27.9	14.7	7.4	31.0	16.0	3.0	4.3	5.8	35.3	312.4
Wali Tangi *	SW	9,000	1961 -	30-15'	67-15'	33.8	31.5	84.3	27.2	7.4	3.6	23.1	24.9	3.0	0.3	5.1	34.2	283.5
<b>(Qila Abudullah District)</b>																		
Chaman	OT	-	1893 -	30-56'	66-27'	52.6	46.5	38.1	18.3	3.0	0.5	3.0	1.0	0.5	3.0	5.3	32.5	211.8
Gulistan	UK	-	1891 - 1949	30-36'	66-35'	55.1	44.4	34.3	10.2	1.8	0.5	4.1	0.8	0.3	1.8	5.3	27.9	181.4
Qila Abdulllah**	SU	-	1891 -	30-43'	66-37'	63.2	54.4	43.9	14.5	3.0	0.5	3.6	0.8	2.3	2.3	7.1	33.3	227.1
Shefa Bagh	UK	-	1892 - 1948	30-49'	66-35'	79.0	74.2	76.7	29.0	5.8	1.8	6.4	2.5	0.0	2.8	9.9	48.5	337.1
<b>(Pishin District)</b>																		
Bandat Jungle**	SW	1,500	1969 -	30-29'	67-25'	48.0	50.8	57.9	17.0	4.8	1.8	21.6	18.8	1.5	0.8	5.6	21.3	258.3
Barshore	UK	-	1909 - 1921	30-46'	67-13'	63.8	40.6	54.6	25.1	5.6	7.1	7.1	7.6	0.0	5.3	11.4	46.5	285.5
Bund K. Khan	SU	-	1909 -	30-40'	66-58'	66.5	48.5	43.9	19.1	4.3	1.0	5.8	3.6	0.3	2.0	4.1	32.0	229.4
Bostan	UK	-	1891 - 1950	30-26'	67-01'	50.5	46.2	41.9	17.5	5.8	1.8	6.1	4.1	0.5	2.3	5.6	26.6	208.8
Fullers Camp	UK	-	1891 - 1907	30-27'	67-13'	50.8	57.9	67.3	28.7	10.2	4.6	8.1	2.5	1.0	2.5	8.6	29.0	269.7
Khanai	UK	-	1891 - 1946	30-29'	67-09'	43.4	47.5	38.6	14.5	3.0	3.3	6.1	3.0	0.3	2.5	5.1	26.9	195.1
Kuchlak	UK	-	1891 - 1950	30-21'	66-56'	47.5	39.1	36.6	15.2	5.3	1.5	7.1	2.8	1.3	2.3	5.6	26.4	191.0
Pishin**	UK	-	1891 - 1950	30-35'	66-59'	58.7	53.6	45.7	20.8	5.8	1.3	4.8	4.6	0.5	3.0	6.6	34.0	238.5
Sabura	UK	-	1913 - 1919	31-03'	67-16'	26.4	65.0	68.1	35.3	26.2	0.5	1.0	29.2	0.0	0.5	16.3	21.6	282.2
Saranan	UK	-	1895 - 1950	30-34'	66-52'	51.3	42.4	35.3	15.0	3.0	1.0	4.8	1.8	0.0	2.8	7.1	30.7	193.3
Shebo	UK	-	1930 - 1946	30-32'	66-56'	67.6	54.9	32.5	16.0	3.8	2.0	9.4	3.3	0.3	1.0	2.3	28.7	213.9
Siran Tangi	SW	6,900	1961 -	30-24'	67-12'	41.4	45.5	63.0	22.1	7.1	3.6	20.1	15.0	1.0	0.5	4.6	28.4	258.6
Surkhob h/w	UK	-	1930 - 1946	30-35'	67-05'	74.7	51.1	36.1	23.4	6.4	2.0	12.9	5.6	0.0	0.3	2.8	29.7	249.2
Syad Hamid	UK	-	1891 - 1915	30-35'	66-45'	48.5	53.3	41.9	15.5	15.2	1.0	1.0	1.0	0.0	2.3	11.4	31.8	210.8
Tor Merga h/w	UK	-	1930 - 1946	30-42'	67-04'	77.0	54.1	40.1	20.3	5.1	2.0	8.9	2.3	0.0	0.3	2.3	29.7	242.1
Yaru Karez	UK	-	1891 - 1946	30-31'	66-57'	42.2	40.1	35.3	16.8	4.6	0.8	4.6	3.3	0.0	1.8	4.3	29.7	186.2
<b>(Mastung District)</b>																		
Abigum	UK	-	1896 - 1946	29-49'	67-21'	22.1	23.1	16.8	6.9	2.0	5.1	19.8	20.1	3.3	0.8	2.0	9.7	133.9
Hirok	UK	-	1891 - 1946	29-56'	67-14'	64.3	75.2	20.6	18.3	1.0	15.0	39.4	29.0	8.4	2.8	6.6	22.8	309.9
Kanak	UK	-	1906 - 1950	29-58'	66-46'	32.3	36.6	22.9	10.4	3.6	2.0	8.9	9.1	0.8	1.8	2.8	18.8	152.1
Kirda Gap	UK	-	1906 - 1946	29-44'	66-27'	41.7	43.7	23.1	9.9	1.8	0.8	8.6	3.8	0.8	1.8	2.8	24.4	162.3
Kolpur	UK	-	1891 - 1950	29-54'	67-03'	45.5	37.3	31.5	11.7	4.3	3.8	19.3	13.0	2.8	2.8	4.1	20.8	196.6
Mach **	SU	3,200	1892 -	29-52'	67-20'	32.8	32.5	25.1	10.9	6.6	5.6	32.5	32.5	7.6	1.3	2.3	15.0	207.0
Mastung Road**	PM	-	1906 - 1960	29-51'	66-50'	37.1	42.4	22.9	11.2	3.0	2.0	4.1	2.8	0.8	1.8	3.6	17.5	151.1
Mastung	UK	-	1911 - 1950	29-48'	66-50'	48.5	39.4	30.7	17.3	7.6	3.6	7.4	4.3	2.8	2.3	4.8	23.9	191.3
Shaikhwasil	UK	-	1907 - 1950	29-52'	66-34'	58.9	43.2	24.4	12.7	1.5	0.8	7.6	3.6	0.0	2.0	3.3	34.8	190.5
Spezand	SU	5,850	1901 -	29-59'	67-00'	40.4	35.8	33.0	11.9	3.6	1.0	10.2	4.3	0.8	0.8	2.3	17.2	160.8
<b>(Kalat District)</b>																		
Kalat **	PM	6,617	1891 -	29-02'	66-35'	39.1	37.1	28.4	11.9	4.8	4.1	18.5	10.7	2.5	2.0	5.8	18.0	190.8
Mangochar	UK	-	1912 - 1950	29-22'	66-37'	29.2	25.4	20.3	7.9	1.0	1.5	15.2	5.8	2.3	2.3	5.3	19.8	136.9
Surab	SU	5,700	1925 -	28-30'	66-15'	49.3	40.4	33.3	16.3	7.1	3.6	36.1	12.7	0.8	1.3	6.4	22.4	232.2

Ob.: Observing Agencies

PM -- Pakistan Meteorological Office, Government of Pakistan

SW -- Surface Water Hydrology Project undertaken by WAPDA, now being taken over by BWR

SU -- Same as above stations succeeded from UK

UK -- Old colonial rainfall recording office

OT -- Other agency

\*: Hourly rainfall data are available.

\*\* : Climatological data are available.

表 3.3.2 クエッタ気象観測所データにおける気象要素

Name of station: Quetta		Observed year: 1891 - 1995 (vary depend upon factors)												
Items	Unit	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
Precipitation	mm	49.8	49.5	40.4	21.1	9.4	4.3	11.2	7.4	1.0	2.8	6.1	28.2	230.1
Temperature														
Monthly Max.	C	10.8	12.9	18.7	24.8	30.4	35.3	35.9	34.8	31.4	25.5	19.2	13.3	24.4
Monthly Mean	C	3.7	6.0	11.1	16.6	21.0	25.6	27.9	26.4	21.2	14.7	9.2	5.1	15.7
Monthly Min.	C	-3.4	-0.9	3.4	8.3	11.5	15.9	19.9	17.9	10.9	3.8	-0.9	-3.2	6.9
Bright Sunshine	Hrs	221.6	208.5	232.6	272.5	334.2	325.6	313.5	312.5	294.4	307.2	278.2	238.7	278.3
Solar Radiation	MJ/M	12.0	14.3	17.0	20.9	24.4	26.3	25.2	24.1	22.5	19.7	16.3	12.0	19.5
Wind Mean Speed	Knots	3.0	3.5	3.9	4.0	3.8	4.4	5.3	3.8	2.8	2.2	2.5	2.2	3.4
Relative humidity	%	50.0	50.0	43.0	35.0	27.0	21.0	26.0	24.0	22.0	24.0	29.0	43.0	33.0
Pan Evaporation	mm	116.0	138.0	183.0	240.0	265.0	297.0	427.0	384.0	250.0	150.0	121.0	109.0	223.3

Mean Monthly Rainfall of Quetta Station

(Unit:mm)

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
1891													
1891	38.0	34.0	33.0	15.0	5.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	1.0	19.0	210.0
1946													
1947													
1947	80.2	114.8	35.2	24.8	33.5	29.8	38.1	28.1	0.7	11.7	29.8	54.9	481.5
1960													
1961	19.1	36.3	11.2	73.2	2.3	4.8	10.9	1.3	0.0	0.0	8.6	33.5	201.2
1962	0.5	7.6	78.0	59.7	5.3	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	161.5
1963	0.0	30.0	23.1	41.9	39.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	9.4	151.4
1964	85.9	11.7	38.1	28.2	0.3	0.0	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	178.7
1965	49.0	15.0	17.3	118.9	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	25.4	38.4	266.5
1966	1.8	52.6	10.2	38.9	0.0	0.0	25.1	0.0	0.0	10.4	0.0	0.0	139.0
1967	7.1	82.8	63.2	36.1	0.5	0.0	3.0	2.5	0.0	0.0	4.3	44.7	244.2
1968	67.6	77.2	11.9	7.1	16.3	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.9	226.0
1969	18.5	22.1	6.1	34.5	18.0	0.0	23.1	0.0	0.0	0.0	1.8	13.7	137.8
1970	96.0	15.2	33.5	2.0	0.0	0.0	1.5	15.5	7.6	0.0	0.0	7.1	178.4
1971	7.4	21.8	16.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.7	62.2
1972	87.6	22.4	52.3	44.7	2.6	2.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	40.9	254.3
1973	82.8	18.0	9.7	0.8	1.3	0.0	38.1	0.0	0.0	0.0	0.0	56.9	207.6
1974	69.6	120.3	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9	210.6
1975	78.2	45.2	46.9	7.1	0.0	0.0	7.3	28.0	1.0	0.0	0.0	18.6	232.3
1976	31.2	74.4	136.8	24.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	274.2
1977	91.5	6.0	0.6	10.4	16.0	19.2	48.1	14.0	0.0	0.0	25.2	8.6	239.6
1978	68.0	58.3	18.2	16.5	0.0	0.0	121.8	1.1	0.0	0.0	23.1	10.5	317.5
1979	70.8	90.2	112.3	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	68.1	348.9
1980	69.9	30.0	95.5	2.7	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	24.8	13.1	3.6	244.8
1981	111.9	105.1	63.5	0.0	17.0	0.0	2.0	0.0	0.0	13.0	0.0	35.0	347.5
1982	178.0	189.2	232.4	30.4	23.0	0.0	0.0	50.0	0.0	68.8	16.0	162.0	949.8
1983	61.0	61.0	68.1	148.0	29.0	0.0	22.0	173.0	0.0	0.0	0.0	71.2	633.3
1984	58.2	19.4	40.5	5.8	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	18.0	143.2
1985	54.6	0.0	78.0	88.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.7	257.1
1986	4.2	102.8	45.8	0.0	0.0	0.0	1.0	66.0	0.0	0.0	19.6	4.5	243.9
1987	18.4	30.2	93.1	2.0	5.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	155.8
1988	29.6	14.8	121.1	0.0	0.0	0.0	59.5	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0	259.0
1989	46.7	30.4	86.2	13.0	0.0	0.6	1.2	0.6	0.0	0.0	13.0	51.4	243.1
1990	137.1	79.5	40.8	2.8	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	1.0	50.4	313.2
1991	76.6	41.7	104.8	38.0	21.8	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	8.5	16.8	315.7
1992	46.0	53.6	32.2	89.2	13.2	0.0	0.0	15.4	0.0	12.2	0.0	48.4	310.2
1993	110.0	28.9	51.9	12.1	4.1	2.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	209.6
1994	20.6	47.1	26.6	8.3	19.7	0.0	67.6	6.2	78.8	0.0	0.4	21.1	296.4
1995	23.5	45.5	35.5	32.3	0.0	0.0	25.7	0.0	0.0	1.2	0.0	128.9	292.6
Mean	49.8	49.5	40.4	21.1	9.4	4.3	11.2	7.4	1.0	2.8	6.1	28.2	230.1

表3.10.1 ピシンロラ流域における支流域単位の地下水水収支

各支流域の灌漑用水量

Districts / Basin/Sub-Basin	Pishin			Quetta			Mastung			Klat			Total		
	Irr. Area (ha)	818.33 (mm)	55.65	Irr. Area (ha)	986.10 (mm)	136.08	Irr. Area (ha)	773.67 (mm)	19.34	Irr. Area (ha)	872.09 (mm)	90.70	Irr. Area (ha)		
Pishin Lora Basin															
Pishin	19,790	<b>150.94</b>	<i>11.01</i>	480	<b>4.08</b>	<i>0.03</i>							20,270	<b>155.02</b>	<i>11.05</i>
Kuchlagh	3,710	<b>28.30</b>	<i>2.06</i>	4,400	<b>37.40</b>	<i>0.32</i>	1,070	<b>8.07</b>	<i>0.21</i>				9,180	<b>73.77</b>	<i>2.59</i>
Quetta				5,180	<b>44.03</b>	<i>0.37</i>	3,210	<b>24.21</b>	<i>0.62</i>				8,390	<b>68.24</b>	<i>1.00</i>
Kolpur							910	<b>6.86</b>	<i>0.18</i>				910	<b>6.86</b>	<i>0.18</i>
Mastung							5,200	<b>39.23</b>	<i>1.01</i>				5,200	<b>39.23</b>	<i>1.01</i>
Shirinab							6,400	<b>48.28</b>	<i>1.24</i>	330	<b>2.58</b>	<i>0.30</i>	6,730	<b>50.86</b>	<i>1.54</i>
Mangochar							250	<b>1.89</b>	<i>0.05</i>	2,230	<b>17.43</b>	<i>2.02</i>	2,480	<b>19.31</b>	<i>2.07</i>
Sardar Khel							1,890	<b>14.26</b>	<i>0.37</i>				1,890	<b>14.26</b>	<i>0.37</i>
Patki Shah Nawaz										2,630	<b>20.55</b>	<i>2.39</i>	2,630	<b>20.55</b>	<i>2.39</i>
Kalat										11,750	<b>91.81</b>	<i>10.66</i>	11,750	<b>91.81</b>	<i>10.66</i>
Kopoto										1,070	<b>8.36</b>	<i>0.97</i>	1,070	<b>8.36</b>	<i>0.97</i>
Sub-total	23,500	<b>179.23</b>	<i>13.08</i>	10,060	<b>85.51</b>	<i>0.73</i>	18,930	<b>141.79</b>	<i>3.66</i>	18,010	<b>140.73</b>	<i>16.33</i>	70,500	<b>548.27</b>	<i>33.83</i>
Other Basin	8,190	<b>62.46</b>	<i>4.56</i>	0	<b>0.00</b>	<i>0.00</i>	11,910	<b>89.84</b>	<i>2.30</i>	2,910	<b>22.74</b>	<i>2.64</i>	23,010	<b>175.04</b>	<i>9.50</i>
Total	31,690	<b>241.69</b>	<i>17.63</i>	10,060	<b>85.51</b>	<i>0.73</i>	30,840	<b>231.63</b>	<i>5.96</i>	20,920	<b>163.47</b>	<i>18.97</i>	93,510	<b>723.31</b>	<i>43.30</i>

Figurs in bold letter are the quantity of irrigated water by groundwater at the unit of MCM.

Figurs in italic letter are the quantity of irrigated water by surface water at the unit of MCM.

各支流域での地下水水収支

Items	(unit)	Pishin	Kuchlagh	Quetta	Kolpur	Mastung	Shirinab	Mangochar	Sardar Khel	Patki Shah Nawaz	Kalat	Kopoto	Remarks
Annual Rainfall	(mm)	238.5	209.8	230.1	196.6	151.1	162.3	136.9	151.1	162.3	190.8	190.8	
Lowland Area	Km2	3,060	760	870	40	440	740	330	260	490	1,090	60	
Aquifer	Km2	565	520	440	30	210	300	200	100	120	810	20	
Aquitard	Km2	2,495	240	430	10	230	440	130	160	370	280	40	
Highland Area	Km2	3,890	980	920	70	350	590	340	240	510	1,150	110	
Total Area	Km2	6,950	1,740	1,790	110	790	1,330	670	500	1,000	2,240	170	
Spec. Recharge (1)	(mm)	71.6	62.6	69.0	59.0	45.3	48.7	41.1	45.3	48.7	57.2	57.2	
Effective Area (1)	Km2	565	520	380	30	210	300	200	100	120	810	20	
Recharge (1)	MCM	40.4	32.6	26.2	1.8	9.5	14.6	8.2	4.5	5.8	46.4	1.1	
Spec. Recharge (2)	(mm)	71.6	62.6	69.0	59.0	45.3	48.7	41.1	45.3	48.7	57.2	57.2	
Effective Area (2)	Km2	1,167	392	460	42	210	295	136	72	153	460	66	
Recharge (2)	MCM	83.5	24.6	31.8	2.5	9.5	14.4	5.6	3.3	7.4	26.3	3.8	
Total Natural Recharge	MCM	123.9	57.1	58.0	4.2	19.0	29.0	13.8	7.8	13.3	72.7	4.9	403.8
Catchment of DADs	Km2	310	141	57	0	47	2	5	0	35	55	0	
Existing DADs' effect *	MCM	7.4	3.0	1.3	0.0	0.7	0.0	0.1	0.0	0.6	1.0	0.0	
Total Recharge	MCM	131.3	60.1	59.3	4.2	19.7	29.0	13.9	7.8	13.9	73.7	4.9	417.9
Irrigated Water	MCM	155.02	73.77	68.24	6.86	39.23	50.86	19.31	14.26	20.55	91.81	8.36	
Return of Irrg. water **	MCM	-7.75	-3.69	-3.41	-0.34	-1.96	-2.54	-0.97	-0.71	-1.03	-4.59	-0.42	
Rural water	MCM	4.65	2.21	2.05	0.21	1.18	1.53	0.58	0.43	0.62	2.75	0.25	
Urban Population	1,000 Pn.	25	20	337	5	26	5	5	5	5	18	5	
Drinking Water	MCM	0.55	0.44	11.76	0.11	0.57	0.11	0.11	0.11	0.11	0.39	0.11	
Total Groundwater	MCM	152.5	72.7	78.6	6.8	39.0	49.9	19.0	14.1	20.2	90.4	8.3	551.7
Water Deficit	MCM	-21.1	-12.6	-19.3	-2.6	-19.3	-21.0	-5.2	-6.3	-6.4	-16.6	-3.4	-133.8
Observed Deficit ***	(-)			(-17.0)		(-18.4)							
	%	-13.9%	-17.3%	-24.6%	-37.9%	-49.4%	-41.9%	-27.2%	-41.6%	-31.6%	-18.4%	-40.7%	-24.2%

\* : The recharging effect by existing DADs was estimated multiplying total catchment area of DADs by 10% of annual rainfall.

\*\* : The return water on irrigation water supply was estimated assuming 5% of the irrigated water.

\*\*\* : The observed deficit of groundwater was an estimated water deficit using monitored data of groundwater level.

(The figure of Quetta is an estimated water deficit for the Quetta Northern Sub-Basin.)

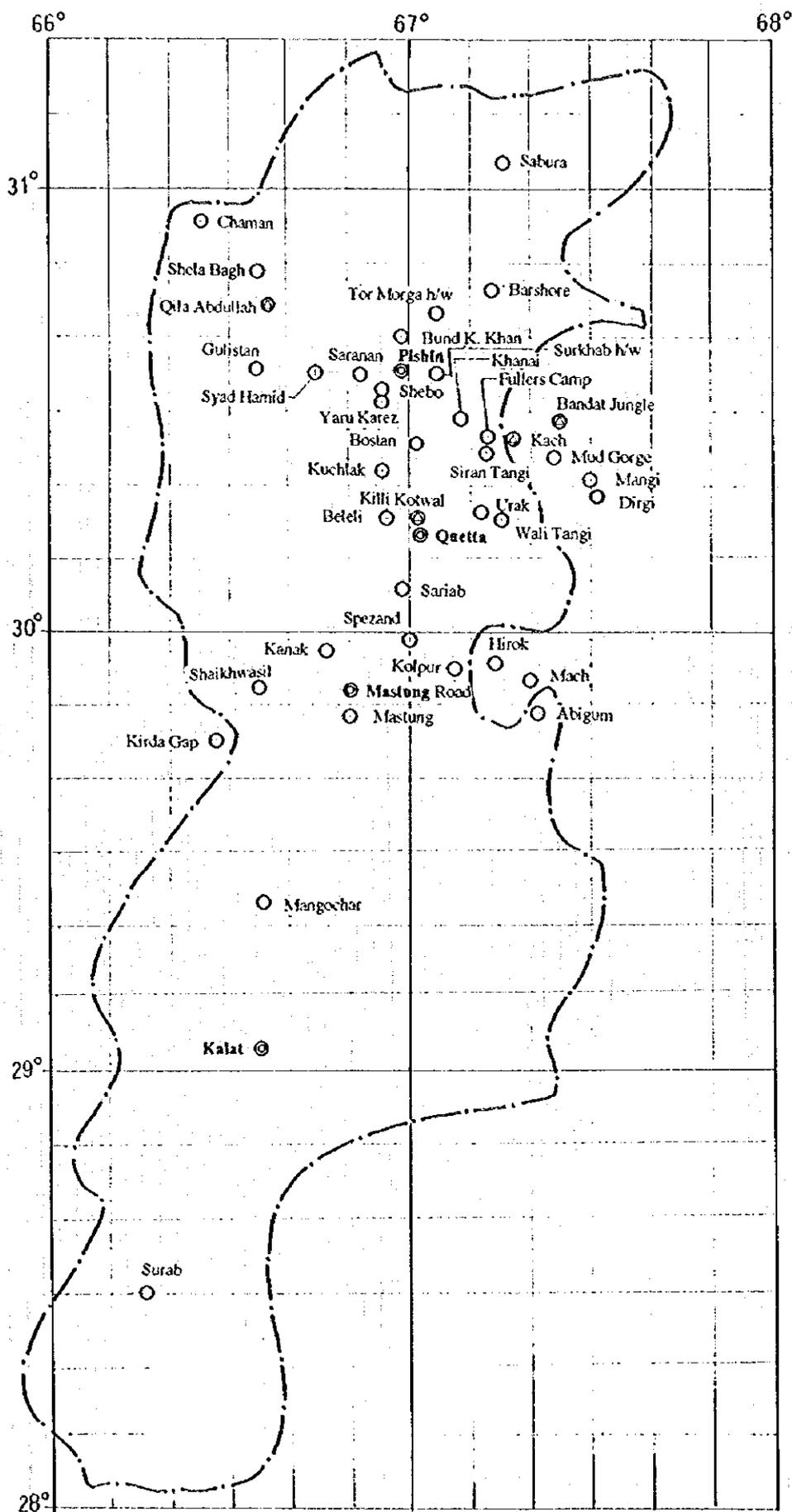


図 3.3.1 調査対象地域における気象観測所

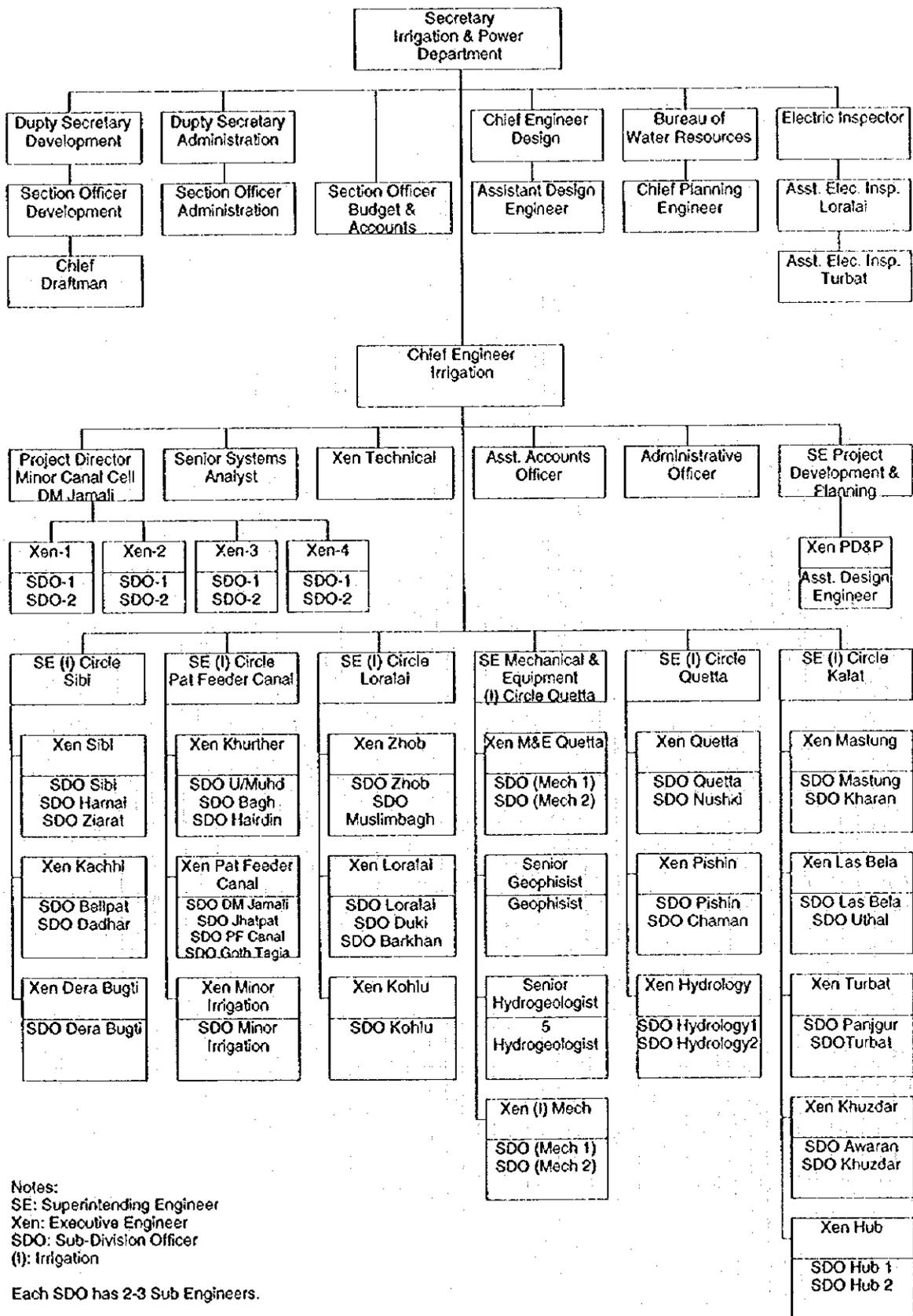


図 3.10.1 パロチスタン州灌漑電力局組織図

