

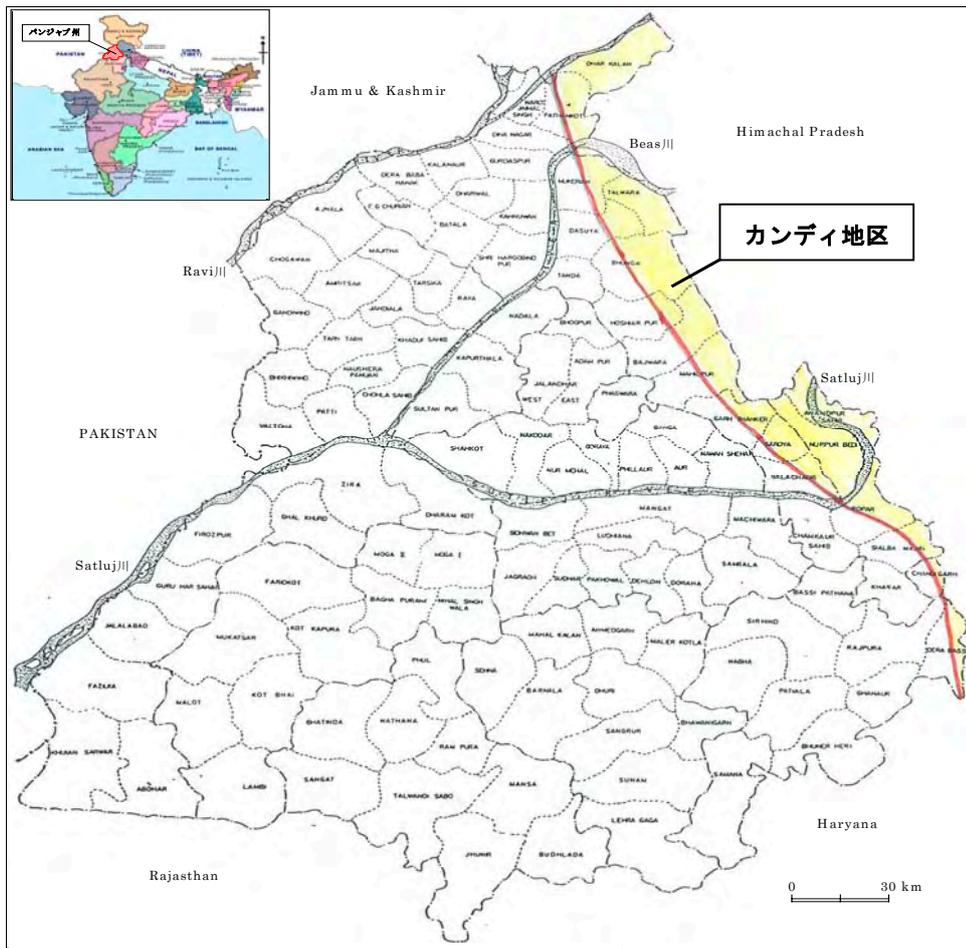
2-3 サイトの状況と問題点

2-3-1 対象地域の自然条件

(1) 地勢および地形

「パ」州は、「イ」国の北西部のパキスタン国との国境沿いに位置し、Ravi 川および Satluj 川によりパキスタン国との国境を分けている。同州北方のジャム・カシミール州およびヒマチャル・プラディッシュ州には、「イ」国を東西に横断するように、ヒマラヤ山脈が聳える。一方、同州南方のラジャスタン州にはタール砂漠が拡がり、「イ」国で最も乾いた地域である。

本件要請の対象地域であるカンディ地区は、「パ」州の北東部に位置し、隣のヒマチャル・プラディッシュ州との州境沿いに幅 10~15km の範囲で、北北西~南南東の方向に細長く拡がる（「図 2-1 カンディ地区位置図」を参照）。カンディ地区の中央部には標高約 600m の尾根が伸び、尾根の南西部に向かって、緩やかに傾斜し、Ravi 川、Beas 川および Satluj 川により形成された、標高 250~300m の中央平原へと続いている。この尾根の北東部には比較的急傾斜の斜面を有し、標高約 300m の Satluj 川および Soan 川へとつながる。これら山地の両斜面には、複合扇状地が発達しており、「パ」州中央部の沖積平野および河川により形成された谷底平野と接している。また、この尾根の北東斜面には、標高約 500m の台地（Beet Area）が拡がっており、Satluj（サトラジ）川および Soan（ソーン）川の複合扇状地、氾濫源、両河川による谷底平野とは違った地形を呈している。



出典：
PSTC の提供資料

図 2-1 カンディ地区位置図

一方、Satluj 川および Soan 川により形成された谷底平野の対岸においても、北北西～南南東の方向に尾根が伸びており、これらを総称して、Siwalik (シワリク) 山地と呼ばれている。

(2) 気 候

「パ」州の気候は、一般に温帯気候に属している。しかしながら南西部地域においては、タール砂漠の影響を受けるため、比較的乾燥気候に近い半乾燥地帯と言える。したがって各地域の降水量は年間 100mm 以下から 800mm 以上と非常に変化に富んでおり、大きな地域差が見られる(「表 2-1 パンジャブ州各県における降水量」を参照)。同州は全般的にモンスーンの影響を受け、6～9月のモンスーン期にはその影響を受け、中央部～北部にかけて比較的多くの降水量を記録する。パンジャブ州全体の平均では、モンスーン期に約 350mm 前後の降水量があり、年間では 450mm 前後の降水量がみられる。

表 2-1 パンジャブ州各県における降水量

地域	年	月平均(°C)												通常期	モンスーン期 (6～9月)	合計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
州中央部・北西部																
Amritsar	2003	6.9	75.9	39.2	2.0	1.0	76.4	100.3	96.7	39.6	0.0	4.4	12.2	141.6	313.0	454.6
	1999～2003平均	14.5	19.2	11.8	4.9	12.7	46.7	110.8	54.0	31.6	0.5	0.9	3.5	68.0	243.1	311.1
Jalandhar	2003	14.7	130.3	46.7	11.3	1.7	26.7	159.7	150.7	68.7	0.0	2.0	7.0	213.7	405.8	619.5
	1999～2003平均	21.8	33.4	14.5	10.9	15.9	51.2	114.6	74.3	56.3	0.1	0.4	3.4	100.4	296.4	396.8
Kapurthala	2003	21.0	56.0	6.8	0.0	0.0	57.5	71.3	97.8	90.5	0.0	0.5	0.0	84.3	317.1	401.4
	1999～2003平均	17.8	23.6	6.1	16.6	19.4	55.2	160.8	78.4	73.3	0.2	0.1	2.0	85.8	367.7	453.5
Ludhiana	2003	15.0	59.3	24.0	3.9	6.7	54.3	157.0	77.3	69.5	0.0	3.5	3.5	115.9	358.1	474.0
	1999～2003平均	20.5	19.4	11.4	9.8	23.2	50.2	189.6	72.1	133.8	1.1	0.7	2.5	88.6	445.7	534.3
Fatehgarh Sahib	2003	15.7	47.0	16.5	7.5	3.1	68.0	203.8	35.4	82.1	0.0	0.0	3.7	93.5	389.3	482.8
	1999～2003平均	3.1	9.9	10.8	2.8	5.1	32.0	121.9	80.1	54.7	2.3	0.0	0.7	34.7	288.7	323.4
Patiala	2003	55.9	48.2	7.5	11.0	6.1	68.2	202.3	123.4	121.0	0.0	0.2	11.5	140.4	514.9	655.3
	1999～2003平均	31.6	27.0	8.6	10.6	30.5	84.2	181.9	107.8	96.6	1.7	0.2	3.8	114.0	470.5	584.5
州西部・南西部																
Bathinda	2003	0.0	31.5	0.0	0.0	4.5	19.5	135.0	117.2	28.2	0.0	0.0	0.0	36.0	299.9	335.9
	1999～2003平均	4.0	7.0	0.9	2.6	4.9	20.1	74.0	28.5	12.0	1.4	0.0	0.0	20.8	134.6	155.4
Faridkot	2003	31.1	51.1	0.0	0.0	8.2	42.6	137.1	50.5	17.4	0.0	0.0	0.0	90.4	247.6	338.0
	1999～2003平均	25.9	17.1	1.6	1.6	15.6	47.7	75.5	54.8	19.9	0.0	0.0	2.8	64.6	197.9	262.5
Firozpur	2003	0.5	13.7	0.2	0.0	2.4	5.2	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8	13.0	29.8
	1999～2003平均	6.6	3.6	0.2	3.7	1.7	7.0	41.2	7.2	8.5	0.0	0.0	1.0	16.8	63.9	80.7
Mansa	2003	1.8	14.2	2.8	0.0	12.4	6.4	22.6	61.9	23.0	0.0	0.0	0.0	31.2	113.9	145.1
	1999～2003平均	7.8	6.5	1.3	1.2	33.2	23.7	30.0	16.0	11.2	0.0	0.0	0.2	50.2	80.9	131.1
Moga	2003	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	43.8	29.3	13.1	0.0	2.2	0.0	2.2	95.0	97.2
	1999～2003平均	13.1	4.0	4.1	1.8	9.5	30.0	58.4	30.2	37.2	0.8	0.7	0.2	34.2	155.8	190.0
Muktsar	2003	9.1	99.7	26.0	0.0	5.0	42.0	103.0	104.3	22.0	0.0	1.0	2.0	142.8	271.3	414.1
	1999～2003平均	31.0	25.9	12.0	3.3	35.6	41.0	120.9	54.5	59.2	3.2	0.2	4.7	115.9	275.6	391.5
Sangrur	2003	2.8	37.0	2.4	0.0	1.8	23.2	158.8	53.6	5.0	0.0	0.2	1.2	45.4	240.6	286.0
	1999～2003平均	5.6	12.4	0.7	3.9	10.7	28.3	87.7	24.8	14.4	0.0	0.0	1.1	34.4	155.2	189.6
州東部・北東部																
Gurdaspur	2003	23.7	149.3	57.0	4.0	6.7	65.3	310.3	280.7	161.2	0.0	13.9	20.5	275.1	817.5	1,092.6
	1999～2003平均	39.4	50.7	20.1	18.2	28.4	105.3	276.9	227.5	102.3	0.4	6.0	10.0	173.2	712.0	885.2
Hoshiarpur	2003	8.7	66.5	45.6	10.5	2.5	57.3	160.7	244.9	126.7	0.0	4.4	7.5	145.7	589.6	735.3
	1999～2003平均	35.5	26.4	15.2	15.0	39.9	56.8	136.3	165.0	84.9	3.1	0.9	3.3	139.3	443.0	582.3
Nawanshehar	2003	36.3	76.0	6.2	13.5	1.6	82.1	129.9	164.7	96.9	0.0	7.4	8.4	149.4	473.6	623.0
	1999～2003平均	29.9	28.4	13.6	16.7	22.6	84.5	251.5	162.7	68.4	0.7	1.5	11.4	124.8	567.1	691.9
Rupnagar	2003	31.3	60.0	26.1	12.3	2.0	75.6	190.5	88.8	140.1	0.0	0.0	0.0	131.7	495.0	626.7
	1999～2003平均	27.7	23.4	18.7	9.0	36.6	83.7	256.1	138.6	104.0	3.5	0.0	1.0	119.9	582.4	702.3
パンジャブ州平均	2003	16.1	59.8	18.1	4.5	3.9	45.8	134.9	104.5	65.0	0.0	2.3	4.6	109.3	350.2	459.5
	1999～2003平均	19.8	19.9	8.9	26.5	20.3	49.9	134.6	80.4	57.0	1.1	0.7	3.0	100.2	321.9	422.1

(出典: Directorate of Water Resources and Environment, Punjab)

(単位: mm)

本件要請の対象地域であるカンディ地区は、ヒマラヤ山脈の山裾にあたり、従って同州の中ではモンスーンの影響を最も多く受ける地域でもあり、降水量も他の地域に比べると比較的多い地域である（「表2-2 カンディ地区の各ブロックにおける降水量」を参照）。

表2-2 カンディ地区の各ブロックにおける降水量

ブロック	年	月平均(°C)												通常期	モンスーン期 (6~9月)	合計	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
カンディ地域																	
Anandpur Sahib	2002	35.0	0.0	0.0	10.0	12.7	141.6	51.4	157.4	222.8	10.4	0.0	0.0	68.1	573.2	641.3	
Ropar	2002	7.0	18.0	12.0	14.0	30.0	31.0	69.4	141.0	264.0	15.0	0.0	0.0	96.0	505.4	601.4	
	2003	19.0	60.0	47.0	18.0	0.0	121.0	152.0	81.0	110.0	0.0	1.0	6.0	151.0	464.0	615.0	
	2004	102.0	4.0	0.0	0.0	22.0	20.0	85.5	363.0	24.0	143.0	0.0	9.0	280.0	492.5	772.5	
Dharkalan	2002	20.8	19.0	25.0	23.1	12.0	58.3	173.5	588.4	79.1	2.5	0.0	3.0	105.4	899.3	1,004.7	
	2003	30.2	265.0	57.7	6.0	10.0	69.0	369.2	495.0	278.3	0.0	18.0	0.0	386.9	1,211.5	1,598.4	
	2004	151.0	14.0	0.0	28.0	31.0	75.0	390.2	259.0	0.0	65.4	0.0	12.0	301.4	724.2	1,025.6	
Pathankot	2002	18.0	15.9	12.4	17.8	7.0	62.2	93.0	434.4	60.5	0.0	0.0	2.0	73.1	650.1	723.2	
	2003	25.0	130.6	44.4	8.0	0.0	38.7	205.5	242.5	156.0	0.0	12.0	10.0	230.0	642.7	872.7	
	2004	97.0	9.0	15.0	25.4	29.0	72.0	167.4	247.0	22.0	30.0	5.0	8.0	218.4	508.4	726.8	
Dasuya	2002	0.0	7.2	0.0	11.2	12.2	26.8	43.6	59.8	106.8	43.2	0.0	0.0	73.8	237.0	310.8	
	2003	0.0	77.7	76.7	10.2	0.0	34.0	256.4	528.5	145.9	0.0	2.0	10.5	177.1	964.8	1,141.9	
	2004	89.4	27.5	0.0	17.4	86.5	72.9	114.7	98.5	3.5	140.8	2.0	10.0	373.6	289.6	663.2	
Garhshankar	2002	12.7	19.7	0.0	22.9	30.5	40.7	40.1	106.0	3.0	0.0	0.0	88.8	226.8	315.6		
	2003	22.9	63.5	0.0	2.2	2.0	25.0	87.8	40.7	35.4	0.0	2.0	1.0	93.6	188.9	282.5	
	2004	11.0	2.0	0.0	5.0	15.3	45.7	76.2	130.9	0.0	78.7	0.0	12.7	124.7	252.8	377.5	
Mukerian	2002	32.0	13.4	12.0	0.0	3.3	32.8	62.7	110.2	111.5	5.0	0.0	0.0	65.7	317.2	382.9	
	2003	19.7	142.2	5.0	11.0	0.0	86.3	577.8	378.4	292.2	0.0	2.0	10.8	190.7	1,334.7	1,525.4	
	2004	82.2	0.0	0.0	8.7	17.7	29.1	126.0	162.9	7.2	126.9	4.3	35.4	275.2	325.2	600.4	
パンジャブ州平均		2003	16.1	59.8	18.1	4.5	3.9	45.8	134.9	104.5	65.0	0.0	2.3	4.6	109.3	350.2	459.5
1999~2003平均		19.8	19.9	8.9	26.5	20.3	49.9	134.6	80.4	57.0	1.1	0.7	3.0	100.2	321.9	422.1	

(出典: Directorate of Water Resources and Environment, Punjab)

(単位: mm)

(3) 地質

本件要請の対象地域周辺の地質は、先カンブリア紀から第四紀の地質まで、非常に変化に富んでいる。図2-2に「パンジャブ州周辺の地質」を、表2-3に「パンジャブ州周辺の地質層序」をそれぞれ示す。

これによると、「パ」州のほとんどの地域は第四紀に堆積した沖積層あるいは洪積層により構成されている。中央平原は Ravi 川、Beas 川および Satluj 川により形成された、砂、シルトおよび粘土を主体とした、氾濫原堆積物が沖積堆積物として堆積している。中央平原からカンディ地区への遷移地域では、Siwalik 山地から供給された玉石や砂利、シルトを主体とした、扇状地堆積物が堆積している。また、Siwalik 山地中央部に伸びる谷底平野では、Satluj 川および Soan 川により供給された玉石や砂利、シルトを主体とした、河床堆積物が堆積しており、その両岸には、Siwalik 山地の南西斜面と同様に、Siwalik 山地から供給された玉石や砂利、シルトを主体とした、扇状地堆積物が堆積している。一方、Siwalik 山地の一部に細長く広がっている標高約 500mの台地 (Beet Area) には、新第三紀に堆積したと思われる巨レキや玉石、シルトを主体とした Siwalik System に覆われている。これら新第三紀の堆積物は、「パ」州の北方に位置するヒマラヤ山脈から供給されたものと考えられ、ヒマラヤ造山運動の影響を多少なりとも受けているであろう Siwalik 山地に、浸食されずに残っているものである。

表 2-3 パンジャブ州周辺の地質層序

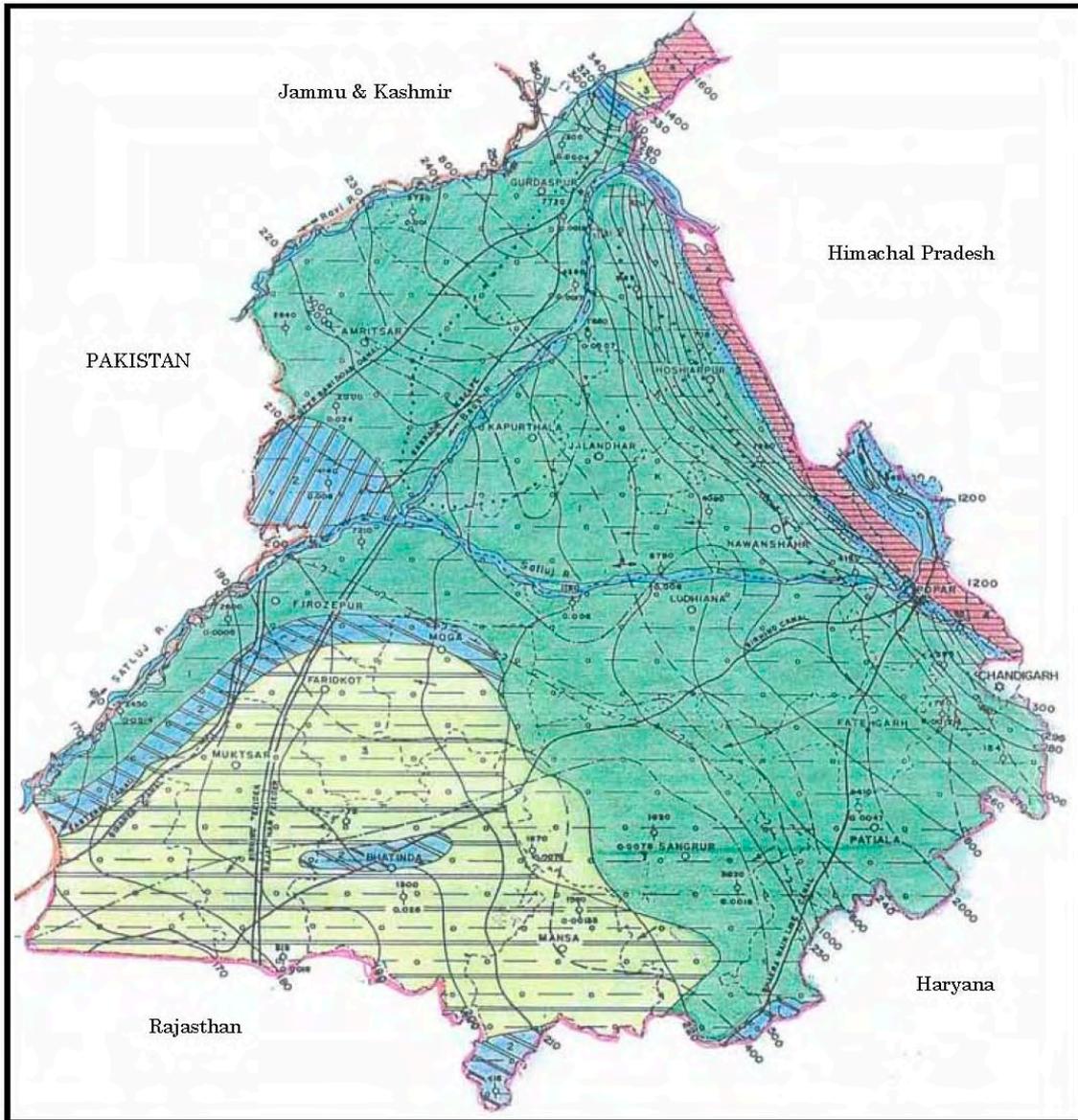
地質年代	地質		層相	分布域	
第四紀	沖積層、洪積層	氾濫原堆積物	砂、シルト、粘土	中央平原、南西部平原	
		河床堆積物	玉石、砂利、砂、シルト、粘土	Satluj川、Soan川の谷底平野	
		扇状地堆積物	玉石、砂利、シルト	Siwalik山地山麓	
新第三紀	鮮新世 中新世	Siwalik System	巨レキ、玉石、レキ岩層	Siwalik山地	
			Pinjor Group		レキ岩
			Tatrot Group		レキ岩
			Dhok Pathan Group		砂岩
			Nagri Group		砂岩
			Chinji Group		頁岩、砂岩
Kamlial Group	頁岩、砂岩				
古第三紀	漸新世	Murree Series		Himachal Pradesh州、 Jammu & Kashmir州、 Uttar Pradesh州他	
	始新世	Subathu Beds			
中生代	白亜紀	Cretaceous Formation			
	ジュラ紀	Jurassic Formation, Tal Series			
	三畳紀	Triassic Formation			
古生代	石炭紀	Panjal Traps			
		Krol Series			
		Blaini Formation, Infra Krol Formation			
	デボン紀	Nagthar Group			
	シルル紀	Mandhali Chandpur Group, Rampur Banjar Formation Haimanta Formation			
先カンブリア紀	原生代	Simla Group			
		Shali Deoban and Largi Group			
		Jutogh Group, Vaikrita Group, Central Gneiss			
		Delhi Group			
		Granite			

(4) 水理地質

「パ」州の水理地質特性は、大きく3つに分類される（「表2-4 パンジャブ州における水理地質特性」および「図2-3 パンジャブ州における水理地質図」を参照）。全ての地下水区では、連続した粘土層のような明瞭な不透水層が見あらず、ほとんどの地下水は不圧地下水を示している。従って、地下水は比較的近い場所から涵養され、流動している。地下水位については、井戸からの揚水の多い中央平原では、年々低下減少にあるが、一方で地下水の塩水化している南西部平原の一部では、地下水の揚水がないことから、地下水位が上昇している地域もある。地下水の流動については、中央平原および西南部平原においては、一般的に北東から南西に向けての地下水の流動が見られる。

表 2-4 パンジャブ州における水理地質特性

地下水区	地質	帯水層	帯水層特性	井戸深度	地下水位	水質
中央平原	第四紀堆積物	砂、シルト	不圧地下水	30~100m	10~30m	一部汚染
南西部平原	第四紀堆積物	砂、シルト	不圧地下水	-	10~30m	塩水化
カンディ地区	第四紀堆積物、 Siwalik システム	巨レキ、 玉石、砂利	不圧地下水	40~500m	15~190m	良好



Lithology	Groundwater Potential	Hydro Chemical Conditions
Clay, silt, sand, gravel, boulders and Kankar, etc.	Large yield prospects above 150 m ³ /hr	Fresh water overlain by saline groundwater
Boulder bed formation (Kandi area)	Yield prospects between 100 and 150 m ³ /hr	Groundwater saline at all levels except local patches
Thick clay, thin sand zones and Kankar beds in flat topped hilly	Yield prospects between 50 and 100 m ³ /hr	Fresh water underlain by saline groundwater
Siltstone, clay stone, sandstone, shale, conglomerate and limestone	Limited yield prospects below 50 m ³ /hr	

図 2-3 パンジャブ州における水理地質図

カンディ地区の地下水に関しては、Siwalik 山地の南西側および中央部谷底平野では全く異なった水理地質構造となっており、また中央平原および西南部平原における第四紀堆積物との水理地質的な明瞭な連続性が見あたらないことから（「図 2-4 パンジャブ州における水理地質構造の模式図」を参照）、水理地質を考察する場合には、中央平原および西南部平原とは分離して考えなければならない。

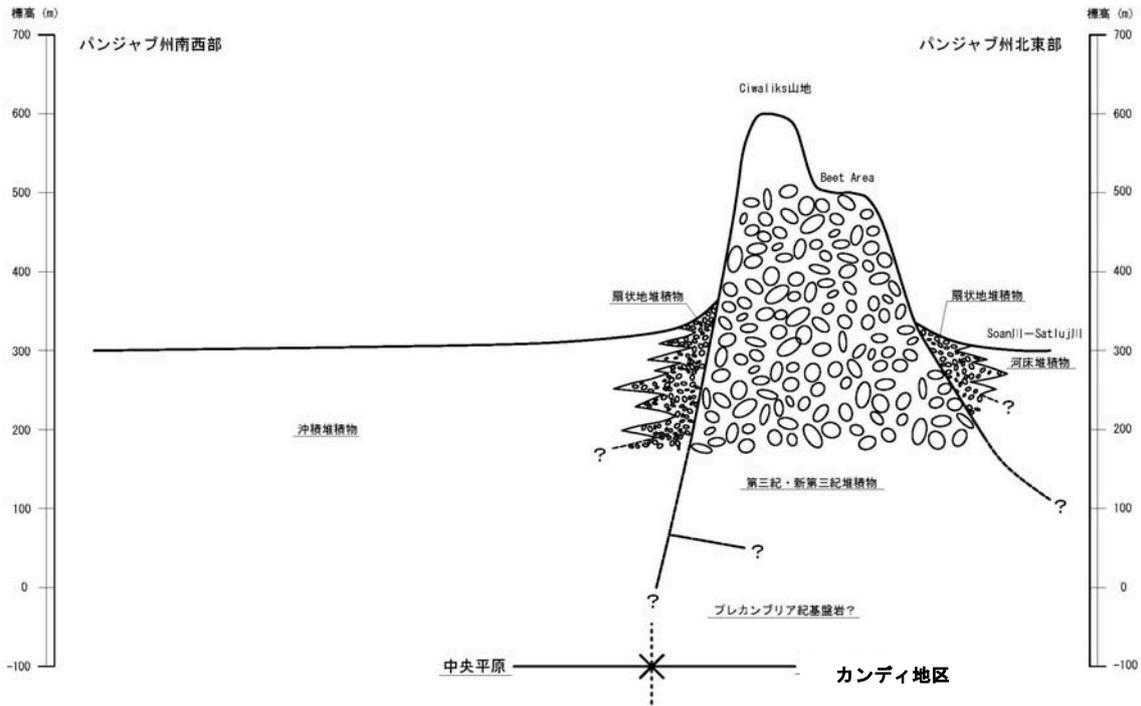


図 2-4 パンジャブ州における水理地質構造の模式図

カンディ地区の水理地質については、大きく 4 つに区分されるであろう（「表 2-5 カンディ地区における水理地質特性」を参照）。

表 2-5 カンディ地区における水理地質特性

地下水区	地質	帯水層	帯水層特性	井戸深度	地下水位	水質
河川沿いの谷底平野	河床堆積物	玉石、砂利、砂	不圧地下水	20~50m	0~10m	良好
Siwalik 山地中央部斜面	扇状地堆積物	玉石、砂利	不圧地下水	150m	50~75m	良好
Siwalik 山地南西斜面		玉石、砂利	不圧地下水	150~250m	60~105m	良好
台地 (Beet Area)	Siwalik System	巨レキ、玉石、レキ岩	不圧地下水	200~400m	60~190m	良好

河川沿いの谷底平野は、主として Satluj 川および Soan 川の構造線沿いと Ravi 川沿いの一部で見られる。これら河川沿いの谷底平野における地下水流動は、それぞれの河川に沿って、地形面に似た形で流動しているものと推測されるため、特に Satluj 川および Soan 川沿いの谷底平野に関しては、中央平原および西南部平原の地下水流動とはほとんど直接的な関係がないと考えても良い。

Siwalik 山地中央部の谷底平野の両岸に堆積している扇状地堆積物の水理地質は、西側の Siwalik 山地の尾根が中央平原および西南部平原との分水嶺となっていること、Siwalik 山地の地質が新第三紀の堆積物で構成される Siwalik System であることから、中央平原および西

南部平原の水理地質構造とは連続性がないと考えた方が適切である。地下水の流動に関しては、主に透水性の良い扇状地堆積物を地形面の傾斜に沿った形で流動していると考えられる。

Siwalik 山地南西斜面については、帯水層となる扇状地堆積物が中央平原および西南部平原の第四紀堆積物と接していることから、見た目には連続的な水理地質構造があると誤りやすい。しかしながら、扇状地堆積物と第四紀堆積物の層相が全く異なり、かつそれぞれの堆積物における水理特性を考えた場合、扇状地堆積物の方がはるかに透水性に富んでいる。過去の揚水試験による水理解析の結果によると、扇状地堆積物の透水係数が $1 \sim 10^{-1} \text{cm/秒}$ の値であるのに対し、中央平原における第四紀堆積物の透水係数は $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{cm/秒}$ の値と、扇状地堆積物の水理係数とは大きな違いが見られる。つまり、扇状地堆積物から第四紀堆積物への側方流出を考えた場合、若干の流出は考えられるものの、ほとんどの地下水は扇状地堆積物の中を流動していると考えた方が適切である。これら地下水流動の方向については、Siwalik 山地に沿った形で、南南東に流動しているものと考えられる。

Siwalik 山地の一部に分布する台地状の地域 (Beet Area) は、主として Garhshankar 県および Talwara 県に位置している。これらの地域は標高が概ね 500m 以上と非常に高く、物理探査の結果から、場所によっては 400m 以上の掘削が考えられることもあり、これまでの掘削の実績が乏しい。地下水は、同山地の斜面沿いに発達する扇状地堆積物から涵養されていると考えられる。また Siwalik System は南方に向かって傾斜し、堆積していることから、地下水は主として北方から涵養されていると推測される。また、同山地の山肌には、透水性の良い玉石が露頭として見られることから、地下水の涵養に関しては同山地の山肌からも直接の涵養を受けていると推測される。

(5) 水 質

PSTC から提供されたカンディ地区の地下水の水質データによると、カンディ地区の地下水の塩分濃度は全て 500mg/lit と低く、「イ」国の飲料水基準 (IS 10500 : 1991) の全ての項目を満たしている。

また、灌漑用水としての水質も、残留炭酸ナトリウム量 (R.S.C., Residual Sodium Carbonate) が 1.25m.eq/lit 以下、ナトリウムイオン吸着率 (SAR, Sodium Adsorption Ratio) が 8 以下と、パンジャブ農業大学が制定したパンジャブ州の灌漑用の水質基準に照らして、全ての灌漑農業に使用できる水質であると判定されている。

また、中央平原で起きているような灌漑による土壌の塩害については、カンディ地区の地下水の塩分濃度が飲料水基準を満たすほど低いこと、地下水位が数十メートルと深いために、毛管現象による土壌表面での地下水蒸発と塩類集積は起こらないことから、地下水を灌漑に使用しても、このような障害は発生しないと判断される。

2-3-2 地下水バランス

(1) 地下水揚水の安全性の判定基準

1) インド国の判定基準

「イ」国では、地下水揚水の安全性の基準を一律に設定している。この基準はブロックの地下水涵養量に対する地下水揚水量の比率で決められている。地下水涵養量は地下水位の年変動幅と帯水層の有効間隙率 (比産出率、Specific Yield) からブロックごとに、CGWB

の州支局により毎年求められている

この比率が65%よりも低いブロックは **White** (安全)、65%~85%のブロックは **Grey** (準安全)、85%以上のブロックは **Black** (危険) と判定され、**Black** と判定されたブロックでは地下水開発のための公的な融資は受けられず、**Grey** と判断されたブロックでは融資規制が適用される。

2003 年当時までは、パンジャブ州でも以上の判定基準を採用していたが、それ以降は州独自の判定基準を採用している。

2) パンジャブ州の判定基準

パンジャブ州の地下水揚水の安全性の判定基準は、地下水涵養量に対する地下水揚水量の比率に加え、雨季前後の地下水位の変動も判定材料に加えている。これらの判定基準を表 2-6 に示す。

表 2-6 パンジャブ州の地下水揚水の安全性の判定基準

地下水開発のステージ (地下水涵養量に対する 地下水揚水量の比率、%)	地下水位の長期にわたる低下傾向の有無		判 定
	雨季前	雨季後	
70%以上	無 し	無 し	Safe (安全)
	不明確	不明確	さらに検討を要する
	有 り	有 り	さらに検討を要する
70%から 90%	無 し	無 し	Safe (安全)
	不明確	不明確	Semi Critical (準危険)
	有 り	有 り	さらに検討を要する
90%から 100%	無 し	無 し	さらに検討を要する
	不明確	不明確	Semi Critical (準危険)
	有 り	有 り	Critical (危険)
100%以上	無 し	無 し	さらに検討を要する
	不明確	不明確	Semi Critical (準危険)
	有 り	有 り	Critical (危険)

出典：PSTC から提供された資料による

上の表に示すように、パンジャブ州の地下水揚水の安全性の判定基準は、地下水涵養量に対する地下水揚水量の比率が70%を超えている地域でも安全と判定されたり、100%を超えていても開発の余地が残されていると判定される基準であり、科学的な根拠に立った基準とは言いがたい。この基準に従い **Semi Critical** (準危険) と判定された場合は慎重な地下水開発を行うよう勧告され、**Critical** (危険) と判定された場合でもモニタリングの頻度を高めて水資源保全対策を合わせて行うことが勧告されるだけで、開発中止の勧告は出されない。このように、パンジャブ州の地下水揚水の安全性の判定基準は、開発側に立った基準である

と言える。

地下水揚水の安全性の判定案は州の灌漑局と農業局により作成され、最終的に州政府関係部局、大学関係者、NABARD などの融資機関などの関係する機関の 12 人のメンバーから構成される中央地下水審議会（Central Ground Water Board）で審議・決定される。

(2) カンディ地区の地下水バランス

PSTC から示された、2005 年のカンディ地区の現況の地下水バランスと、計画井戸の本数と新規地下水開発量および開発後の地下水バランスを表 2-7 に示す。新規の地下水開発計画（740 本井戸掘削計画）については、「3-4 カンディ地区の灌漑の現況と灌漑計画」を参照されたい。

表 2-7 カンディ地区の現況の地下水バランスと地下水開発計画後の地下水バランス

県	ブロック*	A 推定地下水涵養量 (MCM/年)	B 推定地下水揚水量 (MCM/年)	C. 2005 年の地下水バランス (A-B, MCM/年)	D. 2005 年の涵養量に対する揚水量の比率 (B/A, %)	2005 年の揚水安全性の判定結果	計画井戸1本あたりの地下水揚水量 (稼働時間: 9時間/日, 稼動月数 7ヶ月, MCM/年)	計画井戸本数*	E. 計画井戸による地下水揚水量 (MCM/年)	F. 計画実施後の総地下水揚水量 (B+E, MCM/年)	G. 計画実施後の地下水バランス (A-F, MCM/年)	H. 計画実施後の涵養量に対する揚水量の比率 (B/F, %)
Patiala	Derrabassi	717.8	603.0	114.9	84	Semi Critical	0.143	25	3.6	606.5	111.3	84
Ropar	Ropar	247.8	104.1	143.7	42	Safe	0.190	35	6.7	110.7	137.1	45
	Anandpur Sahib	107.0	52.4	54.6	49	Safe	0.238	20	4.8	57.2	49.8	53
	Nurpurbedi	380.7	335.0	45.7	88	Safe	0.143	25	3.6	338.6	42.1	89
	Sialbarnali	695.7	647.0	48.7	93	Critical	0.143	30	4.3	651.3	44.4	94
	Nawanshahr	Balachaur	159.3	76.5	82.9	48	Safe	0.190	75	14.3	90.7	68.6
Hoshiarpur	Saroya	75.0	46.5	28.5	62	Safe	0.144	30	4.3	50.8	24.2	68
	Garhshankar	284.5	204.9	79.7	72	Semi Critical	0.238	50	11.9	216.8	67.8	76
	Mhilpur	208.5	146.0	62.6	70	Safe	0.190	65	12.4	158.3	50.2	76
	Hoshiarpur	544.3	506.2	38.1	93	Critical	0.190	30	5.7	511.9	32.4	94
	Bhunga	253.0	141.7	111.3	56	Safe	0.238	45	10.7	152.4	100.6	60
	Dasuya	1208.6	1075.7	133.0	89	Safe	0.238	40	9.5	1085.2	123.4	90
	Mukerian + Hazipur	701.5	512.1	189.4	73	Semi Critical	0.236	57	13.5	525.6	176.0	75
Gurdaspur	Talwara	30.1	16.3	13.9	54	Safe	0.238	53	12.6	28.9	1.2	96
	Pathankot	302.9	96.9	206.0	32	Safe	0.285	30	8.6	105.5	197.5	35
	Dharkalan	70.9	9.2	61.7	13	Safe	0.285	25	7.1	16.3	54.6	23
	合計	5,987.8	4,573.4	1,414.5	76	-	-	635	133.3	4706.7	1281.1	79

*: 新規の地下水開発を行わないハビリだけのブロックやカンディ地区以外の計画井戸は、地下水バランスの検討から除外している。

AとBは"Revised Project Report for the Procurement of 2no. Open Hole Percussion Rigs under the Japanese Grant-in-Aid Programme" prepared by PSTC in March, 2006"に示されているCおよびDから逆算した

出典: PSTCから提供された資料による

単位: 1Cs=0.17m³/分, 1Ham=10,000m³

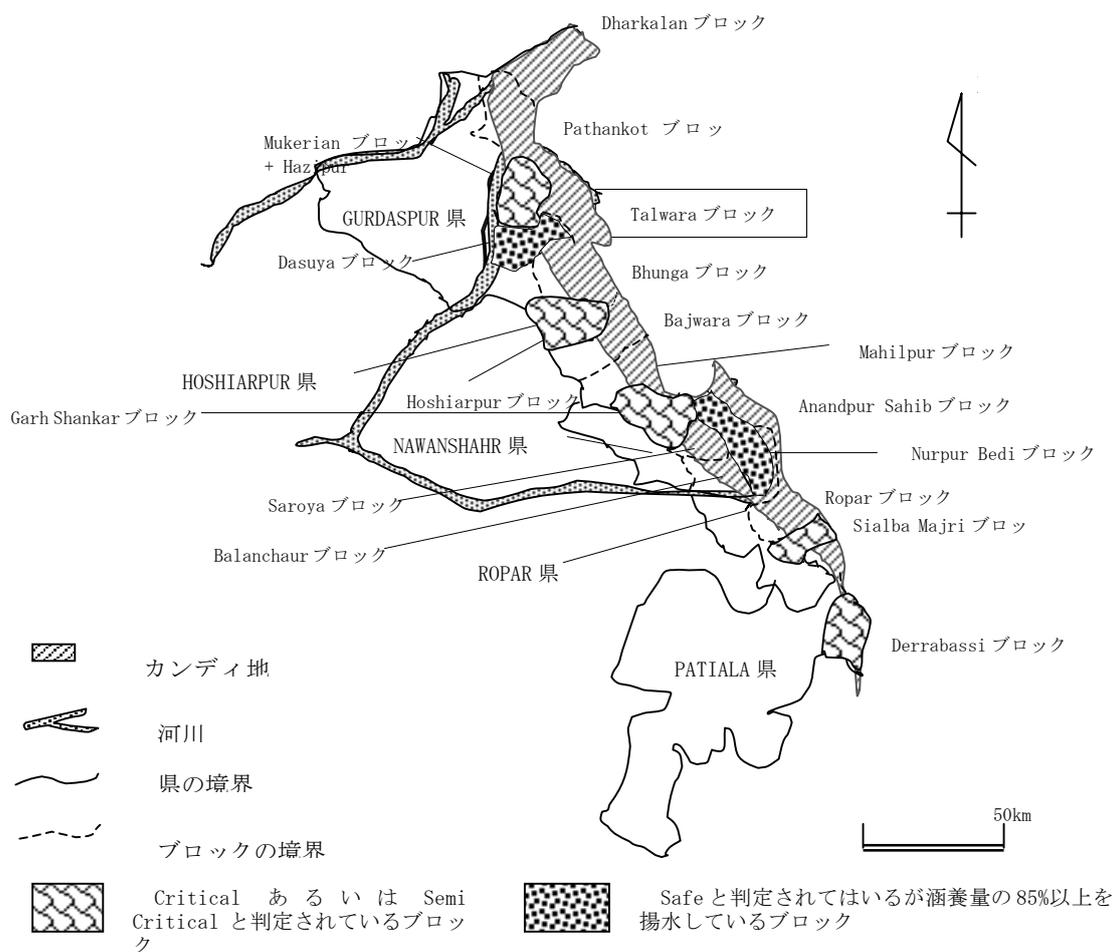
MCM: 百万m³

網掛けのブロックはSemi CriticalあるいはCriticalと判定されているブロック

1) 現況の地下水バランス

上表に示すように、カンディ地区全体では地下水涵養量の 76% が既に開発されている。前述したインド国の判定基準に従えば、カンディ地区は Grey（準安全）に判定され、公的銀行からの融資に制限が設けられることになる。地下水開発があまり進んでおらず、地下水による灌漑の拡大が期待されているカンディ地区ではあるが、その実態は新規地下水開発の余地があまり残されていない地域であると判定される。

上表に示すように、カンディ地区で Critical あるいは Semi Critical と判定されているブロックが 5 ブロックあり、これらのブロックの位置を図 2-5 に示す。そのほかにも、Safe と判定されてはいるが、涵養量に対する揚水量の比率が 85% を超え、到底安全とは言えないブロックが 2 つ存在する（Nurpurededi ブロックと Dasuya ブロック、図 2-5 参照）。これらの 7 つのブロックでの地下水開発については、慎重に再検討されるべきである。



出典：表 2-7 による

図 2-5 カンディ地区の Critical あるいは Semi Critical と判定されているブロック

2) 地下水開発後の地下水バランス

地下水開発計画 (740 本井戸掘削計画) を実施した後の涵養量に対する揚水量の比率は、表 2-7 に示したように、カンディ地区全体で現況の 76% が 79% が増えるだけで、それほど大きな変化は無いと判断される。しかし、地下水涵養量の 76% が既に開発されているという、過剰揚水に近い現状を考慮した場合、わずか 3% の開発量の増加でも、局所的な地下水位低下などの問題を引き起こす可能性が大きい。

また、Talwara ブロック (位置は図 2-5 参照) では地下水開発計画実施により、涵養量に対する揚水量の比率が大幅に上昇することが予想される (54%→96%)。

以上のことから、カンディ地区で地下水を新規に開発する場合には、過剰揚水とならないように、水理地質と地下水バランスの十分な検討が必要である。

2-3-3 対象地域の社会・経済状況

対象地域であるカンディ地区は、2-3-1 項で述べたように地形特性で区分された地域であり行政単位ではないため、人口や面積、灌漑面積などは統計上明らかになっていない。2003 年に PSTC から JICA インド事務所に提出された要請書の追加説明資料によれば、2003 年に刊行された

パンジャブ州の統計書（Statistical Abstract of Punjab 2003）の調査資料に基づき、カンディ地区の人口、貧困率等が集計されている（この表を作成した職員はその後の配置転換により所在が不明とのことであり、この表の詳細やそのバックデータ等については確認できなかった）。これを表2-8に示す。

表2-8 カンディ地区の社会・経済概況

県 (District)	カンディ地区の面積 (ha)	カンディ地区の人口	カンディ地区の貧困ライン ^d 以下の家庭が占める割合 (%)	カンディ地区の村落数	カンディ地区の農家1戸あたりの所有耕地面積 (ha)
Hoshiarpur	183,000	1,068,205	39	633	0.4-2.5
Gurdaspur	120,977	160,368	41	136	0.4-1.6
Nawanshahar	42,000	123,113	39	125	0.4-2.5
Ropar	117,000	204,740	43	512	0.4-1.0
Patiala ^a	11,700	70,000 ^c	不明	不明	不明
計	474,677 ^b	1,626,426	—	—	—

出典：PSTC 作成の要請書の追加説明資料、2003

a：Patiala 県に関するデータは追加説明資料に載っていないため、2003年の統計資料やM/Dに添付されているカンディ地区の位置図から推測した

b：PSTC が作成したM/Dに添付されているカンディ地区の位置図からプランメーターで計測したカンディ地区の面積は423,400haである

c：Patiala 県でカンディ地区に含まれるのはDerrabassiブロックの約1/3の面積であるため、2003年の統計資料に載っている同ブロックの人口の1/3を採用した

d：インドでは家計収入がRs12,000/年以下の家庭を貧困層と定義している、2002年制定

(1) 行政区分

パンジャブ州の行政区分は、District（県）とその下のBlock（ブロック）からなり、カンディ地区は5県17ブロックにまたがっている。これらのブロックを、表2-9に示す。

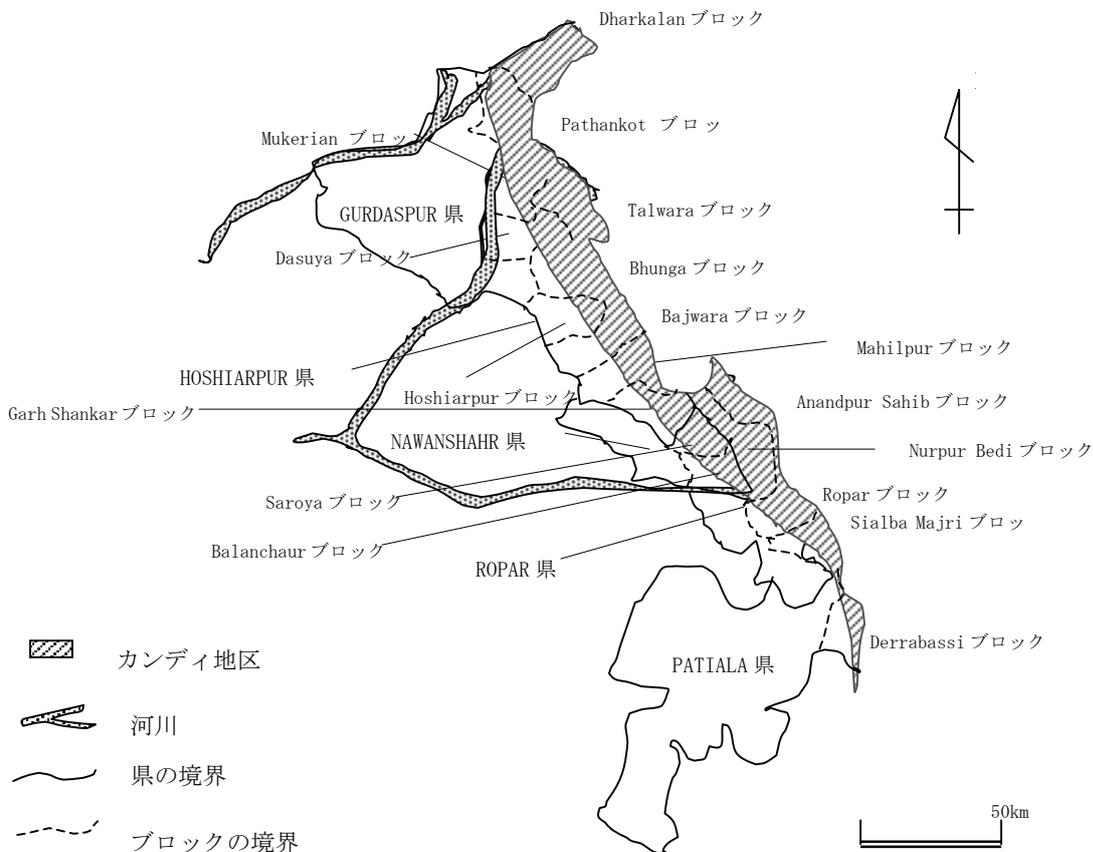
表2-9 カンディ地区の行政区分

県 (District)	ブロック (Block)	カンディ地区にまたがる割合
Patiala	Derrabessi	約半分
Ropar	Ropar	約半分
	Anandpur Sahib	全 全
	Nurpur Bedi	全 全
	Sialba Majri	約 1/3
Nawanshahar	Balachaur	約 1/3
Nawanshahar	Saroya	約 2/3
Hoshiarpur	Garh Shankar	約半分
	Mahilpur	約半分
	Hoshiarpur	約 1/3

	Bhunga	約半分
Hoshiarpur	Dasuya	約半分
	Mukerian	約半分
	Talwara	全 全
	Bajwara	約半分
Gurdaspur	Pathankot	約半分
	Dharkalan	全 全

出典：PSTC が作成した M/D に添付されているカンディ地区の位置図より

次の図に、カンディ地区の分布と各県およびブロックの位置を示す。



出典：PSTC 提供のカンディ地区の位置図より

図 2-6 カンディ地区の分布と県およびブロックの位置

(2) 人口、戸数

カンディ地区の人口は、表 2-8 に示したように、約 160 万人程度であると推測され、2003 年のパンジャブ州の統計書によると 1 戸あたりの家族数は 6 名程度であることから、カンディ地区に居住する戸数は約 27 万世帯から 28 万世帯程度と推測される。また、表 2-8 によるとカンディ地区の 1 村落あたりの平均人口が約 1,100 人程度であることから、カンディ地区の村落数はおおよそ 1,500 村程度と推測される。

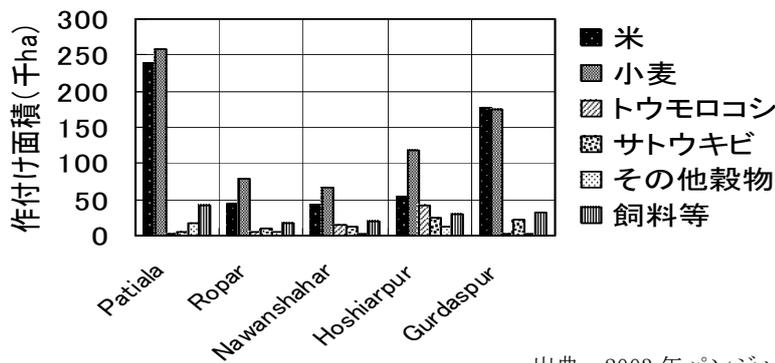
カンディ地区は行政単位ではないため、2003年の統計書から同地区の人口増加率を求めることはできない。2003年の統計書の人口データに基づくと、パンジャブ州全体の1991年から2001年にかけての10年間の人口増加率は、1.8%/年と算定される。

(3) 産 業

カンディ地区の住民のほとんどは、表2-8に示すように1戸あたりの耕地面積が0.4haから2.5haの零細な農家であり、現地調査で行った聞き取り調査によれば、大半は0.8ha（2エーカー）以下であるとのことであった。2003年の統計資料によると、パンジャブ州における農民一人当たりの耕作面積は1.2haであることから、1家族あたり3名が農業に従事しているとすると、1戸あたりの耕作面積は3.6haとなり、カンディ地区の農民が州の中でも特に貧しいことが伺える。

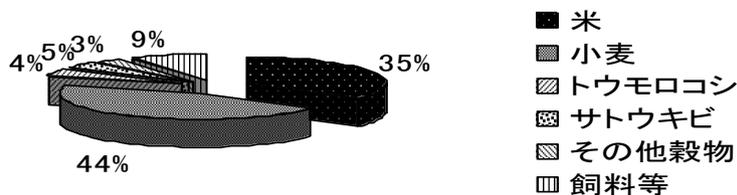
カンディ地区にまたがる5県の主な農作物の耕地面積を、2003年の統計資料に基づいて図化すると、図2-7のようになる。この図に示されるように、カンディ地区の主な農産物は米と小麦であり、これらの他にトウモロコシ、サトウキビ、飼料作物等を栽培しているが、米と小麦に較べればわずかである。また、図2-8にカンディ地区にまたがる5県の作物別作付け面積比率を示すが、これに示されるように耕作地の約80%が米と小麦の栽培に使用されている。

作物別の作付け面積



出典：2003年パンジャブ州統計書による

図2-7 カンディ地区にまたがる5県の作物別作付け面積



出典：2003年パンジャブ州統計書による

図2-8 カンディ地区にまたがる5県の作物別作付け面積比率

ただし、米と小麦は二毛作で作付けされており、米は6月から8月、小麦は11月から2月にかけて栽培されている。農作物の単位あたり収量と市場価格を、以下の表に示す。

表2-10 パンジャブ州における主要農作物の単位あたり収量と市場価格

主要農作物	作物の成長時期	単位面積あたりの収量 (kg/ha)	市場価格 (Rs/100kg)	単位面積あたりの収入 (Rs/ha)
米	6月から7月	5,758	600/	34,548
小麦	10月から11月	4,221	650/	27,437
トウモロコシ	6月から7月	2,726	540/	14,720
綿花	4月から5月	731	1,760/	12,866
大麦	10月から11月	3,367	550/	18,519
ケシの実やマスタード	10月から11月	1,032	1,715/	17,699

出典：質問票に対する PSTC からの回答

注：カンディ地区の農民からの聞き取りによると、米の単位面積あたりの収入は Rs25,000/ha であり、小麦は Rs20,000/ha とのことである。また、PSTC によるとこの表に示した単位面積あたりの収量は灌漑施設が整備されている条件での収量であり、灌漑施設が無い場合はその数分の1に減少するとのことである。

この表に示すように、米と小麦が短面積あたりの収入が突出して多く、このためカンディ地区だけではなく、パンジャブ州全体で米と小麦の栽培が盛んとなっている。

(4) 貧困問題

カンディ地区の社会・経済上の問題点は、貧困である。表2-3-8に示したように、カンディ地区の貧困層が占める割合は39%から43%と高く、インド国全体での村落部における貧困層の占める割合は平均で27.1%であることから（インド財務省が2000年から2001年にかけて行った経済調査による、ちなみにこの調査によると都市部における貧困層の割合は23.6%である、インド政府の公式ホームページから）、インド国全体から見ても、カンディ地区の貧困は深刻な問題であると言える。カンディ地区の貧困家庭は、おおよそ11万世帯にも及ぶと推測される。

貧困の原因は、前述したようにカンディ地区の農民の大半が、耕地面積が0.8ha（2エーカー）以下の零細農民であることに加え、カンディ地区が起伏のある丘陵地であることから灌漑水路の建設ができず、天水に頼った農業しかできないため、農作物の収量が著しく低いことに起因する。

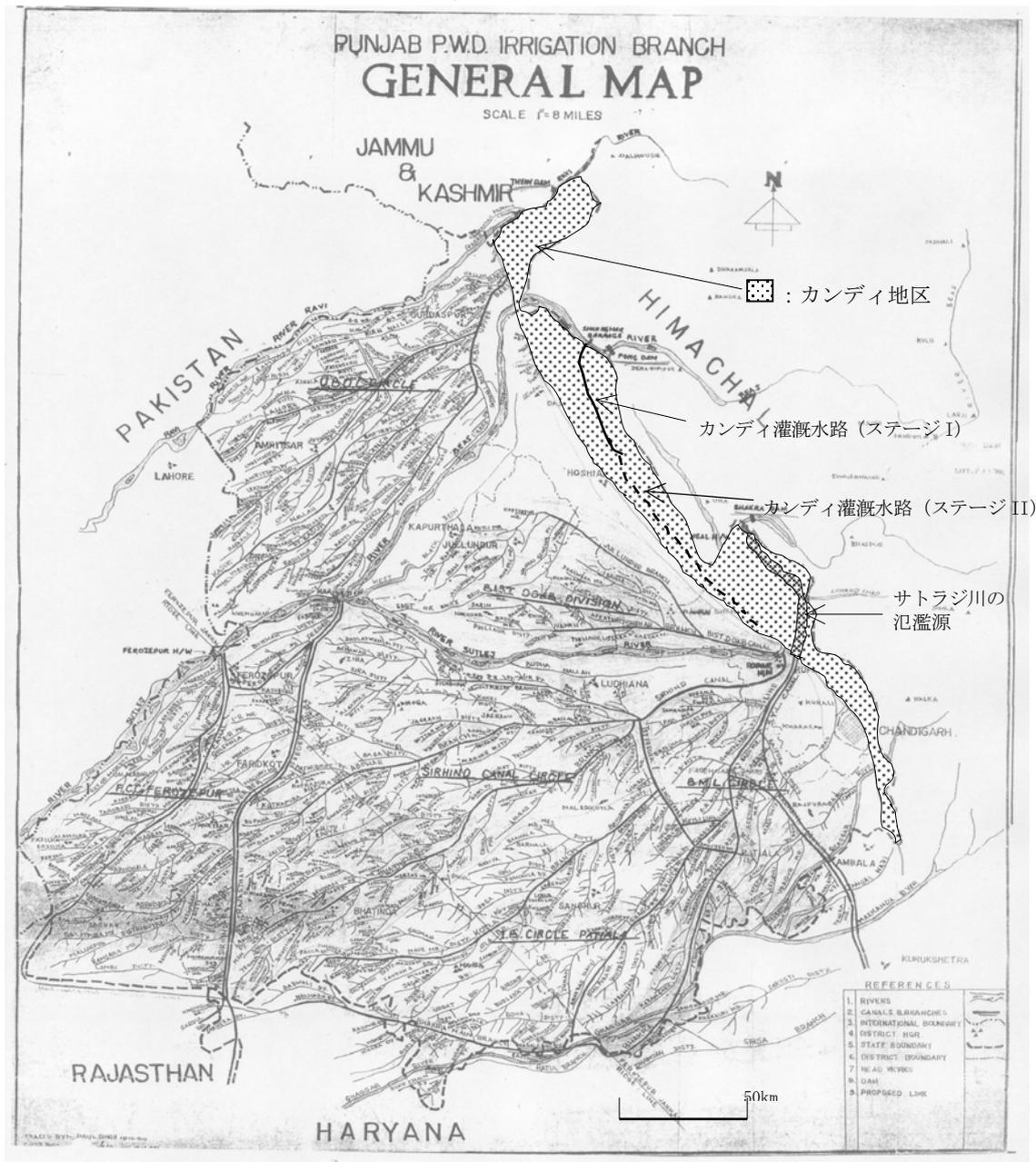
このため、カンディ地区には家庭内の食料の必要量自給にも事欠く農民もおり、道路工事やレンガ工場への出稼ぎ労働で家計を補っているのが実情である。これに対し、パンジャブ州政府は「Rural Employment Guarantee Scheme」で村落部の雇用の促進を図っているが、カンディ地区の貧困問題は解決されていない。ちなみに、インド国では年間収入がRs3,000（日本円で約7,500円/年）以下の家庭に対し、日本の生活保護制度のような「Public Distribution System」に則して、審査を通れば「Food Cooperation India」から無償で生活必要物資が供給される制度

があるが、カンディ地区の現地調査では、この制度を利用している家庭が複数存在することが確認された。

2-3-4 カンディ地区の灌漑の現況と灌漑計画

(1) パンジャブ州における灌漑の概況

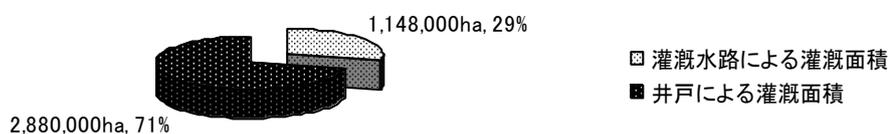
パンジャブ州では州の面積の 83.93% が耕作地となっており、カンディ地区を除く中央平原や南部地域では森林や耕作に適さない土地を除く可耕地のほぼ全てが灌漑されているとされる（2003 年のパンジャブ州統計書による）。図 2-9 にパンジャブ州の灌漑水路網と灌漑地域を示す。この図では、パンジャブ州の大半に灌漑水路網が張り巡らされ灌漑が行われているが、州の北西部に北西—南東方向に帯状に伸びるカンディ地区付近が灌漑の空白地域となっていることが示されている。



出典:PSTC からの提供図面による

図 2-9 パンジャブ州の灌漑水路網

パンジャブ州の表流水を水源とする灌漑水路による灌漑面積と、地下水を水源とする井戸による灌漑面積を、次の図に示す。



出典：2003年パンジャブ州統計書

図2-10 パンジャブ州の灌漑水路による灌漑面積と井戸による灌漑面積

この図に示されるように、パンジャブ州では灌漑水路が著しく発達してはいるものの(図2-9参照)、灌漑水路による灌漑面積よりも地下水を水源とする灌漑面積が広く、全体の70%以上を占めている。

(2) カンディ地区における表流水による灌漑

1) 現況

カンディ地区には、図2-9に示すように表流水の灌漑水路としては、比較的起伏の少ないシワリク山地の山裾を南東方向に流下するカンディ灌漑水路(ステージI)だけが通っている。その概要は次の表に示すとおりである。

表2-11 カンディ灌漑水路(ステージI)の諸元

完成年	1998年
延長	59.5km (Mukerian から Hoshiarpur まで)
取水可能量	14.2m ³ /秒 (500cusec)
実際の利用量	6.9m ³ /秒 (242cusec)
灌漑面積	19,867ha (49,072 エーカー)
裨益村落数	215村

出典：パンジャブ州公式ウェブサイトより

2) 将来計画

カンディ灌漑水路(ステージI)はカンディ灌漑水路(ステージII)として将来延長される計画となっており(図2-9参照)、1999年に中央政府より認可が下されている。現在予算の確保に向けて、州や省庁間で調整が行われているが、まだ予算措置はなされていないのが現状である。カンディ灌漑水路(ステージII)の計画概要は、以下のとおりである。

表 2-12 カンディ灌漑水路（ステージ II）の計画諸元

完成予定年	未定	—
計画延長	60.5km(Hoshiarpur から Balachaur まで)	ステージ I を加えた総延長：120km
取水可能量	14.2m ³ /秒 (500cusec)	同左
計画利用量	7.3m ³ /秒(258cusec)	ステージ I を加えた総利用量：14.2m ³ /秒
計画灌漑面積	29,527ha (72,937 エーカー)	ステージ I を加えた総灌漑面積：49,394ha
計画裨益村落数	218 村	ステージ I を加えた裨益村落数：433 村

出典：パンジャブ州公式ウェブサイトより

(3) カンディ地区における地下水による灌漑

1) 現 況

前述したように、カンディ地区は行政単位ではないために、地下水による灌漑の実態は明確にはなっていない。このため、PSTC から供与された資料や統計資料に基づき、カンディ地区の地下水による灌漑の実態を推測する。

a. カンディ地区の灌漑面積の推定

カンディ地区での地下水による灌漑面積を推定するには、①カンディ地区の地下水揚水量から推定する、②カンディ地区の井戸本数から推定する、③カンディ地区の地形から推定する、の3通りが考えられる。この3通りの方法でカンディ地区の現在の灌漑面積を推定する。

①カンディ地区での想定地下水揚水量から灌漑面積を推定する

カンディ地区にかかるブロックでの地下水の推定揚水量は、「2-3-2 地下水バランス」で述べたように、表 2-13 に示すとおりである。これには生活用水のための地下水揚水量が含まれると思われるが、この量は灌漑のための揚水量に比べて極めて少量であることから、無視するものとする。また、表 2-13 に示すように全てがカンディ地区に含まれるブロックの推定地下水揚水量は、一部がカンディ地区に含まれるブロックのそれにくらべ著しく少ない。(Dharkalan ブロックや Talwara) このことは、カンディ地区に一部またがるブロックでは、カンディ地区以外の平原で大量の地下水揚水を行っているが、カンディ地区に含まれる地域ではほとんど地下水の揚水が行なわれていないことを示す。なお、ブロックの全てがカンディ地区に含まれる Anandpur Sahib ブロックや Nurpur Bedi ブロックで推定地下水揚水量が多いのは、これらのブロックが灌漑の盛んに行われているサトラジ川の氾濫源を含むためと思われる (図 2-9 参照)。

表 2-13 カンディ地区の推定地下水揚水量

県 (District)	ブロック (Block)	ブロックでの想定地下水揚水量 (MCM/年)	カンディ地区にまたがる割合	カンディ地区での単位面積あたりの地下水揚水量 (MCM/km ²)
Patiala	Derrabessi	603.0	約半分	—
Ropar	Ropar	104.1	約半分	—
	Anandpur Sahib	52.4	全 域	—
	Nurpur Bedi	335.0	全 て	—
	Sialba Majri	647.0	約 1/3	—
Nawanshahar	Balachaur	76.5	約 1/3	—
	Saroya	46.5	約 2/3	—
Hoshiarpur	Garh Shankar	204.9	約半分	—
	Mahilpur	148.0	約半分	—
	Hoshiarpur	506.2	約 1/3	—
	Bhunga	141.7	約半分	—
	Dasuya	1,075.7	約半分	—
	Mukerian	512.1	約半分	—
	Talwara	16.3	全 域	0.0003MCM/年/ha
	Bajwara*	148.0*	約半分	—
Gurdaspur	Pathonkot	96.9	約半分	—
	Dharkalan	9.2	全 域	0.0005MCM/年/ha
合計		4,723.5	—	—

*: Bajwara については現況の地下水バランスがインド側から示されていないため不明であるが、隣の Mahilpur ブロックと面積的に近いことから、Mahilpur ブロックと同じ地下水揚水量を与えた

カンディ地区の平坦な氾濫源の面積を計測した結果約 22,000ha となり、カンディ地区全体の面積が 474,700ha であることから (表 2-8 参照)、カンディ地区の丘陵地の面積は 452,700ha となる。この面積から比較的なだらかなカンディ灌漑水路沿いの灌漑地 (約 20,000ha、表 2-11 参照) を除いた、起伏に富んだ丘陵地の面積は、約 430,000ha となる (452,700ha - 20,000ha = 430,000ha)。カンディ地区の起伏に富んだ丘陵地における地下水揚水量を、この面積と、全域が比較的起伏のある丘陵地に含まれる Dharkalan ブロックと Talwara ブロックの単位面積あたりの平均地下水揚水量 (約 0.04MCM/年/km²) に基づいて試算すると、次のようになる:

$$430,000\text{ha} \times 0.0004\text{MCM/年/ha} = 170\text{MCM/年}$$

揚水量から灌漑面積を推定するにあたっては、現地調査で PSTC の職員から説明があった、「1cusec あたりの灌漑面積を平均 50ha として計画を策定している」に基づき、以下のような条件を設定した。

{ 1 cusec (1.7m³/分) × 1日あたりの平均稼働時間 (9時間) × 年間の稼働日数 (7ヶ月) } = 0.2MCM /年を 50ha あたりの灌漑に必要な年間揚水量とする。つまり、1MCM/年の地下水揚水で 250ha の灌漑ができるものと想定する。

以上の条件に従い、カンディ灌漑水路による灌漑地を除いた丘陵地での、地下水による灌漑面積を推定すると以下ようになる。

$$170\text{MCM/年} \times 250\text{ha} \approx 43,000\text{ha}$$

以上の検討結果と、氾濫源の 100% が灌漑されているという条件、カンディ灌漑水路による灌漑面積を総合して、カンディ地区の灌漑面積を推定した結果を以下の表に示す。

表 2-14 地下水揚水量から推定されるカンディ地区の現況の灌漑面積

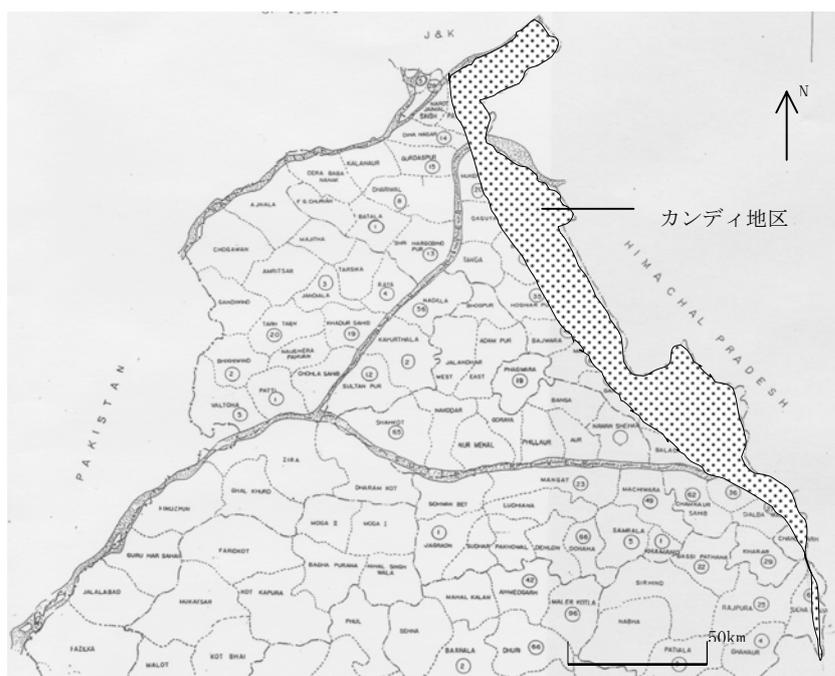
地域/水源	灌漑面積 (ha)
カンディ灌漑水路からの表流水による灌漑面積	19,867
全域が地下水で灌漑されているとした場合の氾濫源での灌漑面積	22,000
想定される地下水揚水量に基づく起伏に富む丘陵地での推定灌漑面積*	43,000
合計	84,867

*: カンディ灌漑水路による灌漑地域を除く丘陵地

上表に示すように、想定地下水揚水量に基づくカンディ地区の現況の推定灌漑面積は、約 8.5 万 ha 程度となる。

②カンディ地区の既設深井戸本数から灌漑面積を推定する

PSTC が、パンジャブ州で建設した灌漑用深井戸の本数の分布を次の図に示す。



丸印でかこまれた数字が各ブロックで PSTC がこれまでに掘削した灌漑用深井戸の本数を示す

出典: PSTC から提供された図面による

図 2-11 PSTC が建設した灌漑用深井戸の本数分布図

PSTC は、現在までにカンディ地区を含むパンジャブ州北西部で、1,620 本の灌漑用深井戸を建設している。この内、カンディ地区にかかるブロックで掘削した深井戸の本数と推定総揚水は、表 2-15 に示すとおりである。

表 2-15 カンディ地区で PSTC が建設した灌漑用深井戸の本数と推定総揚水量

県 (District)	ブロック (Block)	井戸本数	カンディ地区にまたがる割合	カンディ地区での推定井戸本数	井戸 1 本あたりの揚水量 ^a (cusec)	推定総揚水量 (cusec)
Patiala	Derrabessi	64	約半分	32	0.75	24
Ropar	Ropar	35	約半分	17	1.0	17
	Anandpur Sahib	32	全域	32	1.25	40
	Nurpur Bedi	80	全域	80	0.75	60
	Sialba Majri	27	約 1/3	9	0.75	7
Nawanshahar	Balachaur	85	約 1/3	28	1.0	28
	Saroya	20	約 2/3	7	1.25	9
Hoshiarpur	Garh Shankar	63	約半分	31	1.25	39
	Mahilpur	88	約半分	44	1.0	44
	Hoshiarpur	35	約 1/3	17	1.0	17
	Bhunga	95	約半分	47	1.25	59
	Dasuya	29	約半分	15	1.25	19
	Mukerian	20	約半分	10	1.25	13
	Talwara	40	全域	40	1.25	50
	Bajwara	48	約半分	24	1.0	24
Gurdaspur	Pathonkot	39	約半分	20	1.5	30
	Dharkalan	26	全域	26	1.5	39
合計		826	-	479		519

出典：PSTC が供与した図面に基づく、a：PSTC の井戸掘削計画による

推定総揚水量である 519cusec (表 2-15 参照) に対応する灌漑面積は、①で述べた「1 cusec あたりの灌漑面積を平均 50ha として計画を策定している」に基づく、以下のようになる：

$$519\text{cusec} \times 50\text{ha} \doteq 26,000\text{ha}$$

ただし、519cusec には氾濫源で民間井戸掘削業者が掘削した井戸の揚水量は含まれていない。氾濫源で、民間井戸掘削業者が掘削した井戸の詳細については、不明である。

以上の検討結果と、カンディ灌漑水路による灌漑面積を総合して、カンディ地区の灌漑面積を推定した結果を以下の表に示す。

表 2-16 既設の井戸本数から推定されるカンディ地区の現況の灌漑面積

地域／水源	灌漑面積 (ha)
カンディ灌漑水路からの表流水による灌漑面積	19,867
井戸本数から推定される氾濫源における地下水による灌漑面積	26,000
井戸本数から推定される起伏に富む丘陵地での推定灌漑面積*	
合計	45,867

*：カンディ灌漑水路による灌漑地域を除く丘陵地

上表に示すように、想定地下水揚水量に基づくカンディ地区の現況の推定灌漑面積は、約 4.6 万 ha 程度となる。

③カンディ地区の地形条件から灌漑面積を推定する

カンディ地区の地形は、大きくサトラジ川沿いの平坦な氾濫源と起伏に富む丘陵地からなる。PSTC から提供されたカンディ地区の位置図から計測すると、氾濫源の面積は約 22,000ha であり、丘陵地の面積は 452,700ha である。現地調査の結果、氾濫源のほぼ全域が灌漑されていることが判明した。また、PSTC からの聞き取り調査によると、正確には調査していないが、カンディ灌漑水路沿いの比較的起伏の少ない地域を除いた起伏に富む丘陵地では、5%あるいはそれ以下しか灌漑されていないとの返答があった。これらの情報に基づき、カンディ地区の灌漑面積を推定した結果を次の表に示す。

表 2-17 地形条件から推定されるカンディ地区の現況の灌漑面積

地域／水源	灌漑面積 (ha)
カンディ灌漑水路からの表流水による灌漑面積	19,867
全域が地下水で灌漑されているとした場合の氾濫源での灌漑面積	22,000
全体の 5%が灌漑されているとした場合の起伏に富む丘陵地での推定灌漑面積*	22,000*
合計	63,867

*：カンディ灌漑水路による灌漑地域を除く丘陵地の 5%の面積、 $452,700\text{ha} \times 0.05 \approx 22,635\text{ha}$

上表に示すように、地形条件から推定されるカンディ地区の現況の推定灌漑面積は、約 6.4 万 ha 程度となる。

b. 現況の灌漑面積の推定結果のまとめ

上述したように、カンディ地区の灌漑面積を推定するために 3つの試算を行ったが、正確なデータが不足しているため、3つの試算結果は大きく異なっている。これを以下の表に取りまとめる。

表 2-18 カンディ地区の現況灌漑面積試算結果

地域／水源	①地下水揚水量からの試算結果 (ha)	②既設深井戸本数からの試算結果 (ha)	③地形からの試算結果 (ha)
カンディ灌漑水路による灌漑面積	19,867	19,867	19,867
氾濫源での推定灌漑面積	22,000	26,000	22,000
起伏に富む丘陵地での推定灌漑面積：*	43,000		22,000
合計	84,867	45,867	63,867

*：カンディ灌漑水路による灌漑地域を除く丘陵地

上表に示すように、試算結果には最大と最小で2倍近い差が出ており、データの少ない現時点ではどの試算結果が正しいのか、あるいは全ての試算が誤っているのかについての判断はできない。現地の状況から判断すると、③の地形から試算した結果がより現状に則しているのではないかと推測される。このため、以降の検討では、③の地形から試算した灌漑面積を採用する。カンディ地区での想定地下水揚水量から灌漑面積を推定する

c. 現況の灌漑率と未灌漑戸数

「表 2-8 カンディ地区の社会・経済概況」に示したように、カンディ地区の1戸あたりの耕作面積は平均0.8ha（2エーカー）程度の貧農であり、「2-3-3 対象地域の社会・経済状況」で示したように、カンディ地区の農家の戸数は約27万世帯程度と推測される。

以上のことから推測される、カンディ地区全体での耕作地の面積、灌漑率、灌漑戸数、非灌漑戸数を以下の表に取りまとめる。

表 2-19 想定されるカンディ地区全体の耕作面積、灌漑率、灌漑戸数、未灌漑戸数

耕作面積	灌漑面積*	未灌漑農地面積	灌漑率	灌漑戸数	未灌漑戸数
約22万 ha	約6.4万 ha	約15.6万 ha	約30%	約8万戸	約19万戸

*：地形からの試算結果に基づく

上表の数字は、比較的豊かな氾濫源の農家やカンディ灌漑水路から水を得ている農家を含めたものであり、起伏の激しい丘陵地だけをみた場合はこれよりも灌漑率が下がり（現時点では5%と仮定している）、未灌漑戸数が占める割合も高くなる。

カンディ灌漑水路の灌漑地を除く起伏に富む丘陵地に着目した場合、地形からの試算に基づくと、その灌漑面積は約2.2万 ha となり、残りの約15.6万 ha 程度の既存の農地が未灌漑となる。農家1戸あたりの耕地面積を0.8ha（2エーカー）程度であるとする、灌漑施設が整備されていない貧困農家の戸数は約20万戸にもものぼると推測される。これらの推定結果を、以下の表に取りまとめる。

表 2-20 カンディ地区の起伏に富む丘陵地 a の推定可耕面積、灌漑面積、未完灌漑面積等

耕作面積	灌漑面積 ^b	未灌漑農地面積	灌漑率	灌漑戸数	未灌漑戸数
約 17.8 万 ha	約 2.2 万 ha	約 15.6 万 ha	約 12%	約 3 万戸	約 20 万戸

a：カンディ灌漑水路による灌漑地を除く丘陵地、b：地形からの試算結果に基づく

このように、カンディ地区の灌漑水路による灌漑地を除く起伏に富む丘陵地にのみ着目した場合、灌漑率の低さがいっそう強調されることになる。

d. カンディ地区の起伏に富む丘陵地における農地化されていない可耕地の割合

パンジャブ州全体での耕作地が占める割合は 84%であり、カンディ地区を除いて、可耕地のほぼ 100%が農地化されているとされる（2003 年パンジャブ州統計書）。カンディ地区の可耕地の面積については全く情報が無いが、起伏に富む丘陵地（カンディ灌漑水路による灌漑地を除く）だけを見た場合、急斜面、谷、崖など耕作に適さない地形が多く、かつ森林の一部も保全する必要があることから、可耕地面積の割合が 60%から 50%程度にまで下がることも予想される。

可耕地の割合がこの程度の場合（約 6 割程度とした場合）、カンディ灌漑水路の灌漑地を除く起伏に富む丘陵地の可耕地の面積は、約 26 万 ha 程度（約 430,000ha×0.6）となる。起伏に富む丘陵地の現況の耕作面積は、未灌漑農地を含め約 17.8 万 ha（全耕作面積約 22 万 ha－汎濫源の耕作面積約 2.2 万 ha－カンディ灌漑水路による灌漑面積約 2 万 ha）と推測されることから、可耕地の割合が 60%程度である場合は、丘陵地の可耕地の約 7 割程度が、既に農地化されていると予想される。

もしそうであるならば、農業開発が遅れていると言われている、カンディ地区の中の起伏に富む丘陵地においても、新規に農業開発を行う余地があまり残されていないことになる。このことから、現在 PSTC が策定している灌漑給水施設建設計画（740 本井戸掘削計画）は、起伏に富む丘陵地での農地の拡大ではなく、カンディ地区に既に入植している貧困農民の救済が目的となっているものと想定される。

2) 将来計画

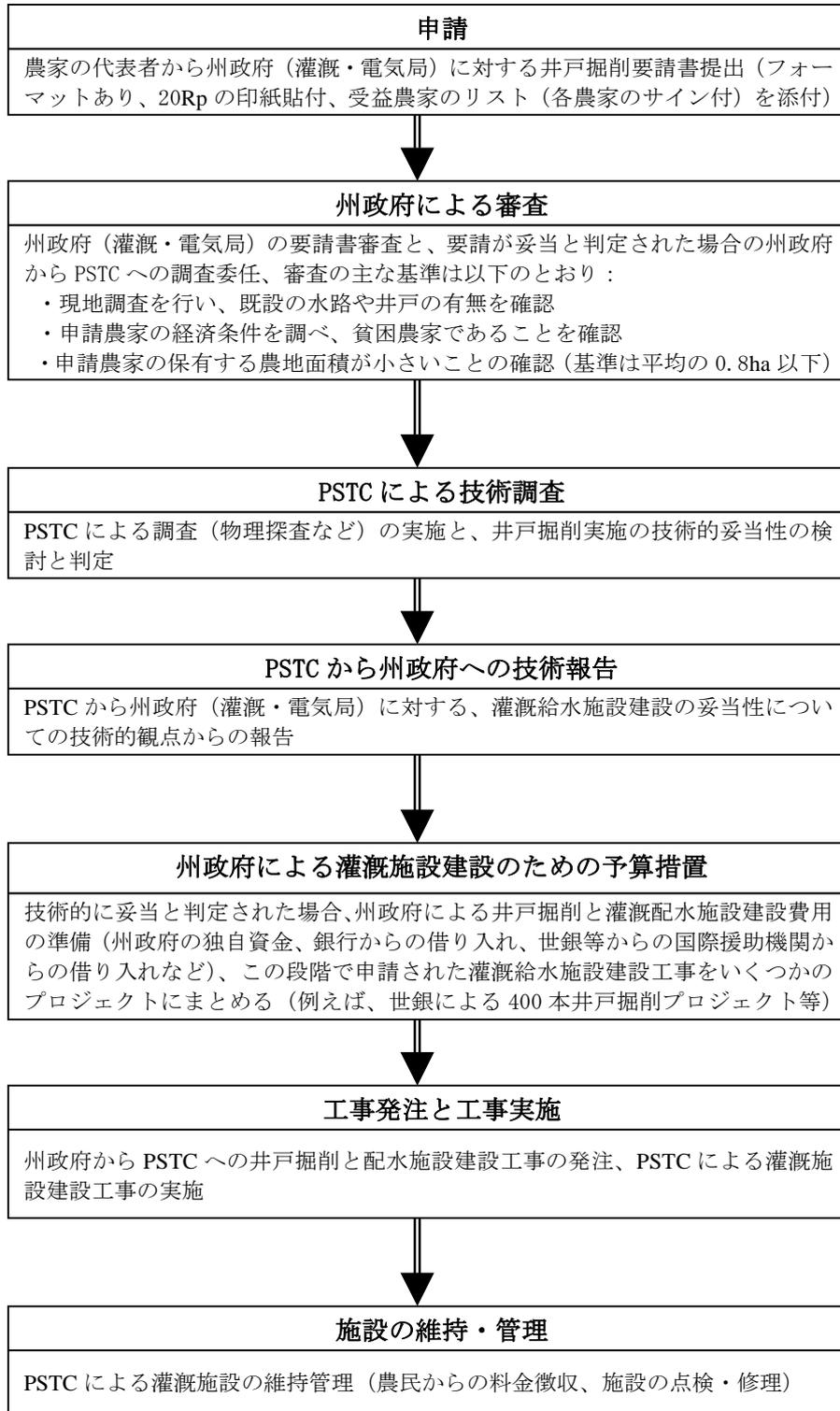
カンディ地区の、カンディ灌漑水路の灌漑地を除いた、起伏に富む丘陵地においては、井戸による灌漑に関するマスタープランのような明確な計画は存在せず、農民からの請求に基づき随時行っているのが現状であり、いくつかの農民からの要請を束ねて、1つのプロジェクトとしている。つまり、カンディ灌漑水路による灌漑計画は州の農業政策に基づいて策定されているが（「(2) カンディ地区における表流水による灌漑」を参照）、起伏に富む丘陵地においては、農業政策に基づいた灌漑計画は策定されていない。

a. 灌漑給水施設の建設の流れ

カンディ地区においては、大半が貧農のために自らの資金で井戸掘削や灌漑配水施設を建設することはできないのが現状である。こうした窮状に対し、パンジャブ州政府は「国家第 10 次 5 年計画（2002-2007 年）」の目標の柱の 1 つである貧困削減の達成のために、カンディ地区において、灌漑給水施設建設を無償で推進している。

図 2-12 に、パンジャブ州政府が行なう灌漑給水施設の無償建設の流れを示す。この図に示されるように、農民の代表から提出された申請書はパンジャブ州政府により審査され、申請農民が貧困層であるかなどが審査され、これらの確認後に建設段階に移行する

流れとなっている。このように、カンディ地区の起伏に富む丘陵地における灌漑給水施設建設は、この地域の農業振興対策ではなく、この地域の貧困削減を目的とするものである。



出典：PSTC からの聞き取りによる

図 2 - 12 灌漑給水施設建設の流れ

b. 灌漑給水施設建設後の施設の維持管理

州政府からの認可が下りた後の灌漑給水施設建設は、PSTC が州からの資金を得て全て行うが、工事完了後の灌漑施設の維持管理も全て PSTC が行なっている。PSTC が行う灌漑施設の維持管理には、施設の定期点検、修理、料金徴収等すべてが含まれている。一時期、受益農民に管理委員会を形成させ、この委員会に維持管理をさせようとしたことがあるが、農民間の争いが絶えず、PSTC が維持管理を一括して行なうシステムになったという。最近、井戸の管理人だけは受益農民が雇うという動きが出てきているとのことであるが、まだ一般化していないとのことである。また、維持管理の直接費用（材料費）は、2004 年度から受益農民から徴収した料金でまかなうことになっている。灌漑の水料金については、「2-3-6 地下水開発に関連する法規制と水料金体制」で詳述する。

c. 灌漑給水施設建設計画

前述したように、カンディ灌漑水路の灌漑地を除いた起伏に富む丘陵地においては、井戸による灌漑に関するマスタープランのような明確な計画は存在せず、農民からの請求に基づき計画を立てており、それらの請求をいくつか束ねたものをプロジェクト（計画）と称している。現時点では、以下の表に示す5つのプロジェクト（計画）が策定されている。

表 2-21 カンディ地区における PSTC の灌漑用深井戸掘削計画

計画名	計画の種類	計画灌漑面積 (ha)	平均井戸深度 (m)	灌漑用配水管 (km)	1本の揚水量 (m ³ /分)	建設費用 (百万 Rs)	資金源
400 本井戸掘削計画	新規井戸掘削と灌漑給水施設建設	23,400	140-220	860	2.0	1,004	世銀 ^a あるいは州予算
100 本井戸掘削計画 (現在進行中)	新規井戸掘削と灌漑給水施設建設	5,000	127-180	215	1.7	238	NABARD ^b
110 本井戸掘削計画	新規井戸掘削と灌漑給水施設建設	6,600	155	280	2.0	369	州予算
75 本井戸リハビリ計画	既存井戸と灌漑給水施設のリハビリ	(4,500)	200	101	2.0	269	州予算
75 本井戸掘削計画	新規井戸掘削と灌漑給水施設建設	4,500	200	191	2.0	228	州予算
合計 760 本	—	44,000 ^c	—	1,647	—	2,108	—

出典：PSTC が作成したプロジェクトの計画書による

a：世銀からは受益農民から徴収する水料金の補助金支給率が著しく高いことを理由に融資が断られている

b：National Bank for Agriculture and Rural Development, 国家農業・地域開発銀行

c：新規に灌漑される農地の面積 39,500ha にリハビリによって再び灌漑される農地 4,500ha を含む

現在 NABARD から融資を受けて実施されている 100 本井戸掘削計画は来年の 3 月までに完了する予定であるが、他の 4 プロジェクトについては正式な目標年次や工事工程

(計画工事年度) が示されておらず、予算が付き次第順次を実施していく計画であり、場当たりの計画であることは否めない。特に世銀の融資を期待していた 400 本井戸掘削計画は、世銀の撤退により計画が宙に浮いた状態となっている。このように、上記 5 つのプロジェクトを実施する際の最大の課題は、資金の調達であると言える。

表 2-22 に、以上の 5 つのプロジェクトが実施される県、ブロックを示す。PSTC ではこの 5 つのプロジェクトを一つに取りまとめ「カンディ地区 740 本井戸掘削計画」と呼んでいる(計画では 760 本であるが既に 20 本が完成しているために 740 本計画と呼ばれている)。しかし、この表に示されるように、6 つのブロックはカンディ地域に属さず、カンディ地区に属しているブロックだけの計画井戸本数は 689 本で、うち 15 本が完成していることから、カンディ地区に限定すると、正確には 674 本井戸掘削計画となる。

表 2-22 カンディ地区で計画されている灌漑用深井戸掘削計画の詳細

番号	県/ブロック	400 本井戸掘削計画	100 本井戸掘削計画 (現在進行中*)	110 本井戸掘削計画	75 本井戸 リハビリ計画	75 本井戸掘削計画	井戸本数
Patiala 県							34
1	Derrabassi	10	5	5	9	5	34
Ropar 県							169 (10 本完)
2	Chamkaur		-	-	15	-	15
3	Kharar	20	5 (5 本完成)	-	6	10	41 (5 本完成)
4	Ropar	15	5 (2 本完成)	5	1	10	36 (2 本完成)
5	Anandpur	10	5 (1 本完成)	5	-	-	20 (1 本完成)
6	Nurpur bedi	15	5 (2 本完成.)	5	-	-	25 (2 本完成.)
7	Sialba Majri	20	-	-	2	10	32
Nawanshahar 県							110 (4 本完成)
8	Balachaur	55	10 (4 本完成)	10	2	-	77 (4 本完成)
9	Saroya	15	5	-	3	10	33
Hoshiarpur 県							377 (4 本完成)
10	Garh shankar	30	5	5	1	10	51
11	Mahilpur	30	10	15	23	10	88
12	Hoshiarpur	25	-	5	12	-	42
13	Bhunga	35	5	5	1	-	46
14	Dasuya	25	5	10	-	-	40
15	Mukerian	25	12 (4 本完成)	15	-	-	52 (4 本完成)
16	Talwara	25	13	15	-	-	53
17	Bajwara	-	-	-	-	-	0
18	Hazipur**	5	-	-	-	-	5
Gurdaspur 県							70 (2 本完成)
19	Pathankot	15	5 (2 本完成)	5	-	5	30 (2 本完成)
20	Dharkalan	10	5	5	-	5	25
21	Narot Jaimal	5	-	-	-	-	5
22	Bamial	5	-	-	-	-	5
23	Kahnuwan	-	-	-	-	-	0
24	Dina Nagar	5	-	-	-	-	5
合計		400 nos.	100 (20 本完成)	110	75*	75	760 (20 本完)

出典：PSTC の計画による、*：2007 年 3 月時点、**：Mukerian ブロックに含まれる
注：表中の網掛けされた 6 つのブロックはカンディ地区には含まれていない

PSTC に 740 本井戸掘削計画の作業工程を示すように依頼したところ、次のような作業工程が示された。しかし、この作業工程は詳しい現況の把握が行われておらず、資金調達先も決まっていない段階での、仮の計画であると言える。

表 2-23 PSTC から仮に提示された 740 本井戸掘削計画の工程

掘削井戸本数	リグの台数	リグのタイプ	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022
100	2	既に日本から供与された PR*	10	10	10	10	10	10	10	10	10						
100	2	今回日本に要請した PR	10	10	10	10	10	10	10	10	10						
463	5	PSTC 保有のロータリー方式のリグ	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	32	32	39
77	-	民間業者への委託	8	8	8	8	9	9	9	9	9						
740	-	-	58	58	58	58	59	59	59	59	59	50	30	30	32	32	39

出典：PSTC が示した工程表、PR：ケーブルパーカッション方式のオープンホール掘削リグ、*：2000 年から 2001 年にかけて日本の債務救済無償で供与された 2 台のリグ

表 2-23 に示したように、PSTC では 2007 年から 2022 年にかけての 15 年間で 740 本の井戸を掘削する長期計画を示してきおり、この計画では、すでに日本から供与された 2 台のリグと同じように、今回日本に要請してきた 2 台のリグで、10 年をかけて 100 本の井戸を掘削する計画としている。しかし、「4. 要請内容の妥当性の検討」で述べるように、PSTC 内部でも掘削計画について様々な意見があり、現時点では明確な計画を持っていないものと判断される。

d. 740 本井戸掘削計画による裨益効果

740 本井戸掘削計画で新規に灌漑が行なわれる農地の面積は、表 2-3-21 に示したように 39,500ha であり、既設の灌漑施設のリハビリにより灌漑がふたたび行われる農地を含めると 44,000ha となる。この場合の裨益農民の数は、カンディ地区の農家 1 戸あたりの平均耕地面積が約 0.8ha (2 エーカー) / 戸であるので約 55,000 戸、裨益者の数は、1 戸あたりの平均家族数が 6 名であることから約 33 万人と推算される。

しかし、前述したように 740 本井戸掘削計画の対象地域はカンディ地区以外のブロックを含んでおり、カンディ地区で掘削される井戸掘削本数は 674 本となる。この 674 本の井戸掘削計画で新規に灌漑される面積は、約 40,000ha (44,000ha × 674/740) と推算され、裨益農民の数は約 50,000 戸、裨益者の数は約 30 万人と推算される。

日本側に要請している 2 台のリグで、表 2-23 に示したように 100 本の灌漑用井戸を掘削した場合、新規に灌漑される面積は、井戸 1 本あたりの揚水量をカンディ地区の平均である 1 cusec (1.7m³/分) とした場合、「1 cusec あたりの灌漑面積を平均 50ha とした計画を策定している」に基づくと約 5,000ha と推算される。この場合の裨益農民の数は、約 6,250 戸、裨益者の数は約 4 万人と推算される。

以上の想定される裨益効果を、次の表にとりまとめる。

表 2-24 井戸掘削計画の実施により想定される裨益効果

計画	灌漑面積 ^a	裨益農家戸数	裨益人口
740 本井戸掘削計画	44,000ha	55,000 戸	33 万人
カンディ地区に限定した 674 本井戸掘削計画	40,000ha	50,000 戸	30 万人
日本に要請している 2 台のリグで実施する 100 本井戸掘削計画	5,000ha	6,250 戸	4 万人

a：リハビリにより再び灌漑が行われる農地を含む

e. 全ての灌漑計画が完了した場合のカンディ地区の灌漑状況の予測

前述したように、カンディ地区の灌漑計画としてはカンディ灌漑水路延長計画（ステージ II）と、起伏に富む丘陵地での 674 本井戸掘削計画がある。この 2 つの計画が実施された場合、カンディ地区の灌漑状況がどのように変化するか予想する。

①灌漑面積

灌漑計画の実施により灌漑農地がどのように増えるのかにつき、これまでに検討した結果に基づき、現況と予測される計画実施後の状況を対比させた図を図 2-3-13 に示す。この図に示されるように、カンディ地区で行う 674 本井戸掘削計画の実施により、カンディ地区の灌漑面積が約 40,000ha 増え、カンディ灌漑水路計画の実施と合わせると、灌漑面積が 70,000ha 増えると予想される。しかし、これらの計画が実施されても 86,000ha の農地が灌漑を受けられないものと推測される。また、灌漑施設は天水に頼って零細な農業を営んでいる農民に優先的に建設されることから、灌漑施設が整備されれば農地となりうる可耕地の新規開発は進まないものと思われる。

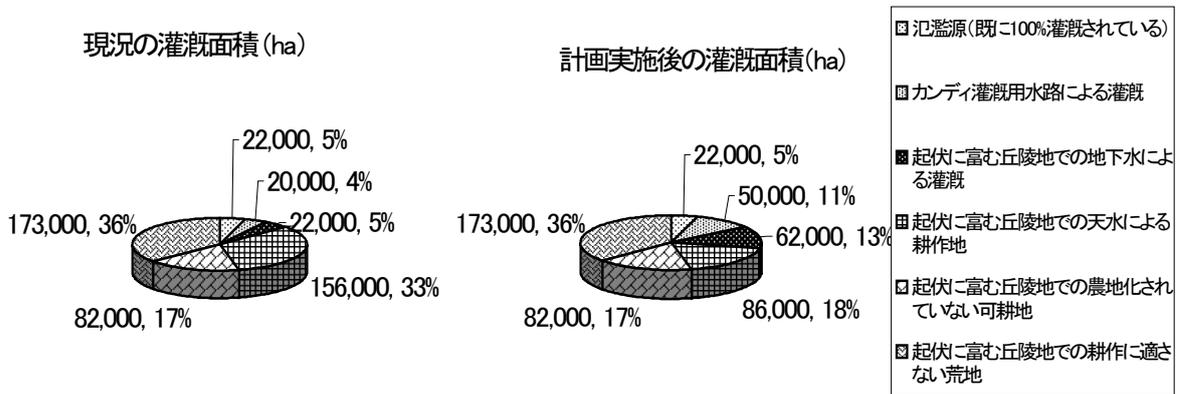


図 2-13 カンディ地区における現況の灌漑面積と灌漑計画実施後の灌漑面積の予測図

②灌漑計画の受益農家の戸数

図 2-14 に、現況の灌漑農家の戸数と灌漑計画が実施された後の灌漑農家の戸数の予測を示す。この予測では、740 本井戸掘削計画が完了する 15 年後の 2022 年を想定し、パンジャブ州の人口増加率である 1.8%/年（2003 年パンジャブ州統計書）に基づき将来の人口増加分を考慮している（カンディ地区の現況の人口を 28 万人とすると 15 年後の 2022 年には 1.3 倍の約 36 万人に増えると予測される）。

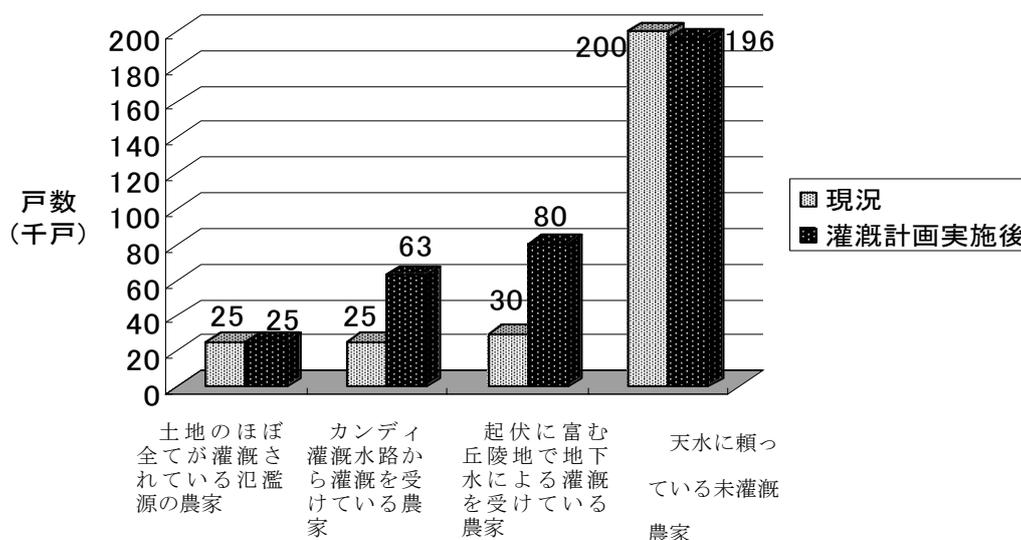


図 2-14 カンディ地区における現況の灌漑農家と灌漑計画実施後の灌漑農家の予測図

上図に示すように、2022 年時点では灌漑を受けている農家の戸数は約 8 万戸増えるが、逆に人口増加により灌漑の恩恵を受けられない農家の戸数はほとんど減らないものと予測される。このことから、740 本井戸掘削計画の貧困削減効果としては、「2022 年までに未灌漑の貧困農家の戸数を増やさず、現状を維持する」ことが想定される。

2-3-5 実施機関

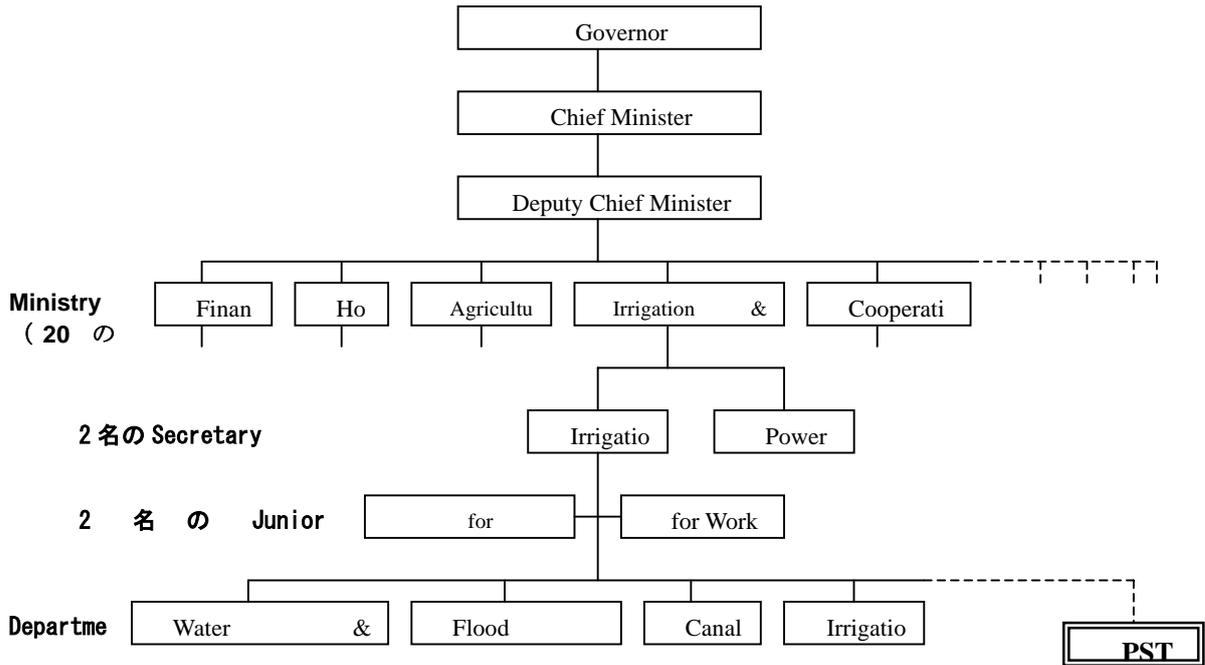
(1) 中央省庁と地方政府の地下水分野における役割分担

1) 「イ」国においては、水資源省 (Ministry of Water Resources : MoWR) が水資源の監督省庁の役目を担っており、その中で地下水に関しては、中央地下水機構 (Central Ground Water Board : CGWB) がその中心的な役目を担っている。本要請案件においても要請機関は MoWR であり、対外援助受け入れの窓口となっている。

CGWB は 4,500 人の職員と 84 台の井戸掘削機を保有し、地下水開発のための調査と長期的な地下水のアセスメントを実施している。観測井は全国各地に設置され、CGWB 各支所により定期的に観測されており、毎年 1 回の地下水に関する年次報告書が作成されている。井戸掘削機も全て CGWB 各支所に配置されており、観測井の掘削に利用されている。観測井は地下水の定期観測を実施するためのピエゾメータと地下水の現位置試験 (揚水試験、現場透水試験等) を実施するための井戸が掘削され、後者の井戸に関しては、必要な試験が終了後、要望があればその地域の自治体に無償で引き渡し、上水道用や灌漑用の井戸として用いられている。

一方、地下水の利用計画策定や生産井の掘削、維持管理等は、全て各州政府に委ねられており、「パ」州においても上水道関連は公衆衛生局 (Department of Public Health)、灌漑関連は灌漑局 (Department of Irrigation) に委ねられている。

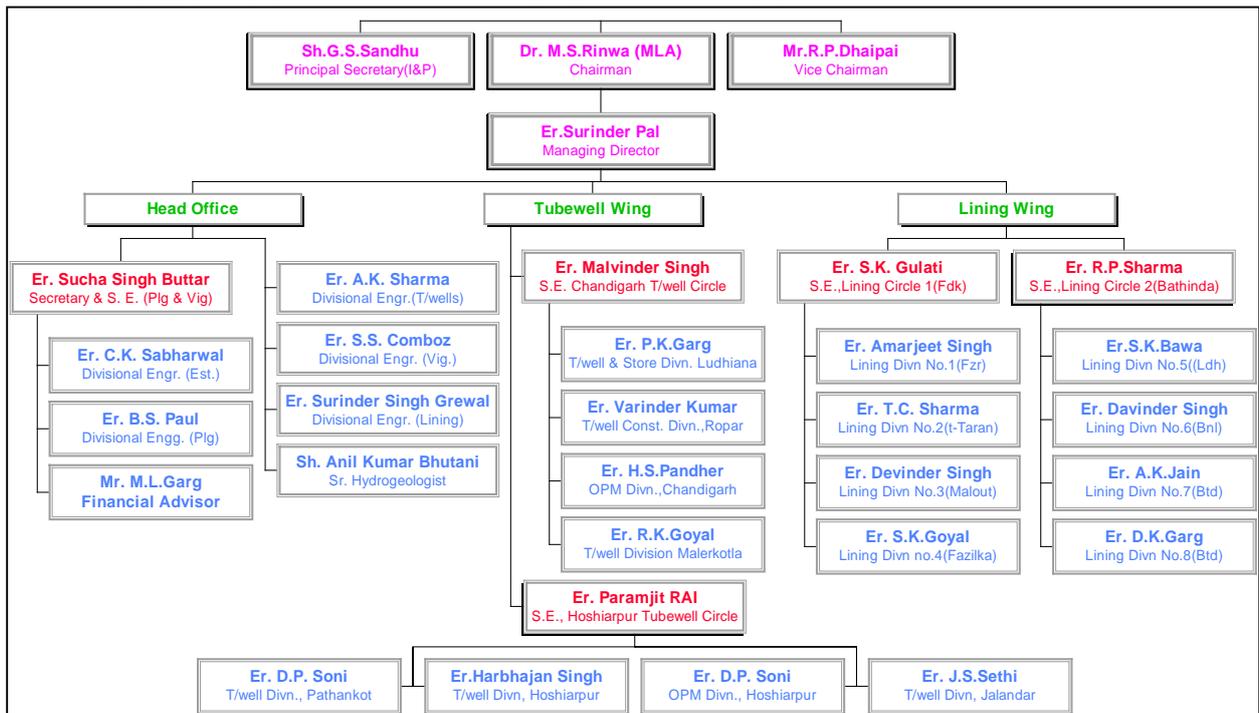
本要請案件の実施機関である「パ」州井戸公社 (Punjab State Tubewell Corporation Ltd. : PSTC) は、「パ」州灌漑局の下部組織にあたり (図 2-15 PSTC の州政府の中の位置付け) を参照)、灌漑に必要な生産井の掘削を担っている。



出典：PSTC からの聞き取り

図 2-15 PSTC の州政府の中の位置付け

2) 「パ」州井戸公社 (Punjab State Tubewell Corporation Ltd. : PSTC) の概要および組織 PSTC は 1970 年に「パ」州政府の出資で設立された公益法人であり、同州の地下水開発を目的としている。全ての業務は州政府からの委託事業であり、民間からの業務は一切受注していない。また、州政府の代行として、民間への業務委託を行なうこともある。図 2-3-16 に PSTC の組織図を、表 2-25 に PSTC の概要をそれぞれ示す。



(出典：PSTC から提供された組織図による)

図 2-16 PSTC の組織図

表 2-25 PSTC の概要

設立	1970 年	
資本金	Rs. 1, 250, 000, 000/-	
出資者	「パ」州政府	
法的根拠	The Companies Act, 1956	
業務内容	井戸掘削工事、水理地質調査、灌漑用水路支流のライニング、灌漑施設の維持管理	
地方事務所	Hoshiarpur 事務所、Pathankot 事務所、Jalandar 事務所	
ワークショップ	Rampur Doraha ワークショップ (Ludhiana 県)、Mahilipur ワークショップ (Hoshiarpur 県)	
従業員数	2,750 人、うち事務員は 900 人	
保有技術者	技術者 ドリラー ドリラー助手 水理地質技師／物理探査技師 メカニック ドライバー 現場コーディネーター 主任技術者 (品質管理および計画担当) 副主任技術者 (井戸掘削、用水路ライニング、計画および警備担当) 主任さく井技術者	78 人 13 人 10 人 4 人 23 人 23 人 216 人 1 人 4 人 7 人

(出典：PSTC への質問票に対する回答集による)

(3) 「パ」州井戸公社 (PSTC) の保有機材

PSTC は現在 4 台のロータリーターンテーブル式ダイレクトサーキュレーション工法用井戸掘削機と 1 台のケーストホール工法用ケーブルツースパーカッション兼ダイレクトサーキュレーション工法用ロータリーターンテーブル井戸掘削機、および 2 台のオープンホール工法用ケーブルツースパーカッション井戸掘削機を保有する。その他の機材としては、エアコンプレッサー、トラック類、給水車を保有している。表 2-3-26 に PSTC の現有する井戸掘削機および過去に保有していた井戸掘削機を、表 2-3-27 に PSTC の保有するその他の機材をそれぞれ示す。

表 2-26 PSTC の現有する井戸掘削機および過去に保有していた井戸掘削機

タイプ	製造年 (購入年)	掘削 能力	1998/6/30 現 在の運転時間	1998/6/30 現在 の井戸掘削総数	現在の状態およびその他
DR	1972-73	200m	25,751 時間	48 本	使用中、オーバーホール済み
DR	1972	200m	35,864 時間	72 本	廃棄済み
DR	1972	200m	33,360 時間	66 本	廃棄済み
DR	1972	200m	31,023 時間	68 本	使用中
DR	1972-73	220m	28,162 時間	53 本	廃棄済み
DR	1973-74		29,556 時間	52 本	廃棄済み
DR	1974-75	220m	28,894 時間	54 本	使用中、要車輛修理
DR	1972	220m	38,390 時間	96 本	廃棄済み
DR	—	225m	113,848 時間	35 本	使用中、購入は 1991 年
DR	1965	220m	5,080 時間	8 本	廃棄済み、中古品、購入は 1991 年
PR	1982	200m	19,506 時間	39 本	廃棄済み
PR	1984	220m	5,894 時間	9 本	使用中、ポーランド製、無償供与品
PR	1982	225m	11,078 時間	14 本	廃棄済み
CP	1984	120m	16,975 時間	14 本	廃棄済み
CP	1985	120m	19,464 時間	16 本	廃棄済み
CP	1982	80m	8,507 時間	15 本	廃棄済み
RR	1972-73	160m	33,000 時間	112 本	廃棄済み
RR	1972-73	160m	29,560 時間	106 本	廃棄済み
RR	1972-73	160m	34,606 時間	122 本	廃棄済み
RR	1972-73	160m	36,800 時間	124 本	廃棄済み
OP	1999-2000	300m	(3,288 時間)	7 本	使用中、債務救済無償で供与
OP	2000-01	300m	(2,180 時間)	5 本	使用中、債務救済無償で供与

備考；DR：ロータリーターンテーブル式ダイレクトサーキュレーション工法用井戸掘削機

PR：ケーストホール工法用ケーブルツースパーカッション兼ダイレクトサーキュレーション工法用ロータリーターンテーブル井戸掘削機

CP：ケーストホール工法用ケーブルツースパーカッション井戸掘削機

RR：リバースサーキュレーション工法用ロータリーターンテーブル井戸掘削機

OP：オープンホール工法用ケーブルツースパーカッション井戸掘削機

OP の稼働時間および井戸掘削総数は 2006/3/25 現在の値。(出典：PSTC からの聞き取り調査による)

表 2-27 PSTC の保有するその他の機材

機材名	タイプ	数量	購入年	状態およびその他
エアコンプレッサー	250PSI	6 台	1984-88	使用中、インド製
	650PSI	1 台	2000	使用中、債務救済無償で供与
	750PSI	1 台	2001	使用中、債務救済無償で供与
トラック	Tata	6 台	1974-96	使用中、インド製
	Leyland	2 台	1996	使用中、インド製
給水車	—	1 台	1973	使用中、インド製
クレーン付トラック	三菱	2 台	2000-21	使用中、3 トンクレーン、債務救済無償で供与

(出典：PSTC への質問票に対する回答集による)

(4) PSTC の井戸掘削班の体制および技術力

先に示したとおり、現在 PSTC はドリラーおよびドリラー助手で総勢 23 名の掘削に関わる技術者を保有する。PSTC の掘削クルーはドリラーおよびドリラー助手 2 名で 1 班を構成していることから（「表 2-28 PSTC の掘削クルー構成」を参照）、現状は 11 班の掘削クルーを構成することが可能である。またドリラーの養成も適宜実施しており、候補者を OJT により技術移転しているケースもある。

表 2-28 PSTC の掘削クルー構成

担当	人数	備考
フォアマン	(1 名)	基本的に 2 現場に 1 名、PSTC 職員
ドリラーおよびドリラー助手	2 名	PSTC 職員
メカニック	1 名	PSTC 職員
溶接工	1 名	PSTC 職員
一般作業員	5 名	PSTC 職員
ドライバー	2 名	PSTC 職員かあるいは臨時雇用
警備員	2 名	臨時雇用

(出典：PSTC からの聞き取り調査による)

PSTC 技術者の井戸掘削に関する技術力については、他の被援助国の同様な機関と比較し、高い技術力を保有しているといえる。掘削現場も整理整頓が行き届いており、非常に丁寧な作業が行なわれている。

本要請案件で導入が検討されているケーブルツースパーカッション井戸掘削機によるオープンホール掘削工法については、1999 年度および 2000 年度の我が国政府による債務救済無償で掘削機 2 台が供与されており、また日本人技術者による 2 年間の技術移転を受けていることから、深度 150m 程度の井戸掘削には対応が可能である。但し、経験が浅く、個々の突発的な事態への対処方法を知らないために失さくが発生するなど、不測の事態への対応能力について

は更なる経験が必要である。また現場の技術者の意見としても、深度 200m以上の井戸掘削は自信がないとの話もあり、大深度掘削にはより高い技術と知識、経験値の習得が必要であろう。

(5) 我が国の無償資金協力により供与された井戸掘削機の状況

過去に「イ」国に対して、我が国が無償資金協力により供与した井戸掘削機は、一般プロジェクト無償の枠で7台、債務救済無償の枠で2台の実績がある。

表2-29 一般プロジェクト無償で供与された井戸掘削機の活用状況

リグ No.	現在の配置先	掘削本数	年間平均掘削数	掘削総延長	平均掘削深度	機材状態
P/Sankyo-91/105	Dehradun, Uttranchal	11本	0.79本	1,751.20m	159.20m	良好
P/Sankyo-91/106	Dehradun, Uttranchal	9本	0.64本	1,093.35m	121.48m	良好
P/Sankyo-92/107	Hoshiarpur, Punjab	19本	1.46本	2,568.70m	135.19m	良好
P/Sankyo-92/108	Jammu, J&K	17本	1.31本	1,874.65m	110.27m	良好
P/Sankyo-94/109	Mandi, Himachal Pradesh	24本	2.18本	2,906.65m	121.11m	良好
P/Sankyo-94/110	Lohit, Arunachal Pradesh	19本	1.72本	1,619.90m	85.26m	良好
P/Sankyo-94/111	Jalpaiguri	15本	1.36本	2,297.30m	153.15m	良好
合計/平均		114本	1.31本	14,111.75m	123.79m	

(出典：CGWBからの聞き取り調査による)

一般プロジェクト無償の枠で供与した井戸掘削機に関しては、1989年度および1990年度の「地下水開発計画」、1992年度の「第二次地下水開発計画」において、合計7台のケーブルツールスパーカッション井戸掘削機を供与している。これら案件の当時の要請機関は MoWR、実施機関は CGWB であり、これら掘削機は供与後、CGWB の各地域事務所に配置されている。表2-3-29に一般プロジェクト無償で供与された井戸掘削機の活用状況を示す。

CGWB は調査実施機関であるため、これら供与された井戸掘削機を用い、主として観測井を掘削しており、飲用や灌漑用といった生産井は掘削していない。つまり必要とされる観測井の配置が終了すれば、掘り換えや新たな調査が実施されない限り、供与された掘削機を用いて、井戸を掘り続けることはない。但し、井戸掘削後に地域住民の需要があれば、掘削した観測井を生産井として地域自治体に無償供与することがあるといい、実際にほとんどの観測井が地域住民に生産井として引き渡されている。

一方、債務救済無償の枠で供与した井戸掘削機に関しては、1999年度および2000年度にそれぞれ1台ずつ、合計2台のケーブルツールスパーカッション井戸掘削機を供与している。これら債務救済無償の案件は要請機関が MoWR、実施機関が PSTC となっており、過去の一般プロジェクト無償の実施体制とは異なっているが、本要請案件の実施体制と同じ体制となっている。表2-3-30にそれぞれの年度における供与機材の内容を示す。

表 2-30 債務救済無償による PSTC への供与機材内容

1999 年度債務救済無償		2000 年度債務救済無償	
機材名	数量	機材名	数量
1. 車載型ケーブルツースパーカッション掘削機	1 台	1. 車載型ケーブルツースパーカッション掘削機	1 台
2. 3t クレーン付きカーゴトラック	1 台	2. 3t クレーン付きカーゴトラック	1 台
3. 揚水試験用機材	1 式	3. 揚水試験用機材	1 式
4. 電気検層機	1 台	4. 高圧エアコンプレッサー	1 台
5. 電気探査機	1 台	5. スペアパーツ	1 式
6. スペアパーツ	1 式		

(出典：PSTC からの聞き取り調査による)

1999 年度および 2000 年度でそれぞれ供与された機材は、PSTC に 2000 年 4 月および 2001 年 5 月にそれぞれ納品され、使用開始後の機材の状態も良好である。

(6) PSTC の井戸掘削の実績

PSTC は 1970 年の設立以来、「パ」州中央平原およびカンディ地域において、延べ 1,620 本以上の井戸掘削を実施してきた。各年度における井戸掘削の実績については、PSTC においても全てが把握されているわけではなく、本調査期間中に把握することは困難であった。

一方、1999 年度および 2000 年度に我が国による債務救済無償で供与された井戸掘削機のこれまでの実績は、以下の通りである。

表 2-31 それぞれの機材における井戸掘削実績

予算年度	1999 年度供与機材	掘削長	2000 年度供与機材	掘削長
1999-2000	Talwara ブロック Ragwal III	152m		
	Talwara ブロック Bhamotar II	152m		
	Mahilpur ブロック Bhatpur Rajputan	169m		
	Muhilpur ブロック Malhewal	131m		
2000-2001			Talwara ブロック Haler Well	151m
			Talwara ブロック Dhagroll Path	148m
2005-2006	Mukerian ブロック Sariana IV	115m	Mukerian ブロック Bhavnal	119m
	Mukerian ブロック Hamowal III	114m	Mukerian ブロック Morichak	120m
	Mukerian ブロック Raili I	140m	Mukerian ブロック Ralli II (施工中)	140m
合 計	7 井	973m	5 井	678m

出典：調査団の現地調査結果による

機材はそれぞれ 2000 年 4 月および 2001 年 5 月に PSTC に納品されており、PSTC はこれら債務救済無償による井戸掘削機材を用いて、カンディ地区での井戸掘削を行っている。機材の供与後は、何れの供与機材においても、1 年間の日本人技術者による井戸掘削方法の技術移転を受けており、1999 年度の機材では 3,288 時間、2000 年度の機材では 2,180 時間の実運転時間を記録している。これらは実際に井戸掘削機のエンジンを動かしていた時間であるから、これら井戸掘削機の実際の現場への派遣期間はより長い。

また機材供与後の各井戸掘削機の施工実績については、1999年度供与機材で7井、2000年度供与機材で5井と少なく、特に2000-2001年度～2004-2005年度掘削実績については、僅かに2井と非常に少ない。PSTCの説明によると、「パ」州政府自身の税収が少なく、従ってこの期間のPSTCが実施する井戸掘削事業への予算配分がほとんどなく、結果的に施工実績が少なくなったという説明があった。

これら債務救済無償で供与された井戸掘削機は、先に述べたとおり、カンディ地区のように玉石層の厚く堆積する地層の掘削に優れている「オープンホール工法用ケーブルツースパーカッション井戸掘削機」であるが、このような地質の地域において、様々な掘削工法で実際に井戸掘削を行なったことのあるPSTC技術者に対し、各掘削工法でどのような違いがあるのかを訊ねたところ、次の表に示す回答を得た。

表2-32 各掘削工法による想定地層掘削所要日数

掘削深度	地層	掘削工法別の所要日数		
		DR	CP	OP
0～5m	表土	5日間	5日間	3日間
5～20m	砂利層			
20～25m	粘土層	1日間	2日間	2日間
25～50m	砂層	9日間	10日間	8日間
50～70m	砂利層	10日間	18日間	7日間
70～100m	玉石層	10日間	20日間	10日間
100～150m	巨レキ層	25日間	35日間	15日間
合計所要日数		60日間	90日間	45日間
各工法の長短所		巨レキ層での掘削が困難	ワークケーシングの挿入、抜管作業が困難であり、に多大な時間が必要	ワークケーシングの挿入、抜管作業がないため、巨レキ層での掘削に最適

(出典：PSTCからの聞き取り調査による)

(7) PSTCの井戸掘削に係る予算

先にも述べたとおり、PSTCは「パ」州政府による100%出資の井戸公社である。従って、PSTCの予算は「パ」州政府から交付金として拠出されており、同州政府の政策や税収等に大きく左右される。

「パ」州の予算は、各々の案件をベースとして積み上げられた「Planned Budget (プロジェクト費用)」と前もって決められていない「Non Planned Budget (一般経費)」により構成されており、同州の年次予算書である「Annual Plan」には、Planned Budgetが詳細に記されている。つまりPSTCが実際に井戸掘削を実施する場合には、事前に「パ」州政府に対し、プロジェクト毎に予算請求し、議会の承認を得た上で、Annual PlanにPlanned Budgetとして掲載されなければならないことになる。

実際にPSTCの井戸掘削に係る予算に占める割合は、過去の実績を見てもそれほど多くはな

く（「表 2-3-33 PSTC の過去 5 年間の予算（「パ」州政府からの交付金）」を参照）、主な予算の消化先は、技術者や職員への給与や銀行へのローンの支払いである。

表 2-33 PSTC の過去 5 年間の予算（「パ」州政府からの交付金）

予算年度		2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06
Planned Budget (プロジェクト費用)	井戸掘削、灌漑施設建設費	5.0	12.0	25.0	40.0	70.0
	既存施設リハビリ、修理費	50.0	15.0	0.0	8.9	1.0
	技術者給与	65.0	65.0	70.0	70.0	70.0
	計	120.0	92.0	95.0	118.9	141.0
Non Planned Budget (一般経費)	職員給与	292.4	245.3	267.6	309.2	317.2
	予備費	1.2	0.0	2.8	1.4	1.9
	灌漑給水施設維持管理費 ^a	6.5	7.5	0.0	0.0	0.0
	電気代 ^b	0.0	28.2	0.0	0.0	384.9
	銀行へのローン支払い	0.0	0.0	60.0	540.0	0.0
	計	300.1	281.0	330.4	850.6	704.0
合計		420.1	373.0	425.4	969.5	845.0

(単位:百万Rs.)

a: 2003-04年度から維持管理費は農民から集めた水料金で賄うことになった。

b: 1997年以前の電気代が有料であった時代の未納金の支払い、1998年から電気代は無料。

出典: PSTC からの質問票への回答

2-3-6 地下水開発に関連する法規制と水料金体系

(1) 地下水開発に関連する法規制

パンジャブ州には、灌漑用水路の水利用に関する 1873 年に制定された古い法律 (Northern India Canal & Drainage Act.1873) と、地下水の料金に関して 1954 年に制定された同じく古い法律 (The Punjab State Tubewell Act.1954) がある。

しかし、パンジャブ州には地下水開発に関する水利権、開発規制、許認可などの法規制は一切存在しない。このため、パンジャブ州の中央平原では、過剰揚水による地下水位低下が発生し多くの井戸が涸れているという深刻な事態に直面しているが、依然として富裕農民による井戸掘削が続けられており、パンジャブ政府としてこれを規制する法律がないため、野放しの状態となっているのが実情である。

(2) 灌漑用水の料金体系と補助金制度

カンディ地区で現在 PSTC が灌漑受益農民から徴収している単位あたりの水料金は、水中ポンプの消費電力に基づき一律 Rs1.00/unit*とされている。

*: 1 unit は 0.746Kwh、1.0HP あたりのモーターの消費電力が 0.746Kwh であるから、例えば 40HP のモーターの時間あたりのユニットは 40HP×0.746=30units/時間となり、これを 10 時間運転した場合の unit 数は 300unit となり、農民が支払う水料金は RS1.00×300=RS300 となる。これを灌漑受益農民の戸数で割ったものが各戸が支払う水料金となる。民生用の電気代は Rs4.0/unit であり、灌漑受益農民は消費電力に基づき水料金を支払っているとされるが、その料金も実勢料金の 1/4 に抑えられている。

井戸や灌漑配水施設の運転電気料金、維持管理費、施設の修理費用、管理人の給与、管理

棟の維持費など全てを含んだ実際の費用は Rs 5.5/unit となり、1 unit あたり Rs 4.5 の補助をパンジャブ州政府が灌漑受益農民に対して行っている（実際にかかる費用の 82% を補助していることになる）。このような農民優遇策はカンディ地区に限ったものではなく、パンジャブ州全体で行われている**。

**：パンジャブ州では、10 エーカー未満の農地所有者の場合、灌漑用揚水ポンプにかかる電気量は一切無料である。中央平原地域の農民が、自費で井戸を掘削し灌漑施設を整備した場合であっても、揚水ポンプで消費する電気料金は無料である。また、灌漑施設が整備され作物の収量増加に伴う収入の増加がある農家に対しても課税は一切行われていない。その理由としては、農業従事者は基本的に貧しいので税金を払う余裕はないということであるが、選挙対策を視野に入れた多分に政治的な政策である可能性が高い。この免税措置には、制限枠がなく富裕の大規模農家も納税義務を負っていない。ただし、わずかではあるが農家には作付け税として Rs40/crop/acre/年の税金が課せられている。

現地調査の結果、灌漑受益農家の水料金の支払い実績は、季節によって異なるが1戸当たり Rs 200~Rs500/月程度であった。また、1 m³あたりの水料金は、地下水位によりモーターの消費電力が異なってくるため、場所や施設によって異なってくるが、PSTC によればおおむね Rs 0.3/m³程度とのことである。また1 ha あたりの灌漑に必要な水料金は作物によって異なるが、おおむね Rs4,000/ha/年程度とのことである。1 ha 程度の農地を所有する灌漑受益農家の年収がおおよそ Rs 24,000/年であることを考えると（現地調査での聞き込みによる）、補助金づけではあるが、現行の水料金は受益農家にとっては妥当と思われる。

しかし、この制度のまま推移すれば、井戸の本数が増えるに従って州政府の負担が増大し、将来的には経済的破綻を招くことが危惧される。関係者によると、農家が十分な収入を得られるようになった時点で制度の改善が行われるというが、今から13年前の1993年に供与された世銀ファンドによるカンディ地区での灌漑地域でも、未だにこの制度は変更されていない。補助金を無くした場合の水料金は約 Rs 22,000/ha/年となり農家の平均収入とほぼ同じ額になることから、手厚い補助金抜きでは、平坦な氾濫源での灌漑農業やカンディ灌漑水路による灌漑農業を除き、カンディ地区での灌漑農業は成り立たないと言える。

この制度は暫定的なものではなく、上述した1954年に制定された“The Punjab State Tubewell Act. 1954”で「地下水の揚水に消費した電気使用量に応じて、その都度、率（the occupier's rate という）を決め水料金を決定する」と規定された条文に基づくものであり、法的な根拠を有している。将来的には、この「率」の変更によって収支のバランスを図ることも可能である。2005年にパンジャブ州電力局はこのような地下水揚水にかかる電気代の無料化を廃止し、灌漑用井戸1本あたりの電気代の補助金を Rs 60/月にして、残りの電気代を徴収しようとしたが、この施策はまだ実行されていない。また、農民に対する優遇政策は現州政府になって導入された新制度であり、次回の選挙で政権が交代すれば廃止される可能性があると言われており、極めて政治的な暫定措置と言える。

このように、灌漑に対する手厚い補助金給付政策は暫定的なものであり、かつこれを見直そうという動きも州政府内にあることから、この補助金給付政策が今後とも続く保証は無い。もしこれが廃止された場合は、前述したように、本計画（740本井戸掘削計画）の主な対象地域である、カンディ地区の起伏に富む丘陵地での灌漑農業は成り立たなくなり、本計画で建設する灌漑給水施設の大半は、使用されずに廃棄されることになる。

2-3-7 村落給水

パンジャブ州で村落給水を担当する部局は水供給・衛生局（Water Supply & Sanitation Circle）であり、PSTC は村落給水には全く関わっておらず、灌漑配水施設に合わせて村落給水施設を建設することもない。PSTC としては、農民が勝手に灌漑用水をバケツ等で汲んで生活用水に使用することについては黙認するという程度の関与しかしていない。つまり、村落給水はあくまで水供給・衛生局の担当する分野であり、基本的に PSTC は関与しないという方針を貫いている。

従って、州が発表する村落給水率には、PSTC が建設した灌漑施設から水を得ている住民はカウントされていない。表 2-3-34 に水供給・衛生局から聞き取った、カンディ地区にかかる 5 つの県の村落給水率を示す。

表 2-34 カンディ地区にかかる 5 つの県の村落給水率

県	Patiala	Ropar	Nwanshahar	Hoshiarpur	Gurdaspur
村落給水率 (%)	80	65	100	88	65

出典：水供給・衛生局による

水供給・衛生局の方針では、基本的には全村落の住民に対し、401/人/日の飲料水供給計画が推進されており、上表に示すようにほとんどの集落に水道が引かれている。給水レベルは共同水栓と各戸給水であり、共同水栓の水は無償であり、各戸給水は 60Rp/月の料金徴収をしている。しかし、地元水源用の井戸をもたない集落も存在し、このような村では水道水源からの距離が遠いため、しばしば断水があり、給水量が十分とは言い難い。

しかし、村落給水については、上述したように水供給・衛生局の担当分野であり、PSTC としては関与しない方針である。灌漑用井戸を副次的に生活用水として使用することは許されるべきではあるが、灌漑施設に生活用水給水のための施設が整備されていないこと、衛生面の管理（飲料水としての水質の検査や、飲料水として衛生的に使用するための井戸周囲の清掃など）が行われないことから、灌漑用井戸建設の正式な便益として、村落給水を含めるべきではないと考えられる。もしこれを正式な便益として含めるのであれば、PSTC に村落給水施設の建設とその維持管理や衛生管理を行なう体制を整えてもらい、村落給水にも責任を持ってもらう必要がある。

2-3-8 民間井戸掘削会社

本調査では、PSTC に井戸掘削用機材を供与した場合に、民業圧迫がないかどうかを事前に把握するために、「パ」州における民間井戸掘削会社を訪問した。その結果、「パ」州には民間井戸掘削会社が 100 社ほどあるというが、そのほとんどは零細企業であり、掘削工法も Bocki システムという手動のパーカッション工法を用いていることがほとんどであった。

つまりこのような民間井戸掘削会社が、PSTC の手掛けるような掘削の困難な地域において、かつ深度 100m 以上の井戸を掘削することは非常に困難であるということが分かった。またその他の大中規模の民間井戸掘削会社においても、3 社に聞き取り調査を行った結果、PSTC は貧困層を対象とした井戸を掘削しているが、民間井戸掘削会社はこのような貧困層を対象とした井戸は掘削していないとの回答を得た。

一方、PSTC に井戸掘削機材を供与することに関しては、貧困削減という観点から、PSTC がカ

ンディ地域において地下水開発を実施することは非常に有益である、という前向きな意見が出ていたことから、現段階では PSTC への機材供与が民業を圧迫する懸念はないと言える。

2-3-9 他ドナーや NGO の援助動向

カンディ地区では、他ドナーや NGO は現在活動していない。PSTC と州の環境管理部門である SPCB からの聞き取りによると、地下水開発に関心を持つ NGO は存在しないとのことである。

過去に世銀がカンディ地区での 400 本井戸掘削計画（フェーズ 1）に融資し、1993 年から 1997 年にかけて 320 箇所の灌漑用井戸と給水施設が建設されている。これのフェーズ 2 にあたる新たな「400 本井戸掘削計画」が PSTC により立案されたが、世銀側は地下水揚水による灌漑用水の水料金に多額の補助金が使われていることに難色を示し（実際にかかる費用の 80%以上を補助金でまかなっている）、フェーズ 2 に対する融資を断ってきたとのことである。

このように、カンディ地区では現在他ドナーや NGO の活動は無く、将来活動する予定も無い。

2-4. 要請内容の妥当性の検討

2-4-1 実施体制の妥当性

本要請案件を実施する場合、PSTC がその実施機関の役目を負うことになる。先に述べたとおり、PSTC は「パ」州政府傘下の公益法人であり、また現段階では PSTC が事業を実施することによる民業圧迫の懸念もないことから、PSTC が本要請案件の実施機関となることは適切であるといえる。

また、本要請案件を実施する場合には、新たに調達される井戸掘削機への掘削クルーの人員確保が必要となるが、PSTC は現段階において既に 11 班分のドリラーを保有しており、現在 7 台の井戸掘削機が稼働可能である状態を考慮しても、追加の 2 台分に関しては、十分に対応できると考えられる。更に PSTC は随時ドリラーの養成を実施していることから、追加のドリラーが必要となった場合においても、常に新しいドリラーを育成する体制が整っているとと言える。

2-4-2 機材計画の妥当性

本要請案件は、玉石層の厚く分布するカンディ地区を対象とし、このような玉石層での掘削に非常に効果的とされているオープンホール工法用ケーブルツースパーカッション井戸掘削機の供与が主な要請の内容となっている。PSTC は、過去に我が国が CGWB に供与した機種が、このような地層での掘削に優れていることを評価しており、また我が国の債務救済無償により同型の機種を入手してからは、実際にカンディ地域での掘削に優れていることを自らの目で確認している。地質的、掘削工学的な観点からも、このような玉石層や巨レキ層における掘削は、ダイレクトサーキュレーション掘削工法やケーストホール掘削工法は不向きで、オープンホール工法が適していると判断される（「表 2-35 井戸掘削工法別の長短所」を参照）。

表 2-35 井戸掘削工法別の長短所

比較点	ダイレクトサーキュレーション工法	ケーストホール工法	オープンホール工法
準備工の容易さ	◎	◎	×
撤去工の容易さ	◎	×	◎
粘土層の掘削の容易さ	◎	×	×
砂層の掘削の容易さ	◎	△	○
砂利層の掘削の容易さ	△	△	◎
玉石層の掘削の容易さ	×	△	◎
ケーシング降下の容易さ	△	×	◎
失鑿の防止	△	×	◎
掘削孔の鉛直性の確保	△	○	◎
掘削工期	△	×	○
掘削費用	○	×	△

一方、井戸掘削機の能力に関しては、当初要請では 300m級の井戸掘削機 2 台の要請であったが、その後の物理探査調査の結果により、標高約 500m に分布する台地（Beet Area）の井戸掘削プログラムを考慮した場合、最大 400m 程度の井戸を掘削しなければならないことが分かり、400m級の井戸掘削機 2 台への要請内容の変更依頼があった。しかしながら、その必要性は認められるものの、本要請案件で供与される井戸掘削機で対応しなければならない対象村落数や各々の位置が不明確であり、井戸掘削計画自体があまりにも漠然としていることから、2 台のうち 1 台のみを 400m級の井戸に対応できるよう、変更することとした（「表 2-36 PSTC が要望する機材内容」を参照）。

その他の新規追加機材については、そのほとんどが過去の債務救済無償でも供与実績のある機材であり、PSTC としてもその必要性を感じており、また一般的に見ても必要な機材であることから、その妥当性は認められる。

表 2-3-36 PSTC が要望する機材内容

機 材 名	数量	備 考
1. 400m掘削用車載型オープンホール工法用ケーブルツースパーカッション掘削機	1 式	当初要請されていた 300m掘削用 1 台を 400m掘削用に変更
2. 300m掘削用車載型オープンホール工法用ケーブルツースパーカッション掘削機	1 式	
3. 4t クレーン付きカーゴトラック	2 台	新規追加、資機材運搬用
4. 5 m ³ 給水車	2 台	新規追加、工事用水運搬用
5. 車載型高圧エアコンプレッサー	1 台	新規追加、井戸洗浄用
6. 揚水試験用機材	2 式	新規追加、揚水試験用
7. 400m用井戸検層機	1 台	新規追加、ケーシングプログラム作成用
8. 電気探査機	1 台	新規追加、掘削プログラム作成用
9. 既存および新規機材用スペアパーツ	1 式	既存機材用スペアパーツを追加

一方で、当初の要請にあったケーストホール工法用の機材に関しては、PSTC としてオープンホール工法の有効性を認めたため、今後は必要ないとの意見があり、また原位置試験用の機材についても、PSTCはCGWBのような調査機関ではないため不要な機材であり、この点をPSTCに確認したところ、不要であるとの回答を得た。

2-4-3 井戸掘削計画の妥当性

(1) 要請されている2台のリグの利用計画について

PSTCの本部で協議した際に、日本側に要請している2台のケーブルパーカッションリグによる具体的な井戸掘削の計画の提示を要求したところ、次の表に示すような内容の計画が提示された。この計画井戸掘削本数は、表2-23に示した740本井戸掘削計画の工程と整合するものである。

表2-37 PSTC本部が示した日本側に要請している2台のリグによる井戸掘削計画

県	ブロック	本数	平均深度(m)
Ropar	Anapur Sahib	7	130mから 150m
Hosharpur	Talwara	30	130mから 150m
	Mukerian	31	130mから 150m
小計		61	
Gurdaspur	Dharkalan	16	130mから 150m
	Pathankot	16	130mから 150m
小計		32	
合計		100	

県やブロックの位置は図2-3-6を参照

一方、その後に行った現地調査で、PSTCのHoshiarpur支所の井戸掘削責任者から、日本に要請している2台のリグは、カンディ地区の中央部の標高が高く、地下水位が深い(200mから300m)の地域での、深度250mから400mの井戸の掘削に是非必要であるとの強い要望があった。その主な内容は以下のとおりである。この計画井戸掘削本数は、表2-3-23に示した740本井戸掘削計画の工程と整合せず、工程の変更も行う必要がある。

表2-38 PSTCのHoshiarpur支所が示した日本側に要請している2台のリグによる井戸掘削計画

県	ブロック	本数	平均深度(m)
Hosharpur	Talwara	25	250mから 400m
	Garhshankar	30	300mから 400m
小計		55	
Nawanshahar	Saroya	15	250mから 350m
合計		70	

県やブロックの位置は図2-3-6を参照

「イ」側が日本側に2台のケーブルパーカッションリグを要請してきた理由として、厚い

玉石層の掘削に日本のリグが優れており、これらのリグでカンディ地区の玉石層が厚く分布する地域を対象として井戸を掘削したいとのことであった。この理由からすると、PSTCのHoshiarpur支所が示した井戸掘削計画の方が理にかなっていると判断される。

いずれにせよ、上述したように、PSTC 内部で日本側に要請している2台のリグの利用計画について統一が図られておらず、井戸掘削計画がまだ策定されていないことが判明した。このことは、井戸掘削計画の妥当性を評価する以前の問題であり、2台のリグを供与した後、有効にこれらが利用されるのかについては、大いに疑問であり、計画の妥当性は低いと判断せざるを得ない。

(2) 計画の目的と裨益効果

1) 現況と計画実施後の状況変化

次の図に想定される現状の灌漑面積と、740本井戸計画とカンディ灌漑水路ステージII計画の実施後（740本井戸掘削計画が完了する予定の2022年を想定）の灌漑面積を示す。これに示されるように、740本計画で灌漑される農地は約4万haで、日本に要請しているリグ2台によって灌漑される面積は約4千haと予想される。740本井戸計画の実施により、カンディ地区の8%程度を灌漑できることになるが、これによりカンディ地区の灌漑地が大きく拡大するとは言いがたい。

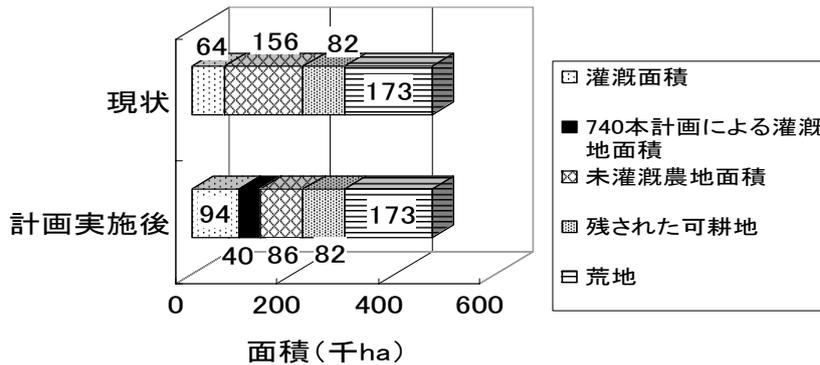


図2-17 計画実施前と実施後の灌漑面積の変化予測

次に、裨益農民の数を予測した結果を図2-18に示す。2022年の人口予測は、人口増加率1.8%/年を採用して行った。この図に示されるように、740本計画で約5万世帯が灌漑施設を与えられることになり、また、740本計画により2022年時点の農民の約14%が灌漑施設を得ることになるが、灌漑施設を持たない未灌漑農民の数は減らず、カンディ地区の貧困農民層を大幅に減らすことにはならない。

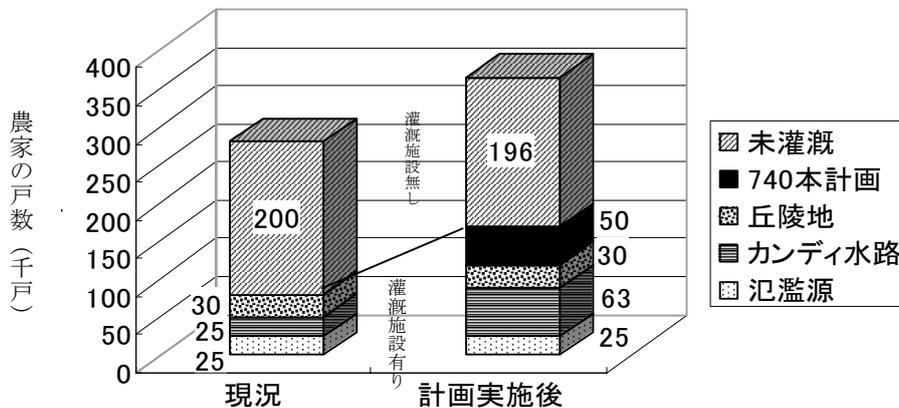


図2-3-18 計画実施前と実施後の裨益農民の変化予測

2) 計画の目的

カンディ地区の社会・経済上の問題点は、貧困であり、カンディ地区の貧困家庭は、おおよそ 11 万世帯にも及ぶと推測される。カンディ地区の貧困層が占める割合は 39%から 43%と高く、インド国全体での村落部における貧困層の占める割合は平均で 27.1%であることから、インド国全体から見ても、カンディ地区の貧困は深刻な問題であると言える。

貧困の原因は、カンディ地区の農民の大半が、耕地面積が 0.8ha（2 エーカー）以下の零細農民であることに加え、カンディ地区が起伏のある丘陵地であることから灌漑水路の建設ができず、天水に頼った農業しかできないため、農作物の収量が著しく低いことに起因する。

740 本井戸掘削計画の目的は、このような貧困に苦しむカンディ地区の貧農を、灌漑施設を建設してやることにより農作物の収量を増やし、貧困から救済しようとするものであり、その意味ではこの計画は十分に妥当であると判断される。

3) 計画の目標

上述したように、PSTC が策定した 740 本井戸計画の効果は大きいものではなく、何を目標として実施される計画なのか明確となっていない。計画実施に 15 年という歳月を要する長期計画であることから、明確な計画目標が設定されていなければならない。この点からも、PSTC が策定した 740 本井戸掘削計画の妥当性は低いと言わざるを得ない。

(2) 地下水開発の安全性

カンディ地区では地下水涵養量の 76%が既に開発されている。「イ」国の判定基準に従えば、カンディ地区全体は Grey（準安全）に判定され、公的銀行からの融資に制限が設けられることになる。しかし、パンジャブ州の地下水揚水の安全性の判定基準は開発側に立った基準であり、その判定基準には疑問の余地があるものであるが、この基準に従いカンディ地区の多くのブロックで地下水開発は安全であると判定されている。カンディ地区の地下水開発の安全性については、慎重に再検討されるべきであり、地下水涵養量の 76%が既に開発されていることが事実であるならば、新規の地下水開発は妥当とは言いがたい。

2-4-4 井戸掘削に係る予算措置の妥当性

PSTC の井戸掘削に係る予算は、PSTC が「パ」州政府から受ける交付金により運営、事業の推進がなされていることから、「パ」州政府の予算に計上される。「パ」州政府予算は、先に述べたとおり、「Planned Budget」と「Non Planned Budget」に区分され、事業に係る予算は Planned Budget に計上されることになる。この Planned Budget は各セクターの各々の案件を積み上げることにより構成されており、井戸掘削に係る予算は「Irrigation and Flood Control セクター」の「Minor Irrigation (MI) 部門」に計上されなければならない。これら井戸掘削に係る予算措置は、先に述べたとおり、「MI (I) 2.3 (A) Tubewell and other Schemes for Deep Tubewells in Kandi」および「MI (I) 2.3 (B) Replacement/Renovation of Existing Tubewells」として計上されており、第 10 次 5 年計画ではそれぞれ 3.85 億ルピーおよび 2.25 億ルピーが計上されており、年次予算書である Annual Plan 2006-2007 にはそれぞれ 3.27 億ルピーおよび 1 億ルピーが計上されている。しかしながら、第 10 次 5 年計画は 2006-2007 年度で終了してしまい、次期 5 年計画である「第 11 次 5 年計画」も未だ策定されていないことから、現状は 2007-2008 年度以降の具体的な予算措置が未だ

なされていない。また、本要請案件を実施した場合、実際に井戸掘削機が PSTC に届けられるのは、機材の製造期間や輸送期間を見込んだ場合、基本設計調査が開始されてから少なくとも 1 年は要するであろう。つまり、本要請案件に係る井戸掘削の予算措置を確認するには、2007-2008 年度以降の Annual Plan、あるいは今後数年間の Annual Plan の基となる「第 11 次 5 ヶ年計画」を確認する必要がある。第 11 次 5 ヶ年計画の内容が公表されるのは 2006 年 9 月頃の予定であるため、予算措置の妥当性に係る検討も新しい 5 ヶ年計画が公表されてから実施しなければならない。

一方で、債務救済無償で供与された井戸掘削機の状況を鑑みると、先に述べたとおり、2001-2002 年度から 2004-2005 年度の 4 年間は機材が全く稼動していない。この理由として、「パ」州政府全体の税収が少なかった、との説明は受けているが、このように毎年度の計画の実施が税収で左右されてしまうようであれば、予算措置の妥当性に疑問が残る。

2-4-5 地下水による灌漑農業に対する補助金給付政策

地下水による灌漑農業の水料金の 82% を、パンジャブ州政府が補助している。この制度がこのまま推移すれば、井戸の本数が増えるに従って州政府の負担が増大し、将来的に経済的破綻を招くことが危惧される。また、本計画（740 本井戸掘削計画）で地下水開発が予定されている地区は、カンディ地区の中でも特に地下水位の深い地域であるため、地下水の揚水にかかる電気代は増え続け、州の財政負担はさらに増大することになる。

このような農民に対する優遇政策は、現州政府になって導入された新制度であり、次回の選挙で政権が交代すれば廃止される可能性があると言われており、極めて政治的な暫定措置と言える。また、2005 年には、州政府の電力局（Department of Power）に、この補助金制度を見直す動きもあった。

以上のように、灌漑に対する手厚い補助金給付政策は暫定的なものであり、かつこれを見直すとする動きも州政府内にあることから、この補助金給付政策が今後とも続く保証は無い。もしこれが廃止あるいは縮小された場合は、本計画の主な対象地域である、カンディ地区の起伏に富む丘陵地での灌漑農業は成り立たなくなり、プロジェクトで建設する灌漑給水施設の大半は、使用されずに廃棄されることになる。

このように、本計画は州の財政状況や政治情勢の変化に大きく左右される危ういものであり、灌漑給水施設の持続的利用の観点からは、本計画実施の妥当性は低いと言わざるを得ない。

第3章 環境社会配慮調査

3-1 環境社会配慮調査必要性の有無

(1) 環境法令の整備及びその適用状況

「イ」国では、1972年ストックホルムで開催された国連人間環境会議の決定事項を実行するために、環境の保護と改善、人間・生物・植物・財産への被害の防止を掲げた「環境（保護）法」が1986年に制定されている。

環境に関連する法令・規則・告示は以下のようなものを挙げることができる。いずれも時代の要請に応じて改定が行われており、適切な運用が為されていることを伺わせる。

- (ア) 水質（汚染防止・管理）法 1977年、関連規則3件、告示11件
- (イ) 大気（汚染防止・管理）法 1981年、関連規則2件、告示10件
- (ウ) 住民信頼保険法 1991年、関連規則1件、告示5件
- (エ) 国家環境上告機関法 1997年
- (オ) 国家環境裁判法 1995年
- (カ) 動物虐待防止法 1960年、関連規則16件、告示1件。
- (キ) インド野生動物保護法 1972年
- (ク) 野生動物（保護）改定法 2002年、関連規則9件、告示9件、ガイドライン1件
- (ケ) 森林（保全）法、1980年、関連規則2件、ガイドライン1件
- (コ) 生物多様性法 2002年、関連規則1件
- (サ) 環境（保護）法に係るその他の規則類
 - ／海岸規制区域；告示30件
 - ／生物環境規制区域；告示10件
 - ／環境認可；告示1件
 - ／環境研究室；告示2件
 - ／騒音防止；規則2件
 - ／オゾン層破壊；規則1件
 - ／有害物質管理；規則9件

これらの法令・規則・告示類は、次のウェブサイトで詳細に見ることができる。

<http://www.envfor.nic.in/legis/legis.html>

(2) EIAの実施状況

「イ」国における2004年のEIA実施実績では、表3-1に示すとおり、前年から審査が継続している案件が246件、新規受付案件が434件、承認を受けた案件が286件、事業中止・免責・差し戻し・不許可等の案件が64件、次年度への繰り延べ件数が330件である。事業の種類別では、工業及び鉱業関連が多く、次いでインフラ整備事業が多くなっている。

表 3-1 2004 年における EIA 審査実施状況

No	事業の種類	前年度より 繰越案件数	受理案 件 数	許認可数	事業停止・不許可・ 免責・差し戻し数	次年度へ繰 越 案 件 数
1.	工 業	105	198	165	15	123
2.	火力発電	18	19	27	7	3
3.	河川・水力発電	12	10	8	7	7
4.	鉱 業	69	140	62	28	119
5.	インフラ整備 その他	42	65	23	7	77
6.	原 子 力	0	0	0	0	0
7.	新建設事業及び工業用地	0	2	1	0	1
合 計		246	434	286	64	330

(3) EIA の手続き

「イ」国では、環境に係る許認可を受ける一連の行為を「環境クリアランス」と呼んでいる。
EIA に係る手続きは図 3-1-1 のとおりである。

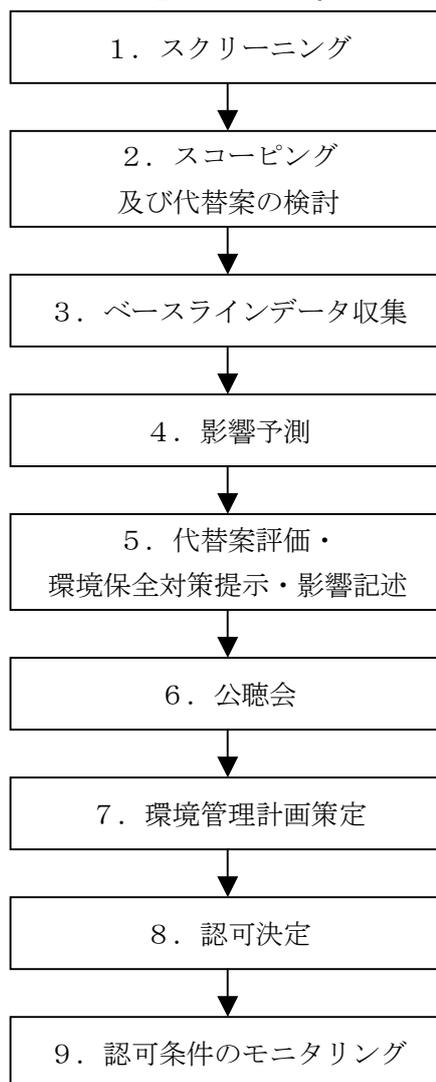


図 3-1 EIA に係る手続き

「イ」国には、正式な EIA 以外に「短期 EIA (Rapid EIA)」という制度がある。これは一連の手続きを短期間に完了するために設けられている制度であるが、プロジェクトの実施が重要な影響を与えると思われる環境項目とその環境保全対策については、本来の EIA と同様にすべての内容を網羅していなければならない。短期 EIA の場合、時間短縮のためにモンスーンの時期を除く「1 シーズン」のデータで予測評価を行うものであり、審査に支障を来さなければ問題は無いが、レビューの結果、本格 EIA が必要になる場合がある。従って、まず Rapid EIA を提出しておいて、審査を受けている間に本格的な EIA 報告書を準備するという方法が最も効率的であるといわれている。

正式 EIA の手順のうち、「スクリーニング」、「スコーピング」、「ベースラインデータ収集」及び「許可条件のモニタリング」については、以下のとおりである。

なお、「公聴会」については、住民の意見聴取が環境クリアランスの重要な要素になっているため、別途、項を設けて詳述する。

(ア) スクリーニング

投資規模、事業の種類及び対象地域を考慮して環境クリアランスが必要かどうか判定する。

(イ) スコーピング

EIA の TOR (Terms of Reference) を決定する業務で、コンサルタントが事業者及び行政指導機関と協議して決める。

(ウ) ベースラインデータ収集

基本的には以下の項目について基礎的なデータを収集する。

- i) 大気
- ii) 騒音
- iii) 水質
- iv) 土地
- v) 生物
- vi) 社会経済

具体的な内容については、事業の種類や特性に応じて各種の指針が整備されており、それによってより詳細なデータ収集が必要になる。

(エ) 許可条件のモニタリング

モニタリングは、建設中及び施設完成後の稼働中の両方の期間に実施される。このモニタリングは、EIA で記載された環境対策が実際に実施されているかどうかを確認するとともに、EIA で実施した影響予測が正しかったかどうかを検証するのが目的である。実際の影響の程度が予測結果を超えている場合は、これを正す行動をとる必要がある。モニタリングによって監督官庁が予測の正確さや環境管理計画の実施条件の正しさをレビューすることができる。

(4) EIA の手続き

「イ」国では EIA を次のように規定している。

「人間の開発は環境へ害を及ぼすことの方が多いが、人間が生存するためには避けられない行為であり、その影響をできるだけ抑えるのが EIA の目的である。EIA の過程で以下のもの

が十分なコミュニケーションを図ることが重要である。」

- i) 事業者
- ii) 行政関係機関
- iii) すべてのステークホルダーと事業に関心を有するグループ (All stakeholders and interest groups)

従って、EIA の手続きの過程でステークホルダーの意見聴取は重要な構成要素となっている。

実際の公聴会 (Public Hearing) は SPCB (State Pollution Control Board ; 州汚染防止委員会) が実施主体となる。SPCB は、少なくとも新聞 2 紙に公聴会の通知を掲載しなければならないが、そのうちの 1 紙は地域の住民に理解可能な言語で書かれた新聞でなければならない。公聴会に参加できる人は、「事業が実施される関係地域の住民」や「事業実施によって何らかの影響を受ける人」となっているが、SPCB からのヒアリングによると、関係者でない場合であっても参加を希望すれば拒否することはないとのことである。

事業に関して意見のある人は、口頭または文書で SPCB 宛にその意見を提出することができる。

SPCB との協議結果によると、環境省としてはステークホルダーの「公聴会」を重視しており、参加者から重大な発言があったり、公聴会が紛糾したりして、公聴会の成績が良くない場合は、事業者に許認可を与えないようである。公聴会に必要な費用は事業者が負担する。

ただし、公聴会の開催に関しては、以下のような例外規定があり、これに該当する場合は公聴会が免除されている。

- i) 工業地域に指定された区域内における小規模な工業開発
- ii) ハイウェイの拡張と改良
- iii) 25 ヘクタール以下の鉱業開発
- iv) 輸出加工ゾーン及び経済特区における工場建設
- v) 現有灌漑施設の近代化

3-2 環境社会配慮調査のスクーピング

(1) EIA の対象事業

EIA を義務付けている対象事業は、表 3.1.2 に示すとおりである。

「No. 2 河川渓谷開発」の細項目に「Major Irrigation」や「Flood Control」に係る事業が含まれているが、地下水開発事業そのものは、このリストには含まれていない。従って、この EIA 対象事業及び公聴会の例外規定等から総合的に判断すると、本件無償資金協力によって井戸掘削機材が調達されて灌漑用井戸が掘削され、灌漑施設が整備された場合であっても、EIA 調査は不要であり、また公聴会も免除される可能性が高い。

表 3-2 EIA 対象事業

No	事業の種類	No	事業の種類	No	事業の種類
1	原子力発電	11	アスベスト	21	高速道路
2	河川溪谷開発	12	Hydro シアン酸	22	舗装道路
3	港湾/空港	13	冶金	23	酒造
4	石油精製/原油/パイプライン/石油製品貯蔵	14	Chloralikalali	24	獣皮
5	化学肥料	15	塗料	25	パルプ・紙
6	農薬(技術)関連	16	ビスコース	26	染色関連
7	石油化学	17	蓄電池	27	セメント
8	大規模薬品/製薬関連	18	観光事業	28	鋳造
9	石油/ガス	19	火力発電	29	電気メッキ
10	合成ゴム	20	鉱業	30	Meta amino phenol

(2) 地下水開発プロジェクトの EIA

上述したように、「地下水開発事業」は EIA 対象事業に含まれていない。先方の環境森林省の見解でも EIA の必要性はないと判断されている。また、灌漑事業の場合も、「大規模な (Major)」開発にだけ EIA 調査が義務付けられており、通常の灌漑計画は自由に実行することができる。その根底には、「イ」政府の農業優先政策が想定される。

「イ」の農業従事者は、国民全体の 60% に達するが、農業生産が GNP に占める割合は僅かに 20% 程度であるといわれており、その生産性の低さが問題視されている。政府としては、農業の育成を図り生産性を高めるためにさまざまな施策を実行している。例えば、「農民の所得税は免除する」、「灌漑用水の開発に必要な一切の費用は無償とし、農民の負担はゼロとする」、「灌漑用水のポンプアップに必要な電気料金は無料とする」等が実際に行われている。このような背景から、EIA 制度が大きな障害にならないような配慮がなされているのではないかと考えられる。

調査団は、JICA ガイドラインとの整合を図るため、ガイドラインの基本的な考え方、本件プロジェクトがカテゴリー B に該当すること及び IEE の実施が必要であること等を説明し先方の了解を得た。

(3) スコーピング

環境森林省の CPCB (Central Pollution Control Board 中央汚染防止委員会) の環境項目と JICA ガイドラインの環境項目の整合を図った後、事業者である PSTC と共同でスコーピングを実施した。

この結果を表 3-1-3 に示す。工事中の影響は予測されないが、供用中には、以下の 3 項目が選定された。

- i) 土壌汚染
- ii) 水利用
- iii) 地域の利害対立

表3-3 スコーピングの結果

No.	影響	工事期間		供用期間	
		評価	理由	評価	理由
環境への影響					
1	大気汚染				動力は電力で大気汚染物質の排出はない
2	水質汚濁		泥水は循環利用され最終的には用地内で乾燥処理される		畑で農薬が使用されるが外部へは流出されない
3	土壌汚染			B	畑に農薬が蓄積される
4	廃棄物				
5	騒音・振動				
6	地盤沈下				地盤は砂層と礫層から成る
7	悪臭				
8	地形・地質				
9	底質				
10	生物・生態系				
11	水利用			B	下流域の水利用に影響を与える可能性がある
12	事故				
13	温室効果ガス				
社会的影響					
1	非自発的住民移転				
2	雇用・生計手段等の地域経済				食糧や収入が増加する
3	土地利用や地域資源利用				農地が有効に活用される
4	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織				
5	既存の社会インフラや社会サービス				飲料水水源が増加する
6	貧困層・先住民族・少数民族				貧農の収穫量が増加する
7	被害と便益の分配や開発プロセスにおける公平性				全村民が灌漑用水を平等に供給される
8	地域における利害の対立			B	民間井戸掘削業者が影響を受ける可能性がある
9	ジェンダー				夫が出稼ぎに出ず家事を手伝う機会が増える
10	子どもの権利				
11	文化財				
12	HIV/AIDS等の感染症				

A：重大な影響が予測される B：影響がある可能性がある C：影響量が不明 空欄：影響なし

3-3 IEEレベルの環境社会配慮調査結果

(1) IEE 調査結果

IEE を PSTC と共同で実施した後、SPCB と協議を行い、了承を得た。結果を表3-4に示す。

表 3 - 4 IEE (Initial Environmental Examination) の結果

環境項目		影響と環境保全対策
工事期間		
なし		
供用期間		
1	土壌汚染	灌漑用水供給後、農民は作物の収量を増やし害虫から作物を守るために肥料や農薬を使用する。地下水を利用した灌漑の場合、用水は耕作地から河川へほとんど流出しないため、肥料や農薬が耕作地内に蓄積する可能性が高い。従って、土壌汚染を避けるためには肥料や農薬の活用を抑制する必要がある。
2	水利用	地下水が上流側で開発されれば、一般的には下流側の地下水位に影響を与える。しかし、以下の理由から、本件プロジェクトの実施が、パンジャブ州中央平原地域の水位に著しい影響を与えることはないと考えられる。 <ul style="list-style-type: none"> ・カンディ地区は山地の麓に位置しているため、地下水の涵養が容易である。 ・カンディ地区には、地下水開発が「問題とならない」と定義される地域が多く分布している。 ・中央平原地域はカンディ地区から遠い距離にある。 ・地形・地質の特性から判断して、中央平原地域への影響はほとんどないといえる。
3	地域における利害の対立	パンジャブ州には規模の大きい井戸掘削業者が2社と小規模な業者が多数存在する。後者は深井戸の掘削が出来ないため、深井戸の掘削を中心に事業を進めている PSTC が影響を与えることはない。前者の大規模企業については、PSTC がカンディ地区の貧農層を対象に、井戸掘削以外に電気設備や揚水ポンプの設置、配水管の埋設等、採算性を度外視した公共事業を展開しており、さらに施設全体の運転・管理を行っているにもかかわらず、裨益者の農民からは僅かな料金しか徴収していないため、利益を追求する民間企業が参入できる分野ではないといえる。従って、PSTC に新たな機材が供与されても民業圧迫という影響は生じない。

(2) Stakeholder の意見

(ア) 井戸掘削対象地域の住民

本件無償資金協力で調達される井戸掘削機で地下水が開発される地域は、カンディ地区である。同地区には既に世銀の支援で井戸を掘削した村もあるため、地下水による灌漑が既に実施されている村と井戸のない村を複数訪問し、村民の意見を聴取した。

井戸のある村では、井戸がないために天水による農業活動をしていた時期と比較して収穫量が大幅に増加したこと、さらに第2、第3の井戸を掘削して欲しいという希望があること、その点に関して反対する住民は皆無であること等の意見が大勢を占めた。井戸のない集落では、天水による農業生産がいかに困難であるかを実際の農作物で提示されたこと、飲料水の確保にも支障を来していること、収入がないため多くの戸主が出稼ぎに出ていること、場合によっては軍隊に志願して生活費を得ていること、山地であるため灌漑用に表流水を確保するのは困難であること等の意見が寄せられた。ほとんどの村民は、同時に土地の所有者であり、井戸掘削に自分の土地を提供することについては問題にしていない。

(イ) 有識者

NHK のテレビ番組に出演してパンジャブ州の地下水枯渇問題に警鐘を鳴らしたパンジャブ州農業大学の Dr. Gurdev S Hira 教授の見解は、パンジャブ州中央平原における地下水利用は既に限度を超えているが、カンディ地区の地下水開発は未だ十分ではなく、貧しい農民にとって地下水開発による灌漑用水の供給は不可欠であること、カンディ地区の地下水涵養は容易に行われるため地下水揚水に問題はないこと、塩水化が進んでいる南西部地域と異なりカンディ地区の地下水質は良好であること等であった。

また、インド国立技術研究所の Dr. Ashok K. Keshari 教授の見解も Hira 教授と同様で、カンディ地区での地下水開発は農民にとって必要であること、カンディ地区での地下水開発が中央平原の地下水位の変動に直接影響を与えることはないこと等の意見を頂いた。

(ウ) 民間井戸掘削業者

本件の事業者である PSTC と同様に井戸掘削を日常業務としている企業は、パンジャブ州内に大手企業 2 社、零細企業 100 社余あるといわれている。後者の零細企業のクライアントは個人農家であり、井戸の掘削深度も 30m～50m 程度であり、その多くは手掘りで行われている。PSTC の掘削深度が 150m を超えることを考えると両者が競合することはない。前者の大手企業の場合は、200m を超える深井戸も掘削対象にしているが、そのクライアントは民間大企業（飲料水工業等）が主であり、カンディ地区の貧農を対象にしている PSTC と競合することはない。大手企業 1 社を訪問しヒアリング調査を実施したが、「貧しい農民のために PSTC の掘削能力を向上させることは良いことであり、積極的に推進すべきである」という見解を得た。

(エ) NGO

事業者である PSTC 及び環境省の出先機関である SPCB における聞き取り調査において、パンジャブ州内には地下水開発に関心を有している NGO は存在しないという情報を得た。また、インド国立技術研究所の Dr. Ashok K. Keshari 教授によると、NGO やステークホルダーの意見聴取を希望する場合は、「現地の農民の意見を聞くべきである」との意見を頂いた。

既にみたように農民の見解は、1 日でも早い地下水開発を切望しており、事業実施に対する否定的な発言はない。

3-4 国内解析結果に基づく IEE レベルの環境社会配慮調査結果

調査団は、帰国後、先方から入手したカンディ地域の地下水涵養量及び揚水量に係る最新のデータに基づいて、現地の再評価を行った。

その結果、同地区の地下水涵養量に対する水使用量の割合は、1999 年の 36% から 76% に大幅に増大していることが判明した。インド国の評価指標では、65% 未満は「白」で安全であるが、85% 以上は「黒」で揚水の限界を示しており、65%～85% はその中間の「灰色」で「要注意」を示している。従って、このカンディ地区で、今後、地下水開発を行う場合、周辺井戸に対する影響が危惧されるとともに、場合によっては中央平原地域への影響の可能性も考えられる。

従って、環境社会配慮の見直しを行った。スコーピング及び IEE の改定結果を表 3-1-5 及び表 3-6 に示す。

「No Project」が優先的代替案の一つとして選定されるが、この結果について先方との協議は行っていない。

表 3-5 改訂版スコ어링結果

No.	影響	工事期間		供用期間	
		評価	理由	評価	理由
環境への影響					
1	大気汚染				動力は電力で大気汚染物質の排出はない
2	水質汚濁		泥水は循環利用され最終的には用地内で乾燥処理される		畑で農薬が使用されるが外部へは流出されない
3	土壌汚染			B	畑に農薬が蓄積される
4	廃棄物				
5	騒音・振動				
6	地盤沈下				地盤は砂層と礫層から成る
7	悪臭				
8	地形・地質				
9	底質				
10	生物・生態系				
11	水利用			B	周辺井戸及び下流域の水利用に影響を与える可能性がある
12	事故				
13	温室効果ガス				
社会的影響					
1	非自発的住民移転				
2	雇用・生計手段等の地域経済				食糧や収入が増加する
3	土地利用や地域資源利用				農地が有効に活用される
4	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織				
5	既存の社会インフラや社会サービス				飲料用水源が増加する
6	貧困層・先住民族・少数民族				貧農の収穫量が増加する
7	被害と便益の分配や開発プロセスにおける公平性				全村民が灌漑用水を平等に供給される
8	地域における利害の対立			B	民間井戸掘削業者が影響を受ける可能性がある
9	ジェンダー				夫が出稼ぎに出ず家事を手伝う機会が増える
10	子どもの権利				
11	文化財				
12	HIV/AIDS等の感染症				

表 3 - 6 改訂版 IEE 調査結果

環境項目		影響と環境保全対策
工事期間		
なし		
供用期間		
1	土壌汚染	<p>灌漑用水供給後、農民は作物の収量を増やし害虫から作物を守るために肥料や農薬を使用する。地下水を利用した灌漑の場合、用水は耕作地から河川へほとんど流出しないため、肥料や農薬が耕作地内に蓄積する可能性が高い。従って、土壌汚染を避けるためには肥料や農薬の活用を抑制する必要がある。</p> <p>(B)</p>
2	水利用	<p>カンディ地区では地下水涵養量の 76% が既に開発されているため、この地区はインド国の基準から判断すると semi-critical (灰色、65-85%) 地域に該当する。従って、地下水開発は慎重に実施するか又は避けるべきである。</p> <p>地下水が上流側で開発されれば、一般的には下流側の地下水位に影響を与える。しかし、以下の理由から、本プロジェクトの実施が、パンジャブ州中央平原地域の水位に著しい影響を与えることはないと考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カンディ地区は山地の麓に位置しているため、No critical (安全地域) で地下水開発をすれば地下水の涵養が容易である。 ・中央平原地域はカンディ地区から遠い距離にある。 ・地形・地質の特性から判断して、中央平原地域への影響はほとんどないといえる。 <p>環境保全上「No Project」が代替案の一つとして有効である。</p> <p>(B)</p>
3	地域における利害の対立	<p>パンジャブ州には規模の大きい井戸掘削業者が 2 社と小規模な業者が多数存在する。後者は深井戸の掘削が出来ないため、深井戸の掘削を中心に事業を進めている PSTC が影響を与えることはない。前者の大規模企業については、PSTC がカンディ地区の貧農層を対象に、井戸掘削以外に電気設備や揚水ポンプの設置、配水管の埋設等、採算性を度外視した公共事業を展開しており、さらに施設全体の運転・管理を行っているにもかかわらず、裨益者の農民からは僅かな料金しか徴収していないため、利益を追求する民間企業が参入できる分野ではないといえる。従って、PSTC に新たな機材が供与されても民業圧迫という影響は生じない。</p> <p>(No)</p>

第4章 結論・提言

4-1 協力内容のスクリーニング

4-1-1 協力内容のスクリーニング

本プロジェクトの内容は、玉石層の厚く分布するカンディ地区を対象とし、このような玉石層での掘削に非常に効果的とされているオープンホール工法用ケーブルツースパーカッション井戸掘削機の供与である。

今回の調査で行った一連の「イ」側との協議により、要請時の状況の変化の伴い、「イ」側の要請内容が当初の内容から変化していることが確認された。例えば、井戸掘削機的能力に関しては、当初要請では300m級の井戸掘削機2台の要請であったが、要請されている2台のリグのうち1台を400m級の井戸に対応できるよう、要請が変更された。表4-1-1に、当初要請機材と今回の調査で変更された要請機材の対比を示す。

表4-1 当初要請機材と変更要請機材

当初要請		変更要請		備 考
機 材 名	数量	機 材 名	数量	
1. 300m掘削用車載型オープンホール工法用ケーブルツースパーカッション掘削機	2式	1. 400m掘削用車載型オープンホール工法用ケーブルツースパーカッション掘削機	1式	当初要請されていた300m掘削機2台の内の1台を400m掘削機に変更
		2. 300m掘削用車載型オープンホール工法用ケーブルツースパーカッション掘削機	1式	
2. ケースホール工法用ドライブパイプその他	2式			オープンホール工法のみとするため削除
3. ドリルステムテスター	4台			不要であるため削除
		3. 4tクレーン付きカーゴトラック	2台	新規追加、資機材運搬用
		4. 5m ³ 給水車	2台	新規追加、工事用水運搬用
		5. 車載型高圧エアコンプレッサー	1台	新規追加、井戸洗浄用
		6. 揚水試験用機材	2式	新規追加、揚水試験用
		7. 400m用井戸検層機	1台	新規追加、ケーシングプログラム作成用
		8. 電気探査機	1台	新規追加、掘削プログラム作成用
4. スペアパーツ	1式	9. 既存および新規機材用スペアパーツ	1式	既存機材用スペアパーツを追加

4-1-2 プロジェクトの目的と目標

本プロジェクトの目的については、明確には「イ」側からは示されなかったが、現地調査の結果、「イ」側が策定したカンディ地区での「740本井戸掘削計画」の中の地質的に掘削が困難な井戸を、日本側に要請したオープンホール工法用ケーブルツースパーカッション掘削機2台を用いて掘削し、貧困農民のために灌漑給水施設を整備し、農作物の収量を増やすことにより、貧困農

民の数を削減することと理解され、その必要性は確認された。

しかし、「イ」側からは本プロジェクトの上位計画である「740 本井戸掘削計画」を実施することにより、何戸の貧困農民を削減し、対象地区の貧困率をどの程度までに下げるかといった計画目標が示されておらず、従って本プロジェクトの目標も示されていない。

4-1-3 プロジェクトの必要性、妥当性および緊急性

(1) プロジェクトの必要性

プロジェクトの対象地域であるカンディ地区の社会・経済上の問題点は、貧困であり、カンディ地区の貧困家庭は、おおよそ 11 万世帯にも及ぶと推測されている。カンディ地区の貧困層が占める割合は 39%から 43%と高く、インド国全体での村落部における貧困層の占める割合は平均で 27.1%であることから、インド国全体から見ても、カンディ地区の貧困は深刻な問題であると言える。

貧困の原因は、カンディ地区の農民の大半が、耕地面積が 0.8ha（2 エーカー）以下の零細農民であることに加え、カンディ地区が起伏のある丘陵地であることから灌漑水路の建設ができず、天水に頼った農業しかできないため、農作物の収量が著しく低いことに起因する。

本プロジェクトの上位計画である「740 本井戸掘削計画」の目的は、このような貧困に苦しむカンディ地区の貧農を、灌漑施設を建設してやることにより農作物の収量を増やし、貧困から救済しようとするものであり、本プロジェクトはこの計画の中で「イ」側の所有するリグでは掘削困難な、玉石層が厚く分布する地域での深井戸掘削に必要なリグの供与である。

「イ」国第 10 次 5 ヶ年計画（2002-2007 年）では貧困削減が最も重要な目的に掲げられており、本プロジェクトはこの国家目標の達成に資することから、本プロジェクトを実施する必要性は十分に認められる。

(2) プロジェクトの妥当性

プロジェクトの妥当性について、第 2 章の「4. 要請内容の妥当性の検討」を要約して以下に述べる。

1) 実施体制

本要請案件の実施機関は PSTC である。PSTC は「パ」州政府傘下の公益法人であり、また現段階では PSTC が事業を実施することによる民業圧迫の懸念もないことから、PSTC が本要請案件の実施機関となることは適切であるといえる。また、PSTC は現段階において既に 11 班分のドリラーを保有しており、要請されている 2 台分に対する人員配置に十分にも対応できると考えられる。更に PSTC は随時ドリラーの養成を実施していることから、追加のドリラーが必要となった場合においても、常に新しいドリラーを育成する体制が整っていると言える。

以上のことから、実施体制の面からは、本プロジェクトは妥当であると判断される。

2) 機材計画

本要請案件は、玉石層の厚く分布するカンディ地区を対象とし、このような玉石層での掘削に非常に効果的とされているオープンホール工法用ケーブルツースパーカッション井戸掘削機の供与が主な要請の内容となっている。地質的、掘削工学的な観点から、このような玉石層や巨レキ層における掘削は、ケーブルツースパーカッション井戸掘削機によ

るオープンホール工法が適していると判断される。

以上のことから、機材計画の面からは、本プロジェクトは妥当であると判断される。

3) 井戸掘削計画

a. 要請されている2台のリグの利用計画の妥当性

今回の現地調査で、「イ」側内部で日本側に要請している2台のリグの利用計画について統一が図られておらず、井戸掘削計画がまだ策定されていないことが判明した。利用計画が無いということは、計画の妥当性を評価する以前の問題であり、2台のリグを供与した後、有効にこれらが利用されるのかについては大いに疑問であり、この観点からは、本プロジェクトが妥当であるとは言い難い。

b. プロジェクトの目的

前述したように、本プロジェクトの上位計画である「740本井戸掘削計画」の目的は、貧困に苦しむカンディ地区の貧農を、灌漑施設を建設してやることにより農作物の収量を増やし、貧困から救済しようとするものであり、この観点からは、本プロジェクトは十分に妥当であると判断される。

c. プロジェクトが目標とする効果

「イ」側が策定した本プロジェクトの上位計画である「740本井戸計画」の効果は、第2章の「4. 要請内容の妥当性」で述べたように、この計画が完成する2022年までに5万戸の貧困農家が灌漑施設を得ることになるが、依然として約20万個の貧困農家が灌漑施設を得られていない状況が予測される。このように、「740本井戸計画」は貧困農民の一部を救済するだけであり、その裨益効果は大きいとは言い難く、また何を目標として実施される計画なのか明確となっていない。

このため、この計画を上位計画とする本プロジェクトの裨益効果も小さく（裨益農家戸数は6,250戸程度と推定される、表2-3-24参照）、目標とする効果の明らかではない。従って、プロジェクトの目標という観点からは、本プロジェクトが妥当であるとは言い難い。

d. プロジェクトによる地下水開発の安全性

今回新たに「イ」側から提供されたデータを解析した結果、本プロジェクトの対象地域であるカンディ地区では、地下水涵養量の76%が既に開発されていることが判明した。この状況が事実であれば、カンディ地区の地下水ポテンシャルの大半は開発されほとんど残されていないことになり、新規の地下水開発を行う本プロジェクトは、妥当とは言いがたい。

4) 井戸掘削に係る予算措置

債務救済無償で既に日本から供与された2台の井戸掘削機の状況を鑑みると、2001-2002年度から2004-2005年度の4年間は機材が全く稼動していない。この理由として、「バ」州政府全体の税収が少なかった、との説明は受けているが、このように毎年度の計画の実施が税収で左右されてしまうようであれば、本プロジェクトの上位計画である「740本井戸掘削計画」の実施のための予算措置が今後確実に行われるかについて疑問が残り、本プロジェクトで供与した井戸掘削機が、長期間使われずに放置される可能性がある。従って、「イ」側の予算措置の面からは、本プロジェクトが妥当であるとは言い難い。

5) 灌漑給水施設の持続的利用

地下水による灌漑農業の水料金の 82%を、パンジャブ州政府が補助している。このような農民に対する優遇政策は、現州政府になって導入された新制度であり、次回の選挙で政権が交代すれば廃止される可能性があると言われており、極めて政治的な暫定措置と言える。また、2005年には、州政府の電力局（Department of Power）に、農民の電気代に対する補助金制度を見直す動きがあったことも事実である。

以上のように、灌漑に対する手厚い補助金給付政策は暫定的なものであり、かつこれを見直そうとする動きも州政府内にあることから、この補助金給付政策が今後とも続く保証は無い。もしこれが廃止あるいは縮小された場合は、本プロジェクトで建設掘削された灌漑用井戸の大半は、使用されずに廃棄されることになる。PSTCによれば、世銀は灌漑用水の水価に占める補助金の割合が異常に高いことを理由に、カンディ地区での灌漑給水施設事業から撤退したと言われている。

従って、灌漑給水施設の持続的利用の観点からは、本プロジェクトの妥当性は低いと言わざるを得ない。

(3) プロジェクトの緊急性

本プロジェクトは、貧困層が占める割合が 39%から 43%と非常に高いカンディ地区における、貧困削減対策の一環として行なわれるもので、その目的においては緊急性が高いと言える。

しかし、債務救済無償で既に日本から供与された 2 台の井戸掘削機の現在までの稼働率が非常に低く、前述したように 2001-2002 年度から 2004-2005 年度の 4 年間は機材が全く稼働していない事実がある。このことは、パンジャブ州政府が予算を付けなかったことによるものであるが、もしカンディ地区の貧困削減が州の緊急優先課題であったならば、このような事態は起きなかったであろう。

以上の理由から、パンジャブ州政府の方針では本プロジェクトを緊急なものとして捉えていないものと想定され、従って、本プロジェクトの緊急性は高いとは言いがたい。

4-1-4 技術支援計画の検討

PSTC 技術者の井戸掘削に関する技術力については、他の被援助国の同様な機関と比較し、高い技術力を保有しているといえる。本要請案件で導入が検討されているケーブルツールスパーカッション井戸掘削機によるオープンホール掘削工法については、1999 年度および 2000 年度の我が国政府による債務救済無償で掘削機 2 台が供与されており、また日本人技術者による 2 年間の技術移転を受けていることから、深度 150m 程度の井戸掘削には対応が可能である。

しかし、PSTC のドリラーの経験が浅く、個々の突発的な事態への対処方法を知らないために失くが發生するなど、不測の事態への対応能力については更なる経験が必要である。また現場の技術者の意見としても、深度 200m 以上の井戸掘削には自信がないとのことであり、大深度掘削に必要な高い技術と知識、経験の習得のために、日本人技術者派遣による技術移転が求められた。

従って、短期専門家の派遣等により井戸掘削技術技に関する術支援を行い、PSTC の現有機材がフルに活用されるための協力を行うことも有効であると考えられる。

4-1-5 適切な協力内容、規模および範囲の検討

これまでに述べたように、本プロジェクトの目的が貧困率の高いカンディ地区での貧困削減という点においては、実施する必要性は高いと判断される。また、「イ」側の実施機関である PSTC の、本プロジェクトのための実施体制や能力に問題はないと判断される。

しかし、本プロジェクトの実施には以下のような問題点が挙げられる。

- ・プロジェクトの目標が示されていない（目標とする裨益効果が示されていない）
- ・プロジェクトの計画が無い（要請した2台のリグの利用計画ができていない）
- ・カンディ地区の地下水ポテンシャルの大半が開発されほとんど残されていない
- ・予算措置がなされず供与した井戸掘削機が使われずに放置される恐れがある
- ・灌漑に対する補助金政策が廃止され、建設された施設が廃棄される恐れがある
- ・パンジャブ州政府が本プロジェクトの緊急性を認めていない可能性が高い

以上のような様々な問題点があることから、本プロジェクトを早急に実施することは危険であると判断され、当面は、少なくとも PSTC の現有の機材、特に日本から債務救済無償で供与された2台のリグをフルに活用できるようになり、具体的な予算措置を含めた井戸掘削計画（詳細な「740 本井戸掘削計画」と要請している2台のリグの利用計画）とカンディ地区での地下水開発の安全性が提示されるまでは、協力を差し控えるべきではないかと思われる。

なお、「4-1-4 技術支援計画の検討」で述べたように、PSTC は 150m を超える井戸掘削には技術的な不安があり、日本の専門家による技術指導を求める声も現場の技術者から上がっていることから、短期専門家等の派遣により技術協力を行い、現有機材がフル活用されるための協力を行うことも考慮すべきであると考えられる。

4-1-6 プロジェクトに期待される効果

本プロジェクトが実施されるとした場合、その目標、成果、効果指標としては以下のものが想定される。

① 上位目標：

プロジェクト対象地域の貧困農民の数が削減される（プロジェクト対象地域の貧困削減）

② プロジェクト目標：

プロジェクト対象地域の貧困農民に地下水を水源とする灌漑用水が継続的に供給され、農作物の収量が増大し貧困農民の収入が増える

③ 成果：

プロジェクト対象地域の貧困農民のために灌漑給水施設が建設される

④ プロジェクトの効果指標：

a. 上位目標の効果指標

- ・貧困農民の減少戸数

b. プロジェクト目標の効果指標

- ・地下水を水源とする灌漑用水を得られる戸数の増加数（向上した灌漑率）
- ・農作物の収量の増加（単位面積あたりの収量の増加量）
- ・農民の収入の増加額（各戸あたりの収入の増分）
- ・その他

4-2 基本設計調査に際し留意すべき事項等

本プロジェクトが実施に向けて動き出し、基本設計調査（B/D）を行うことになった場合をそうていして、基本設計調査に際し留意すべき事項等を以下に述べる。

4-2-1

(1) 国内事前準備

以下に例示する項目について国内事前準備を行う。

- 1) 要請書、予備調査報告書、過去の関連案件の報告書、その他関連資料の解析・検討を行い、プロジェクトの全体像を把握する。
- 2) プロジェクトの効果測定に必要な指標を整理し、その調査方法の検討を行う。ここでは、本計画に適した効果指標とその測定方法を検討する。
- 3) 過去に実施された灌漑給水プロジェクトに関する資料を収集し、その内容と得られた教訓を整理し、本計画へのフィードバックについて検討する。
- 4) 他ドナーが実施した事業の教訓を反映させるべく、資料を収集するとともに現地調査におけるこれら機関への調査内容を整理する。
- 5) 調査全体の方針、方法及び作業計画、並びに協力計画案の検討を行う。協力計画案の検討に際しては、特に要請されている井戸掘削機材の妥当性の判断基準、井戸建設サイトの妥当性及び必要井戸本数の判断基準、コスト縮減方策についての検討を含める。
- 6) 以上の作業を踏まえて、インセプション・レポート、質問票、及び基本設計調査報告書作成表を作成する。基本設計調査報告書作成表については、「無償資金協力調査報告書作成のためのガイドライン（平成13年1月）」の目次立てに従い、参考とする資料、執筆者分担等を一覧表示する形で作成する。

(2) 現地調査

以下に例示する項目について現地調査を行う。

1) インセプション・レポートの説明・協議

ア. インセプション・レポートを相手国政府関係者等に説明し、内容につき協議・確認を行う。

イ. 我が国の無償資金協力システムを相手国政府関係者等に説明し、今後の調査・協力の進め方、留意事項、双方の役割分担等について協議・確認を行う。

2) プロジェクトの背景、目的、内容等に係る調査

ア. 相手国政府関係者等と協議を行い、要請の背景、目的、内容について確認する。

イ. 要請された掘削機械を使用して掘削する灌漑給水用井戸の本数としては、予備調査の際に100本が示されている。これらの選定基準を確認するとともに、相手国側と協議を行い、要請された2台のリグの利用計画と、その上位計画である「740本井戸掘削計画」について見直しを行い、これらを具体的な計画とし、計画の目標や裨益効果（特に貧困削減効果）などを明確にする。

ウ. カンディ地区の地下水バランスの検討を行い、カンディ地区の残された地下水ポテンシャルを把握し、これを上術の要請された2台のリグの利用計画と、その上位計画である「740本井戸掘削計画」に反映させる。

- エ. 事業効果測定に必要な指標に係るベースライン調査を行い、プロジェクト実施による効果の計画値を検討する。
- オ. 灌漑給水事情、地下水開発の状況、農村の貧困状況、実施機関による取り組みの現状等を把握し、本プロジェクトの必要性、裨益効果など、無償資金協力案件としての妥当性を検証する。
- 3) プロジェクトと上位計画、他のドナー国・機関等の援助動向、及び我が国への要請内容との関連に係る調査
- ア. 対象地域における開発計画、灌漑給水事業の内容、進捗状況を確認し、本プロジェクトの位置付けを整理する。
- イ. 灌漑給水事業に対する他ドナー、NGO等の援助状況を調査し、本プロジェクトとの関係、連携の可能性、教訓の反映等について整理する。また、実施機関に対する他ドナーの協力方針、協力内容について確認し、本プロジェクトの方針との整合性を検討する。
- ウ. 特に、カンディ地区の灌漑給水プロジェクトを行っていたが、その後撤退した世銀については、過去の活動内容や計画、および新規プロジェクトからの撤退理由を確認する。
- 4) 相手国側のプロジェクト実施体制・実行能力に係る調査
- ア. 実施機関（PSTC）、関係機関（州政府の関連機関）及び灌漑給水プロジェクトの実施体制、組織能力、プロジェクト実行能力を確認する。
- イ. 州政府による灌漑用水に対する補助金制度の現状を把握し、この制度が今後とも継続されるのか、中止あるいは変更される可能性があるのかについて州政府に確認する。
- ウ. 対象地域における既設灌漑給水施設の現況、維持管理状況について情報を収集し、本プロジェクト実施にあたって留意すべき点を取りまとめる。
- エ. プロジェクト実施体制、実行能力に関する問題点、その原因、考えられる対策等について取りまとめる。
- オ. 本プロジェクトの実施に伴って必要となる組織、人員、技術レベル、予算等について検討する。
- カ. 技術協力、ソフトコンポーネント等による技術支援の必要性、可能性を検討する。特に、掘削技術の技術移転を相手国担当機関が要望していることから、井戸掘削専門家の派遣なども視野に入れて検討する。
- 5) 無償資金協力の技術的・経済的妥当性、効果、適切な協力範囲、規模、内容等、並びに相手国側分担事項に関わる調査
- ア. プロジェクト目標を達成するために必要かつ適切な無償資金協力の協力規模及び内容について検討し、実施効果及び協力の妥当性について検討する。
- イ. プロジェクト目標達成のために必要となる相手国側分担事項の内容、実施体制、予算措置等に係る調査を行う。また、これら事業実施のための計画を策定する。
- ウ. 機材計画に関し、相手国側の活動実績・将来計画を踏まえ、その計画規模を考慮した内容とするとともに、仕様、数量、維持管理の容易さ等も吟味しコスト節減に配慮した適正な計画立案を行う。
- エ. 我が国の無償資金協力のスキームを踏まえ、本計画で協力対象とする範囲と、予定されている先方負担事業との責任分担の考え方を、明確に先方政府に説明する。

6) 無償資金協力の対象資機材等の基本設計及び概算事業費積算のための調査

ア. 自然条件調査

以下の項目を明らかにするため、必要な調査を行う

- (a) 地下水ポテンシャルと新規の地下水開発の可能性・妥当性を判断するために必要な情報を得る。
- (b) 対象村落の選定に必要な情報を得る。
- (c) 井戸標準構造等、機材の積算に必要な内容を検討するための情報を得る。
- (d) 要請されている地下水開発用機材の妥当性の判断、仕様の検討に必要な情報を得る。

イ. 社会条件調査

以下の項目を明らかにするため、必要な調査を行う。

- (a) 対象村落の選定に必要な情報を得る。
- (b) 効果測定に必要なベースラインを把握する。
- (c) 土地の準備、アクセスの改善、機材維持管理用施設の整備、ドリラーの準備など、先方負担事項を明らかにする。

ウ. 機材計画に関する調査

- (a) 「イ」国の灌漑給水施設整備、特に灌漑用井戸に係る設計基準を入手し、本計画策定の参考資料とする。必要があれば井戸構造の改善について提案し、先方実施機関と協議を行う。
- (b) 既存の井戸掘削機械の利用履歴（稼働実績）や修理履歴、それらの事実の背景にある州政府の予算配分方針等を調査し、先方政府の資機材の維持管理に関する技術力、人員配置、予算配分等を確認の上、それらに応じた機材計画を策定する。
- (c) 実施機関の保有機材の状況、機材の維持管理体制、将来的な有効活用の可能性の調査、及び本プロジェクトにおける施工計画と施工に必要な掘削機の調達計画の検討を踏まえ、新規調達の妥当性について検証する。
- (d) 井戸掘削機材の選定に当たっては、過去にわが国の債務救済無償資金協力で調達された2台の機種と同一規格のものを選定する場合の利便性（パーツの互換性、運転への習熟等）を考慮するほか、より深い井戸を掘削できる大型の機種についても検討を行う。また、価格・品質・維持管理の容易さ・アフターサービス等の面から本邦調達・第三国調達の検討を行う。
- (e) 現地の水理地質条件を勘案して、過大設計とならない適切な掘削機材を決定する。

エ. 調達事情調査

現地調達、第三国調達を十分に活用することを基本として、資機材の調達状況、関連法規、施工体制等を調査する。速やかな資材調達を行うために、現地調達の可能な消耗品や一般的な機材等については極力現地調達を行うことを前提に、調達状況について特に留意して調査する。

オ. 調達計画調査

効率的かつ経済的な調達計画を立案するために、機材の調達先や納期などについて調査を行う。

カ. 積算関連調査

正確かつ妥当な積算を行うために、機材の価格に関する調査を行う。

7) 無償資金協力事業の計画策定・実施上の配慮事項等に係る調査

本件実施のために必要な行政手続きの内容、必要な期間を実施機関及び担当機関との協議を通じて確認し、相手国側の手続き作業案を策定するとともに、本プロジェクトの実施計画に反映させる。

要請された掘削機械の利用にかかる予算措置については、州政府による対応を確認し、必要に応じて書面による約定を求めるなど、事業実施に支障がでないよう必要な配慮を行う。

8) プロジェクト実施における運営・維持管理体制の整備及び事業効果の発現・持続性確保に係る調査

ア. 実施機関による機材の維持管理計画、必要な維持管理費、経費負担能力等を確認する。

(3) 国内解析

現地調査の結果を踏まえ、帰国後 10 日以内に現地調査結果概要を作成し、帰国報告会にてこれを説明する。その後、基本設計方針会議での議論も踏まえて必要な解析・検討を行い、基本設計概要書および機材仕様書（案）を作成する。同概要書等の内容は、「無償資金協力調査報告書作成のためのガイドライン（平成 13 年 1 月）」に準じたものとする。

設計精度については、施設に関しては概算事業費の積算において算出される事業費と、詳細設計の結果算出される事業費との差が±10%以内に納まるような精度を、機材については入札に対応できる精度を確保する。なお、概算事業費の積算方法は、「無償資金協力に関する概算事業費積算ガイドライン（土木編：平成 15 年 4 月、機材編：平成 16 年 4 月）」に基づき積算する。

(4) 基本設計概要書および機材仕様書（案）の現地説明・協議

基本設計概要書および機材仕様書（案）を相手国政府関係者等に説明し、内容につき協議・確認する。特に、プロジェクト実施における運営・維持管理体制の整備等、相手国側によるプロジェクトの技術的・財務的自立発展性確保のための条件、具体的対応策については十分説明・協議する。協議の結果、基本設計概要書の内容について相手国側からコメントがなされた場合は、これを検討のうえ、必要に応じプロジェクト全体及び無償資金協力事業の基本構想を変えない範囲で修正を加え、基本設計調査報告書に反映させる。

(5) 基本設計調査報告書等の作成

相手国政府への基本設計概要書および機材仕様書（案）の説明・協議の結果を踏まえ、最終的に要約版を含む基本設計調査報告書等を作成する。尚、基本設計調査報告書には以下の内容を含むものとし、「無償資金協力調査報告書作成のためのガイドライン（平成 13 年 1 月）」に準じた内容とする。

- 1) 当該セクター・地域の現状と問題点を含むプロジェクトの背景、目的、内容等
- 2) プロジェクトと当該セクターの上位計画、他のドナー国・機関等の援助動向、我が国への要請内容等との関連
- 3) 相手国側プロジェクト実施体制・実行能力
- 4) 無償資金協力実施の技術的・経済的妥当性及び効果
- 5) 適切な協力範囲、規模、内容等、並びに相手国側分担事項

- 6) 無償資金協力対象事業の基本構想及び基本設計（設計方針、基本計画等）
- 7) 無償資金協力対象事業の実施計画（機材計画、調達計画、維持管理計画、実施工程等）
- 8) 無償資金協力対象事業の概算事業費
- 9) 相手国側分担事業の概要、実施計画、概算事業費、実施工程等
- 10) 整備される機材の運営維持管理費
- 11) 無償資金協力対象部分を含むプロジェクト全体の運営・維持管理体制（運営・管理計画、活動計画、予算計画、要員計画、留意事項等）に係る提言
- 12) 無償資金協力事業の成果に係る評価、及び事業成果の測定方法を含むモニタリング計画
- 13) 技術支援の必要性、他のドナー機関・NGO等との連携・調整の必要性、環境、ジェンダー、住民参加、貧困等への配慮の必要性等、協力実施上の留意事項に係る提言、並びに今後の検討課題

4-2-2 調査工程・要員構成・自然条件調査

(1) 調査工程

基本設計の調査にかかる期間としては、以下の表に示す工程が想定される。

表4-2 想定される基本設計調査の工程（調査全体スケジュール）

月数	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月	5ヶ月	6ヶ月	7ヶ月	8ヶ月
(本格調査)								
事前準備	□							
現地調査		■						
国内解析				□				
概要説明						■		
報告書要約提出							△	
報告書提出								△

表4-2に示すように、基本設計調査にはおおよそ8ヶ月の期間が必要とされるものと想定される。

(2) 要員構成

基本設計調査団の人員構成としては、以下の専門家が想定される。

- 1) 分野構成：
 - － 業務主任
 - － 地下水開発計画
 - － 機材計画/維持管理計画
 - － 積算

2) 求められる資格・経験等

(a) 業務主任

西南アジア圏で、地下水を水源とする給水プロジェクトに、主要団員として参画した経験があること。

(b) 地下水開発計画

西南アジア圏で、試掘調査や地下水開発調査を行った経験があること。

(c) 機材計画/維持管理計画

西南アジア圏で、井戸掘削機材の機材調達計画および機材の維持管理計画の策定を行った経験があること。

(d) 積算

西南アジア圏で、井戸掘削機材の費用積算を行った経験があること。

(3) 自然条件調査等

本基本設計調査では、特に行うべき自然条件調査や社会条件調査等はない。

4-2-3 基本設計調査を行う上での留意点

(1) 掘削計画

現地調査の結果、PSTC 内部で日本側に要請している 2 台のリグの利用計画について統一が図られておらず、井戸掘削計画がまだ策定されていないことが判明した。このことは、井戸掘削計画の妥当性を評価する以前の問題であり、2 台のリグを供与した後、有効にこれらが利用されるのかについては、大いに疑問である。また、本プロジェクトの上位計画である「740 本井戸計画」の効果はそれほど大きいものではなく、何を目標として実施される計画なのか明確となっていない。

従って、B/D のなかで「740 本井戸計画」の内容を見直し、目標とすべき裨益効果と計画年次を明確にし、これに基づき本プロジェクトの利用計画を策定する必要がある。

(2) 地下水ポテンシャル

プロジェクトの対象地域であるカンディ地区では、地下水涵養量の 76%が既に開発されている。カンディ地区の地下水開発の安全性については、慎重に再検討されるべきであり、地下水涵養量の 76%が既に開発されていることが事実であるならば、新規の地下水開発は妥当とは言いがたい。

従って、B/D のなかで、カンディ地区の地下水バランスの検討を行い、カンディ地区の残された地下水ポテンシャルを把握し、この結果を上記の要請された 2 台のリグの利用計画と、その上位計画である「740 本井戸掘削計画」に反映させる必要がある。検討の結果、カンディ地区に残された地下水ポテンシャルが少なく、新規の地下水開発が困難、あるいは新規の開発可能量が非常にわずかであるとされた場合は、本プロジェクト実施の妥当性についての再検討が必要となる。

(3) 掘削計画実施のための予算措置

債務救済無償で供与された井戸掘削機の状況を鑑みると、2001-2002 年度から 2004-2005 年度の 4 年間は機材が全く稼動していない。この理由として、「パ」州政府全体の税収が少なかった、との説明は受けているが、このように毎年度の計画の実施が税収で左右されてしまうようであれば、本プロジェクトで供与した機材が、債務救済無償で供与された井戸掘削機のケースと同様に、ほとんど使われない事態が予想される。

従って、B/D のなかで、本プロジェクトがパンジャブ州の緊急優先プロジェクトであるかどうか、パンジャブ州政府に確認する必要がある。本プロジェクトが州の緊急優先プロジ

エクトであるとパンジャブ州政府が認めた場合は、本プロジェクトで供与される機材がフルに活用されるための十分な予算措置が優先的になされるよう、パンジャブ州政府から書面等で確約をとる必要がある。もしパンジャブ州政府が、本プロジェクトに対する優先的な予算措置を行わない方針ならば、本プロジェクト実施の妥当性についての再検討が必要となる。

(4) 灌漑に対する補助金制度

地下水による灌漑農業の水料金の 82%を、パンジャブ州政府が補助している。しかし、パンジャブ州の、灌漑に対するこのような手厚い補助金給付政策は暫定的なものであり、かつこれを見直そうとする動きも州政府内にあることから、この補助金給付政策が今後とも継続される保証は無い。もしこれが廃止あるいは縮小された場合は、本プロジェクトの主な対象地域である、カンディ地区の起伏に富む丘陵地での灌漑農業は成り立たなくなり、本プロジェクトで供与される掘削機械で建設された灌漑給水施設の大半は、使用さないうまま廃棄される道をたどることになるであろう。

従って、B/D のなかで、現在の灌漑に対する補助金制度が将来にわたって維持されることについて、パンジャブ州政府から書面等で確約をとる必要がある。もしパンジャブ州政府が、補助金政策を廃止あるいは縮小する方針であるのならば、本プロジェクト実施の妥当性についての再検討が必要となる。

(5) 大深度掘削技術

PSTC の技術者は、2 度の債務救済無償により井戸掘削機が供与された後、日本人の井戸掘削技術者により、オープンホール掘削工法に係る技術指導を延べ2年に亘って受けている。その後、PSTC の技術者は自らの手でオープンホール掘削工法による井戸掘削を実施しているが、これまでに施工した井戸の中で最も深い井戸は深度 169m であり、PSTC の技術者は深度 200m 以上の大深度掘削に自信を持っていない。

一方で、本プロジェクトが実施された場合、一般プロジェクト無償の機材供与案件で許されている技術指導の期間は長くとも 1 ヶ月程度であり、また深度 300m を超えるような大深度掘削には少なくとも 2～3 ヶ月程度は要することから、一般プロジェクト無償の枠内で大深度掘削の技術指導を施すにしても、期間が短すぎるのが現状である。

この問題を解決するには、井戸掘削技術に係る短期専門家を派遣し、大深度掘削に係る技術指導を施すことが望ましいであろう。これは本要請案件を実施するかしないかに拘らず、債務救済無償で既に供与されている 2 台の井戸掘削機（最大掘削能力は深度 300m）を用いて実施することも可能である。これにより、PSTC の保有する井戸掘削機を使用しても、深度 200～300m の地下水開発ができるようになり、これまで井戸の掘削されることのなかった地域においても、井戸による灌漑や給水が可能になるほか、供与された井戸掘削機の能力もフルに有効活用されることが期待される。

以上の理由から、B/D のなかで、大深度掘削に係る技術指導のための短期専門家の派遣等を検討する必要がある。