

パキスタン回教共和国

塩害防止および湛水地改善計画

プロジェクトファイナディング調査報告書

平成8年11月

社団法人 海外農業開発コンサルタント協会

## まえがき

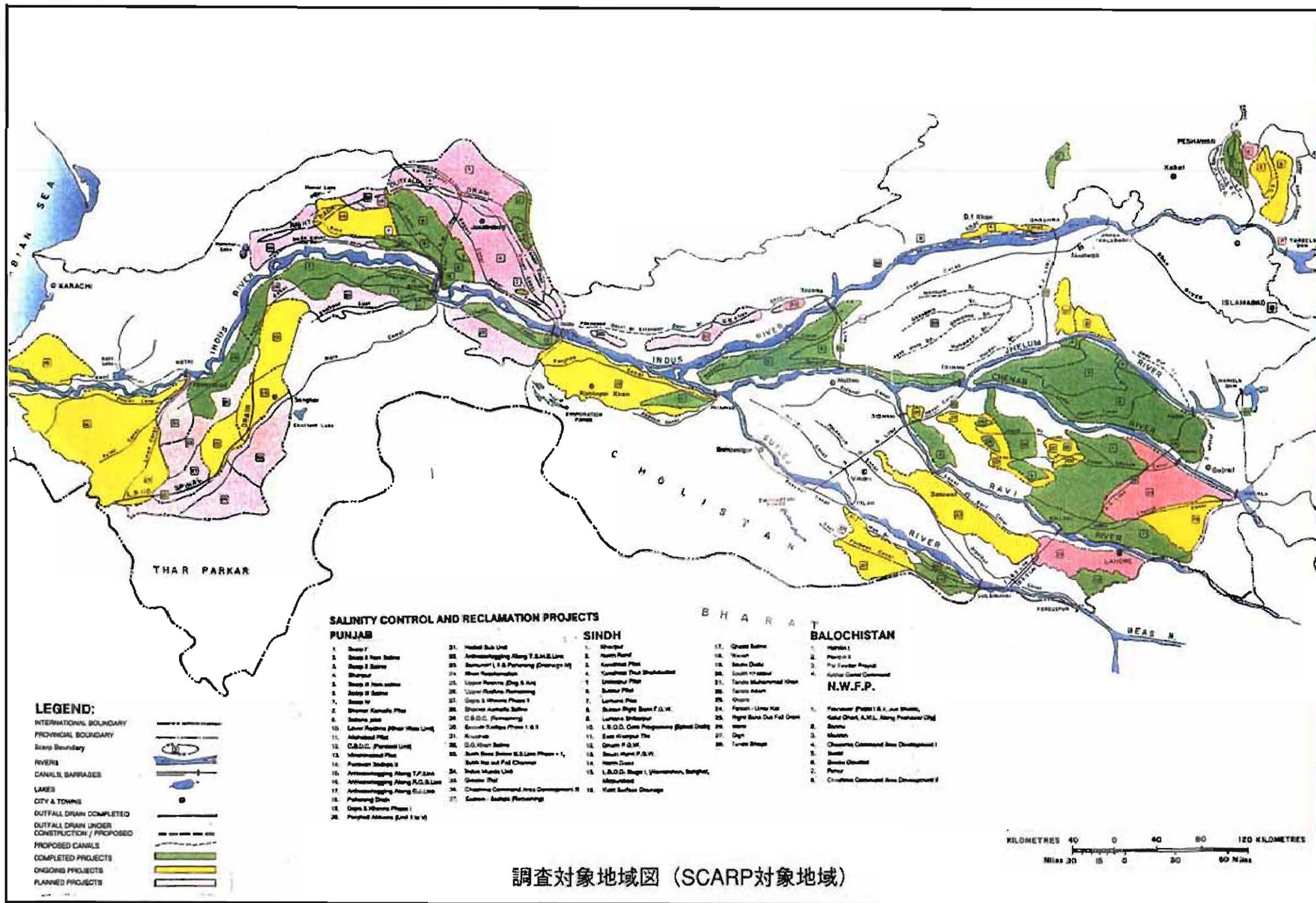
パキスタン国は世界最大の灌漑システムを有しているものの、水路からの漏水が多く、これが原因となった湛水障害および塩害が大きな問題となっている。パキスタン政府は、塩害防止および湛水地改善計画（Salinity Control and Reclamation Programme; SCARP）によってこの問題の解決に長年取り組んできたが、井戸の施工および維持管理が不相当であるために、機能低下を起こす井戸も多く、井戸の施工方法および維持管理方法の早急な改善が必要である。社団法人海外農業開発コンサルタント協会（ADCA）のメンバー企業である日本技研（株）は、平成8年11月1日から11月13日までの13日間P/F調査団を現地に派遣し調査を実施した。

本調査報告書は、SCARP事業によって掘削された深井戸についての施工方法と維持管理方法の改善および技術移転の必要性について調査し、プロジェクトファイナディング調査報告書としてとりまとめたものである。

現地調査に際しては、パンジャブ州灌漑局ムルタン地区のMr. Mian Abdul Ghaffarをはじめ、関係する多くの政府関係者の多大なるご協力を頂きました。また、在パキスタン日本大使館の山田一等書記官、JICA事務所の西宮氏には公務ご多忙のところ、多大なご指導、助言およびご支援を賜りました。ここに深甚な感謝を申し上げます。

平成8年11月

日本技研株式会社



**SALINITY CONTROL AND RECLAMATION PROJECTS**

**PUNJAB**

1. Stage 1
2. Stage 2
3. Stage 3
4. Stage 4
5. Stage 5
6. Stage 6
7. Stage 7
8. Stage 8
9. Stage 9
10. Stage 10
11. Stage 11
12. Stage 12
13. Stage 13
14. Stage 14
15. Stage 15
16. Stage 16
17. Stage 17
18. Stage 18
19. Stage 19
20. Stage 20
21. Stage 21
22. Stage 22
23. Stage 23
24. Stage 24
25. Stage 25
26. Stage 26
27. Stage 27
28. Stage 28
29. Stage 29
30. Stage 30
31. Stage 31
32. Stage 32
33. Stage 33
34. Stage 34
35. Stage 35
36. Stage 36
37. Stage 37
38. Stage 38
39. Stage 39
40. Stage 40
41. Stage 41
42. Stage 42
43. Stage 43
44. Stage 44
45. Stage 45
46. Stage 46
47. Stage 47
48. Stage 48
49. Stage 49
50. Stage 50

**SINDH**

1. Stage 1
2. Stage 2
3. Stage 3
4. Stage 4
5. Stage 5
6. Stage 6
7. Stage 7
8. Stage 8
9. Stage 9
10. Stage 10
11. Stage 11
12. Stage 12
13. Stage 13
14. Stage 14
15. Stage 15
16. Stage 16
17. Stage 17
18. Stage 18
19. Stage 19
20. Stage 20
21. Stage 21
22. Stage 22
23. Stage 23
24. Stage 24
25. Stage 25
26. Stage 26
27. Stage 27
28. Stage 28
29. Stage 29
30. Stage 30
31. Stage 31
32. Stage 32
33. Stage 33
34. Stage 34
35. Stage 35
36. Stage 36
37. Stage 37
38. Stage 38
39. Stage 39
40. Stage 40
41. Stage 41
42. Stage 42
43. Stage 43
44. Stage 44
45. Stage 45
46. Stage 46
47. Stage 47
48. Stage 48
49. Stage 49
50. Stage 50

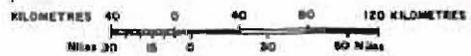
**BALUCHISTAN**

1. Stage 1
2. Stage 2
3. Stage 3
4. Stage 4
5. Stage 5
6. Stage 6
7. Stage 7
8. Stage 8
9. Stage 9
10. Stage 10
11. Stage 11
12. Stage 12
13. Stage 13
14. Stage 14
15. Stage 15
16. Stage 16
17. Stage 17
18. Stage 18
19. Stage 19
20. Stage 20
21. Stage 21
22. Stage 22
23. Stage 23
24. Stage 24
25. Stage 25
26. Stage 26
27. Stage 27
28. Stage 28
29. Stage 29
30. Stage 30
31. Stage 31
32. Stage 32
33. Stage 33
34. Stage 34
35. Stage 35
36. Stage 36
37. Stage 37
38. Stage 38
39. Stage 39
40. Stage 40
41. Stage 41
42. Stage 42
43. Stage 43
44. Stage 44
45. Stage 45
46. Stage 46
47. Stage 47
48. Stage 48
49. Stage 49
50. Stage 50

**LEGEND:**

- INTERNATIONAL BOUNDARY
- PROVINCIAL BOUNDARY
- Strip Boundary
- RIVERS
- CANALS, BARRAGES
- LAKES
- CITY & TOWNS
- DUTYFALL DRAIN COMPLETED
- DUTYFALL DRAIN UNDER CONSTRUCTION / PROPOSED
- PROPOSED CANALS
- COMPLETED PROJECTS
- ONGOING PROJECTS
- PLANNED PROJECTS

調査対象地域図 (SCARP対象地域)



# プロジェクトファイナディング調査報告書

## 目次

まえがき

位置図

目次

1	調査の概要	
1.1	本事業の背景.....	1
1.2	調査の目的.....	2
1.3	調査の実施.....	2
2	SCARP事業の現況	
2.1	SCARP事業.....	3
2.2	湛水障害の状況.....	3
2.3	井戸の現況.....	5
2.3.1	各種井戸の状況.....	5
2.3.2	井戸施工時の問題点.....	7
2.3.3	井戸の維持管理.....	7
3	計画の概要	
3.1	計画の方針.....	16
3.2	計画の内容.....	16
3.3	事業の効果.....	16
4	総合所見	
4.1	事業実施の可能性.....	19
4.2	協力の意義.....	19
4.3	事業実施の問題点.....	19

添付資料

1. 調査者略歴
2. 調査日程
3. 収集資料一覧
4. 面会者一覧
5. 現地写真

## 2. SCARP 事業の現況

### 2.1 SCARP 事業

1961年にWAPDA（Water and Power Development Authority）はSCARP事業を開始した。同事業はパンジャブ州で10カ所、シンド州で16カ所計画され、両州あわせて12,000 kmの幹線排水路、40,000 kmの支線排水路、31,500本の排水用井戸の建設が計画された。淡水地下水地区では、排水が灌漑用水として利用された。

SCARP事業で、掘られた井戸の総数は約13,500本で、その内11,000本が淡水地下水の井戸で、2,500本が塩水地下水の井戸であった。淡水井戸の内6,600本がパンジャブ州、3,900本がシンド州、500本が北西辺境州で建設された。一方、塩水井戸の内1,800本がパンジャブ州で、700本がシンド州で掘られた。これらの井戸の揚水量は、毎秒60～140リットルで、深さは40～120mである。塩水地下水地区でのSCARP井戸の位置づけは、純粋に排水目的であった。それに対し、淡水地下水地区では、排水された地下水は灌漑用水として利用された。しかし、ポンプの運用は灌漑用水の供給面からの必要性にもとづくものではなく、あくまで排水の基準によって決められるため農民の灌漑面からの要求に応えられるものではなかった。

そこで、農民たちによる地下水開発の推進とSCARP井戸の管理の民営化が、SCARP トランジション・パイロットプロジェクト（SCARP Transition Pilot Project; STPP）のもとで始められた（1992年6月完了）。STPPに引き続いて、第2次STPPが1991年より開始され、SCARP事業で掘られた1,732本（パンジャブ州1,346本、シンド州386本）の井戸が民営化された。

塩水地下水地区では、政府が引き続き井戸の掘削を行っていく。しかし、最終的にSCARPは、国家排水計画（National Drainage Programme: NDP）に組み込まれることになった。現在、NDPのもとでSCARPの見直しが始められ、淡水井戸の民営化、塩水井戸の改修等が計画されている。

### 2.2 湛水障害の状況

インダス平原にはりめぐらされた灌漑水路により、パキスタンは安定的な灌漑用水を確保できた。

## 1. 調査の概要

### 1.1 本事業の背景

パキスタンでは、1859年より水路灌漑システムが英国の植民地政策によって導入された。このシステムの普及によって、通年灌漑が可能となり安定的な灌漑水供給がなされることになったが、大規模な土水路であるために漏水が多く、20世紀初頭には湛水・過湿およびそれに伴う塩害が大きな問題となり始めた。これに対し、1912年以来、この問題解決への努力がはらわれている。1953年～1954年にコロンボプランによって土壌・土地利用図が作成された際、470万haで排水不良、湛水化とそれに伴う塩の集積が生じており、更に650万haが排水不良の影響を受けていることが判明した。

1955年以降、顕著となった湛水障害および塩害に対処するため、パキスタン政府はこの問題を国家レベルで検討し、世界銀行および友好国に援助を求めた。そして、1959年に排水システムの改良と拡大に加え、排水を灌漑用水源として再利用するという塩害防止および湛水地改善計画（Salinity Control and Reclamation Programme; SCARP）が開始された。

SCARPの上位計画であるパキスタンの第8次5カ年計画における、湛水障害に対する基本方針は、1) 現在進行中の排水事業を完遂する、2) 政府の井戸の民営化と農民による地下水開発を推進する、3) 適切な圃場整備と利水計画により湛水障害を予防する、4) 州が管理している老朽化したSCARP井戸の改修と、生産性の高い井戸の農民への移管を行う、とされている。第8次5カ年計画における排水関連事業の到達目標を下表に示す。

表 第8次5カ年計画における排水関連事業の到達目標

項目	単位	パンジャブ州	シンド州	北西辺境州	バロチスタン州	計
SCARP Tubewell	Nos	178	1422	-	-	1600
Surface Drains	100万 m <sup>3</sup>	36.47	74.90	22.96	5.67	140
	km	558	1145	351	87	2141
Tile Drains	ha	165293	22218	20502	-	208013
STP 民営化	井戸数	6120	1880	-	-	8000
対象地域	100万 ha	0.48	0.83	0.030	0.04	1.38

STP\*: SCARP Tubewell

出典: Report of Sub-Committee on Water

## 1.2 調査の目的

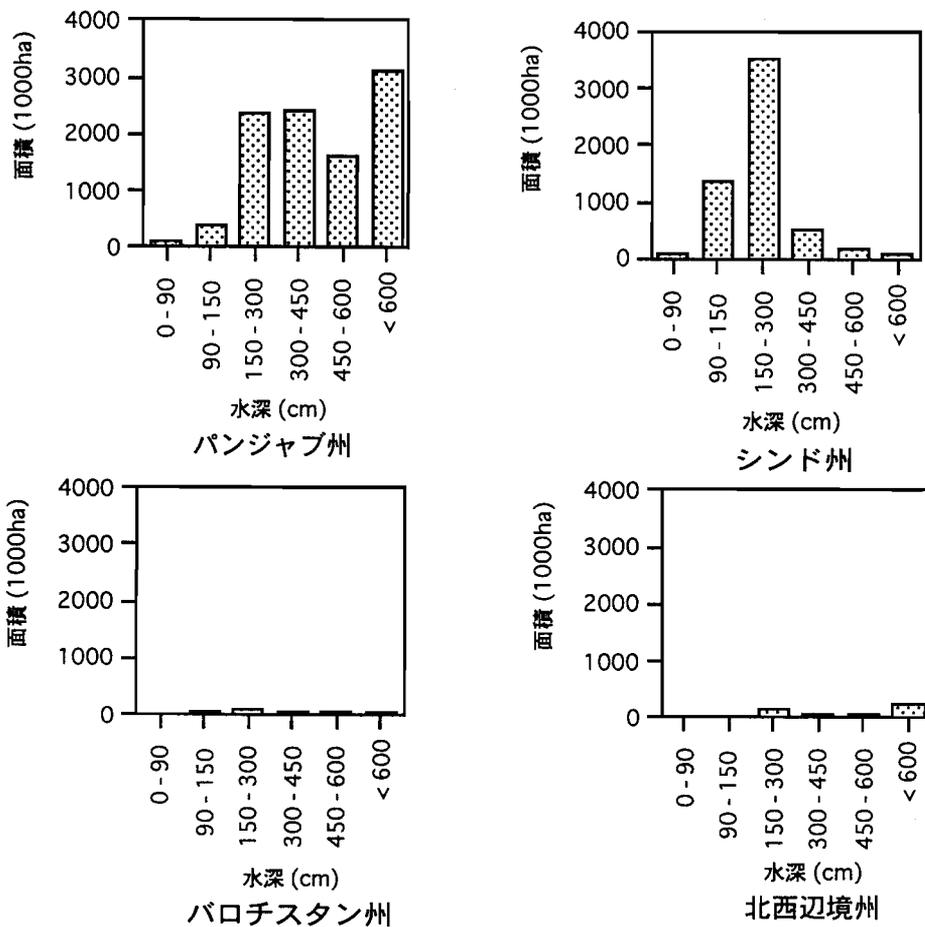
本調査は、井戸の現状について現地調査を行い、SCARP 事業の一環として掘られた井戸の施工方法および維持管理方法改善の必要性を検討し、その改修・復旧を目指すものである。

## 1.3 調査の実施

本調査は、1996年11月1日から11月13日の13日間にわたり、(社)海外農業開発コンサルタント協会(ADCA)のミッションとして、日本技研株式会社 岸洋一、カシム・サイードの2名によって実施された。

しかし、その水路のほとんどが土水路であるため、漏水が多く、深刻な湛水障害を生んでいる。実際、ムザファルガー地区では、漏水量を減らすため、1980年代に水路流量を減らしたことがあった。このとき、地下水位は3.5 m 低下した。しかし、その後水路流量を増加させてほしいという要求が強くなり、流量の抑制は中止された。

1995年に SCARP 実施地区で行われた地下水位に関する実態調査によって、地下水位が300 cm 以浅の土地は全灌漑面積の49%を占め、さらに150 cm 以浅の土地は12%を占めていることが判明した（本章末の表を参照）。州別に見るとパンジャブ州、シンド州で地下水位の高い土地が多く、とりわけシンド州で湛水障害が深刻な地域が多い（下図参照）。



また、地下水位の上昇は塩害の発生と密接な関係にある。地下水位が地表下5 m より高くなると

えられる。

(2) 政府管理井戸 (SCARP 井戸) の状況

第8次5カ年計画期間中に、塩水地下水地区において、218本のSCARP井戸が掘られる予定である。それらの井戸の平均汲み上げ量は約70リットル毎秒であり、汲み上げられた塩水は河川に排水されるか、蒸発用の池に排水される。SCARP井戸のなかには、設置後数年は湛水・過湿問題の解決にある程度の効果を示すものの、設置後2、3年から10年程度で揚水量が著しく減少してしまう井戸がある(下表参照)。今回の調査においても、ムザファルガー地区では、一日20時間ポンプを稼働させているが、井戸の定期的な維持管理は一切行っていないことがわかった。このような井戸の揚水量の低下は、井戸の目詰まり等に起因している。ポンプ、モーターは故障しても、ワークショップで比較的容易に修理できるが、井戸の修復は容易でなく、維持管理に専門的な技術を要する。

表 塩水地下水地区 SCARP 井戸の改修および付け替え

SCARP	塩水地下水井戸数	揚水能力			改修・付け替えが 必要な井戸数
		75%以上	75~50%	50%以下	
SCARP I	560				351 (付け替え=109 改修=242)
SCARP II (塩水)					
水路沿い	426		民営化が進められた。		
その他	373	291	65	17	82
SCARP III	193				75
SCARP V	139	122	14	3	17
SCARP VI	514	347	12	88	100
SCARP VII	101	88	1	1	2
SCARP VIII	53				3
Hadali Sub Unit	71	最近行われた事業なので改修対象井戸はない			
支線水路					
T.P.水路	64	59	3	2	5
R.Q.B 水路	85	47	31	7	38
T.S.M.B 水路	76				33
North Rohri	76				52
Moro Scheme	76				25
SCARP Khairpur	365	187	97	81	365

注: 揚水能力が75%以下になったものが改修、付け替えの対象となる

出典: Hydrologic Monitoring and Tubewells Performances

毛管現象により地表面に向かって地下水は上昇するようになる。パキスタンの農耕地の大部分は乾燥あるいは半乾燥地にあり、土壌中にはかなりの量の塩が集積している。このため、地下水位が高くなると土壌中の塩類は地下水に溶解し、地下水によって地表面に運ばれる。水分は地表で蒸発するが、塩類は地表付近に残されることになる。地下水位が地表下 3.3 m 程度になると、作物収量は低減し、地下水位が 1.5 m になると、塩分濃度が高くなりすぎ農耕は不可能となる。さらに地下水位が上昇すると過湿、湛水などの障害が発生する。

湛水障害が深刻な地域のうち、本案件で対象となるのは、SCARP 実施地区でありながら井戸の機能低下により再び地下水位が上昇している地域 (510,000 ha) と、現在 SCARP 事業が実施されている地区を含めた塩水地下水地区 (1,380,000 ha) である。排水を灌漑水として利用している地区は本案件の対象外となる。

## 2.3 井戸の現況

### 2.3.1 各種井戸の状況

#### (1) 農民経営井戸

地下水が淡水である場合、SCARP の井戸では排水された地下水を灌漑水として再利用している。地下水を灌漑に利用できることを知った農民は、政府の補助を受け、ここ数十年数多くの井戸を掘った (第 7 次 5 カ年計画の終わりには、30 万本にも達した)。これによって第 8 次 5 カ年計画中に 54 億 m<sup>3</sup> の地下水が揚水され、今後も年間 6000 本の井戸が新規に掘られるであろうと推測されている。農民による井戸の効果的な開発のために、次のようなガイドラインが示されている。

- 1) 技術的に困難な地区を除いて、淡水地下水地区では農民による地下水開発を進める。
- 2) 湛水障害の深刻な地域での地下水の利用に対しては補助金を出す。
- 3) 耐用年数の過ぎた政府管理の井戸の改修は行わず、希望する農民に管理を移管していくべきである。同様に生産性の高い井戸についても民間への移管を行っていく。
- 4) WAPDA の SCARP モニタリング組織は、農民運用の井戸についてもモニタリングを行っていく。地下水の水質および地下水位のデータは農民の希望に応じて公開される。

しかし、SCARP で建設された井戸は、運転費用がかさむため農民はその利用を好まないといわれ、かわって浅井戸が掘られるようになった。この浅井戸は建設費用が安価であり、改修するよりも新設のほうが有利である。そのため維持管理方法の改善に関する技術移転の需要は低いと考

表 1-1 SCARP 実施地区における地下水位 (1995 年 6 月、パンジャブ州)

Description	Area under Line with Depth to Watertable Ranges (1000 hectares)												Total	
	0 - 90 cm		90 - 150 cm		150 - 300 cm		300 - 450 cm		450 - 600 cm		< 600 cm		1000 hectares	
	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95
<b>Rechina Doab</b>														
SCARP - I			4.20	0.40	79.00	114.00	169.00	189.60	160.90	128.80	79.90	60.20	493.00	493.00
SCARP - IV					14.80	16.40	65.50	68.30	84.20	94.70	61.50	46.60	226.00	226.00
SCARP - V														
Satiana Pilot Prjct				0.40	33.30	30.00	14.50	17.60	0.20				48.00	48.00
Shorlot Kamalia Pilot Project			3.90	1.00	4.50	8.30	4.40	2.60	15.40	6.70	39.80	49.40	68.00	68.00
Paharang Dr. (O/S SCARP - I)			5.40		14.20	16.70	9.80	10.40	6.90	7.30	2.70	4.60	39.00	39.00
A.W.L along R.Q.B Link			1.40	4.00	8.10	5.70	0.20						9.70	9.70
A.W.L along T.S.M.B Link	3.80	5.00	3.60	3.10	9.80	10.30	3.80	2.60					21.00	21.00
Khairwala (Lower Rechina)					14.40	17.70	43.30	33.00	43.80	61.00	33.50	23.30	135.00	135.00
Gojra Khewra Phase - I					0.30	0.70	11.20	11.00	3.90	3.70			15.40	15.40
<b>Chaj Doab</b>														
SCARP - II (F.Z)	4.30	1.53	29.53	35.75	180.29	187.98	272.22	240.76	112.82	111.57	68.84	90.41	668.00	668.00
SCARP - II (S.Z)	5.26	7.16	30.95	23.96	112.97	133.93	87.52	60.84	31.17	41.61	11.13	11.50	279.00	279.00
SCARP Shapur	0.82	0.37	7.25	10.30	26.96	27.60	9.97	5.40		1.33			45.00	45.00
<b>Thal Doab</b>														
SCARP - III (F.Z)	18.30	16.36	67.20	79.17	233.30	224.89	97.80	101.72	43.90	38.14	0.50	0.72	461.00	461.00
SCARP - III (S.Z)	29.70	18.51	18.50	19.31	8.80	19.18							57.00	57.00
A.W.L along T.P Link	0.40	0.50	0.70	0.39	7.00	6.21		1.00					8.10	8.10
A.W.L along C.J Link					0.70	0.47	6.20	6.62	2.40	2.21			9.30	9.30
<b>Bari Doab</b>														
C.B.D.C (Pandoki)					6.90	14.78	17.50	38.58	51.40	13.63	3.50	12.31	79.30	79.30
Bahawal Pur Area														
SCARP Punjnad Abbasia (Allahabad Pilot Project)	0.99	2.06	10.46	10.68	54.20	56.00	21.35	18.26					87.00	87.00
SCARP Fordwah Saddiqia (Minchinabad Pilot Project)					6.79	0.86	16.29	15.78	8.34	14.06	0.58	1.30	32.00	32.00
Fordwah Saddiqia - II	1.65		20.30	8.72	23.05	35.90		0.38					45.00	45.00
Punjnad Abbasia (REM)	4.39	1.51	39.91	33.46	239.74	295.80	222.10	158.14	79.76	88.48	5.10	13.61	591.00	591.00

表 1-2 SCARP 実施地区における地下水位 (1995 年 6 月、シンド、バロチスタン、北西辺境州)

Description	Area under Line with Depth to Watertable Ranges (1000 hectares)												Total	
	0 - 90 cm		90 - 150 cm		150 - 300 cm		300 - 450 cm		450 - 600 cm		< 600 cm		1000 hectares	
	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95
<b>SINDH PROVINCE</b>														
SCARP Khairpur	2.05	0.94	65.45	50.57	110.65	126.47	0.85	1.02					179.00	179.00
SCARP North Rohri		0.20	6.10	17.80	191.30	150.00	86.70	118.00	31.90	23.30	5.00	11.70	321.00	321.00
SCARP South Rohri			2.00	9.60	92.00	92.30	72.00	66.00	40.00	41.50	13.00	9.60	219.00	219.00
Ghotki (F.G.W) Project				0.70	164.14	172.69	14.86	5.61					179.00	179.00
S.R.B Project					60.94	61.00	0.06						61.00	61.00
L.S.R Project			36.75	35.18	234.81	239.22	10.00	8.74	2.44	0.86			284.00	284.00
E.K.T.D Project	1.99	3.33	13.12	11.36	2.89	3.31							18.00	18.00
<b>T/W P. Project</b>														
Kandh Kot P. Project			0.21	0.18	5.09	5.12							5.30	5.30
Sukkur P. Project							0.55	0.86	1.45	1.14			2.00	2.00
Shikarpur P. Project					5.26	5.64	1.84	1.46					7.10	7.10
Larkana P. Project					2.30	2.23	0.80	0.87					3.10	3.10
<b>S/T DR Project</b>														
North Dadu S.D Project			1.65	2.47	189.91	196.50	16.44	9.05					208.00	208.02
<b>BALUCHISTAN PROVINCE</b>														
Hair Din (S.D) Projcet - I	6.26	13.80	18.26	12.49	10.48	8.71							35.00	35.00
Hair Din (S.D) Projcet - II	6.71	4.07	6.12	4.12	10.75	15.37	5.77	5.42	3.41	4.02	3.46	3.22	36.22	36.22
<b>N.W.F.P PROVINCE</b>														
<b>Scarp Peshawar</b>														
Kafur Dheri Unit	0.20	0.60	3.40	3.30	3.70	3.70	1.10	1.00	1.10	1.00	2.50	2.40	12.00	12.00
Jue - Sheikh Unit	0.60	0.60	2.30	2.20	13.60	14.00	3.80	3.60	1.70	1.70	1.00	0.90	23.00	23.00
Pubbi Unit	0.10	0.20	2.00	1.30	11.10	11.40	1.60	1.80	0.10	0.20	0.10	0.10	15.00	15.00
A.W.L Peshawar City			0.10	0.10	1.50	1.60	1.10	1.10	0.60	0.50	1.70	1.70	5.00	5.00
Warsak Unit							1.40	1.60	2.00	2.00	33.60	33.40	37.00	37.00
SCARP Mardan	0.10	0.50	2.90	3.10	35.50	35.70	6.80	6.90	2.90	2.60	1.80	1.20	50.00	50.00
SCARP Bannu	0.90	0.70	1.10	1.00	5.80	6.00	7.00	5.90	4.00	3.50	17.20	18.90	36.00	36.00

表2 現在事業が進行している SCARP 計画地区における地下水位 (パンジャブ、シンド、北西辺境州)

Description	Area under Line with Depth to Watertable Ranges (1000 hectares)												Total	
	0 - 90 cm		90 - 150 cm		150 - 300 cm		300 - 450 cm		450 - 600 cm		< 600 cm		1000 hectares	
	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95	June, 94	June, 95
<b>PUNJAB PROVINCE</b>														
Drainage IV (Lower Rechina)					18.40	28.00	19.50	13.80	9.20	3.10	5.50	7.70	52.60	52.60
Shorkot Kamalia (Saline)	3.60	4.60	4.60	6.50	12.80	11.60	1.70						22.70	22.70
Gojra Khewra Phase - II					10.50	12.90	98.30	84.80	44.30	57.90	8.40	5.90	161.50	161.50
Deg Drainage Unit - I		0.20		1.00	59.80	27.90	83.10	67.80	33.90	75.00	12.50	17.40	189.30	189.30
Hadali Sub Unit Project		1.47	2.00	6.07	45.20	9.19	7.60	38.24	11.20	11.03			66.00	66.00
Khushab Sub Unit	14.10	19.91	20.70	16.38	5.10	5.65	2.60	0.56					42.50	42.50
Sukh beas below B.S Link Phase - 1			1.10	2.45	7.40	4.91	48.00	30.54	55.70	71.39	216.80	219.71	329.00	329.00
Fordwah Saddqia Rem; Phase I	2.73	6.25	71.15	16.62	111.61	148.32	41.05	65.41	21.70	11.79	1.76	1.61	250.00	250.00
D.G Khan (Saline)	14.30	7.02	29.10	35.02	56.60	71.73	15.20	10.22	9.00	7.33	10.40	3.28	134.60	134.60
<b>SINDH PROVINCE</b>														
<b>S/T DR PROJECT</b>														
L.B.O.D Stage - I	57.59	76.50	313.88	283.89	187.57	207.81	18.06	8.89					577.10	577.09
Kotri S.D Project 1811	0.44	17.70	546.15	656.10	724.22	609.00	37.19	25.20					1308.00	1308.00
S/T DR Project														
<b>N.W.F.P PROVINCE</b>														
C.A.D Project (C.R.B.C Stage - I)	1.60	1.60	6.60	6.50	26.40	26.10	7.60	8.00	4.80	4.90	16.50	16.40	63.50	63.50
SCARP SWABI	1.00	0.80	8.40	6.50	24.40	27.40	14.70	14.60	13.80	13.30	51.50	51.20	113.80	113.80

表 3-1 水路灌漑システム内の地下水位 (1995 年 6 月、パンジャブ州)

Description	Area under Line with Depth to Watertable Ranges (1000 hectares)						Total 1000 hectares
	0 - 90 cm	90 - 150 cm	150 - 300 cm	300 - 450 cm	450 - 600 cm	< 600 cm	
<b>PUNJAB PROVINCE</b>							
<b>Rechina Doab</b>							
M.R. Link			13.80	36.20	19.90	1.10	71.00
Ray Branch		0.40	13.80	65.30	74.10	29.40	183.00
U.C.C	0.20	4.70	58.40	170.10	180.30	56.30	470.00
Jhaang Branch	0.30	10.00	145.80	250.00	238.50	215.40	860.00
Gugera Branch	7.00	6.90	97.60	163.30	124.10	348.10	747.00
Haveli Canal	1.70	7.00	44.20	24.10			77.00
Koranga Canal	0.50	2.80	5.20	7.20	2.30		18.00
Total	9.70	31.80	378.90	716.20	639.20	650.30	2426.10
<b>Chaji Doab</b>							
U.J.C	0.50	15.07	108.48	1225.90	29.50	11.86	1391.31
L.J.C	8.56	54.94	241.03	184.41	125.01	90.05	704.00
Total	9.06	71.77	347.75	310.48	152.03	100.91	992.00
<b>Thal Doab</b>							
Rangpur Canal	0.04	11.18	62.08	66.20	36.50		176.00
Muzaffargarh Canal	32.76	85.08	181.28	38.60	3.57	0.71	342.00
Thal Canal	21.91	24.18	468.77	490.51	63.03	6.50	1074.90
Total	54.71	120.44	712.13	595.31	103.10	7.31	1593.00
<b>Bari Doab</b>							
Upper Depalpur Canal		2.09	6.12	31.19	37.00	106.60	183.00
Lower Depalpur Canal		0.36	7.15	15.38	40.60	203.51	267.00
Sidhnai Canal			7.72	13.90	40.92	286.46	349.00
~Ravi Syphon			39.29	83.66	101.40	108.65	333.00
Pakpattan Canal			1.25	5.37	11.64	412.74	431.00
Lower Bari Doab Canal			10.17	119.23	108.07	560.53	798.00
Malisi Canal			5.61	25.17	12.83	391.39	435.00
Total		2.45	77.31	293.90	352.46	2069.88	2796.00
<b>Bahawal Pur Area</b>							
Saddiqqia Canal	5.73	16.66	189.33	103.18	65.38	151.72	532.00
Fordwah Canal	2.93	20.55	84.72	49.69	44.01	12.10	214.00
Bahawal Canal		0.47	56.28	108.95	118.24	63.06	347.00
Abbasia Canal	1.14	13.16	32.98	5.72			53.00
Punjad Canal	2.43	24.15	304.98	169.35	88.48	13.61	603.00
Total	12.23	74.99	668.29	436.89	316.11	240.49	1749.00
<b>D.G Khan</b>							
D.G Khan Canal	16.17	72.68	160.09	39.93	35.64	60.49	385.00
Massuwah Canal				18.11	2.85	2.04	23.00
Total	16.17	72.68	160.09	58.04	38.49	62.53	408.00
Pujab Total	101.87	374.13	2344.37	2410.82	1601.39	3131.42	9964.00

Punjab 9,964  
Sindh 5,736  
Balochistan 399  
N.W.F.P.

表 3-2 水路灌漑システム内の地下水位 (1995 年 6 月、シンド州)

Description	Area under Line with Depth to Watertable Ranges (1000 hectares)					< 600 cm	Total 1000 hectares
	0 - 90 cm	90 - 150 cm	150 - 300 cm	300 - 450 cm	450 - 600 cm		
<b>SINDH PROVINCE</b>							
<b>Gudu Barrage</b>							
Pat Feeder			17.20				17.20
Desert Canal	2.00	7.26	88.74				98.00
Begari Sindh Feeder	1.58	22.49	402.24	2.29			428.60
Ghotki Feeder		17.48	355.43	14.14	0.62	1.33	389.00
Total	3.58	47.23	863.61	16.43	0.62	1.33	932.80
<b>Sukkur Barrage</b>							
North West Canal		148.97	286.13				435.10
Rice Canal		2.43	228.62	9.95			241.00
Dadu Canal		16.83	193.60	43.75	0.82		255.00
Nara Canal	71.94	226.44	517.53	97.40	64.83	38.86	1,017.00
Khairpur Feeder East	7.04	41.53	125.52	24.93	21.03	10.95	231.00
Rohri Canal	2.40	187.80	618.30	274.00	93.10	19.40	1,195.00
Khirpur Feeder West		26.43	82.51	7.91	3.18	0.97	121.00
Total	81.38	650.43	2,052.21	457.94	182.96	70.18	3,495.10
<b>Kotri Barrage</b>							
Kalri Bagari Feeder		170.20	107.80				278.00
Lined Channel	12.60	110.10	110.40	2.90			236.00
Fuleli Canal		186.60	222.40				409.00
Pinyri Feeder	5.10	189.20	168.40	22.30			385.00
Total	17.70	656.10	609.00	25.20			1,308.00
Sindh Total	102.66	1,353.76	3,524.82	499.57	183.58	71.51	5,735.90

表 3-3 水路灌漑システム内の地下水位 (1995 年 6 月、バロチスタン、北西辺境州)

Description	Area under Line with Depth to Watertable Ranges (1000 hectares)						Total 1000 hectares
	0 - 90 cm	90 - 150 cm	150 - 300 cm	300 - 450 cm	450 - 600 cm	< 600 cm	
<b>BALUCHISTAN PROVINCE</b>							
<b>Gudu Barrage</b>							
Pat Feeder	2.40	12.96	73.82	55.59	42.90	78.13	265.80
Desert Canal	17.96	13.14	16.73	0.17			48.00
Begari Sindh Feeder	0.49	2.58	5.93	0.25	0.15		9.40
Total	20.85	28.68	96.48	56.01	43.05	78.13	323.20
<b>Sukkur Barrage</b>							
North West Canal		36.97	27.13	7.03	4.11	0.66	75.90
Total		36.97	27.13	7.03	4.11	0.66	75.90
Balochistan Total	20.85	65.65	123.61	63.04	47.16	78.79	399.10
<b>N.W.F PROVINCE</b>							
<b>Peshawar</b>							
Kabul River Canal	0.50	4.20	12.60	3.90	1.80	1.00	24.00
Civil Canal	0.80	2.50	13.20	1.40	0.10		18.00
Gravity Canal	0.10	0.60	2.30	3.60	3.40	17.00	27.00
Lift Canal				0.10	0.10	22.80	23.00
Total	1.40	7.30	29.10	8.00	5.40	40.80	92.00
<b>Mardan</b>							
Lower Swat Canal System	1.60	4.40	53.70	14.80	5.20	5.30	85.00
Upper Swat Canal	1.50	9.30	39.60	22.10	18.50	69.00	160.00
Pehur Canal		0.10	5.90	10.20	1.60	1.20	19.00
Total	3.10	13.80	99.20	47.10	25.30	75.50	264.00
<b>Bannu</b>							
Civil Canal + Baran	0.80	0.90	3.70	4.50	3.20	37.90	51.00
Nallah & Kurranm River System							
Seasonally Irrigated Area		0.40	1.80	2.00	1.30	13.50	19.00
Private Irrigation System	0.30	0.60	2.40	1.70	0.10	0.90	6.00
Gambila L.I Scheme				0.10	0.70	2.20	3.00
Marwat Canal			0.90	2.20	3.00	82.90	89.00
Total	1.10	1.90	8.80	10.50	8.30	137.40	168.00
<b>D.I Khan</b>							
C.R.B.C Stage - 1	1.60	6.50	26.10	8.00	4.90	16.40	63.50
Total	1.60	6.50	26.10	8.00	4.90	16.40	63.50
N.W.F.P Total	7.20	29.50	163.20	73.60	43.90	270.10	587.50
Grand Total	232.58	1,823.04	6,156.00	3,047.03	1,876.03	3,551.82	16,686.50

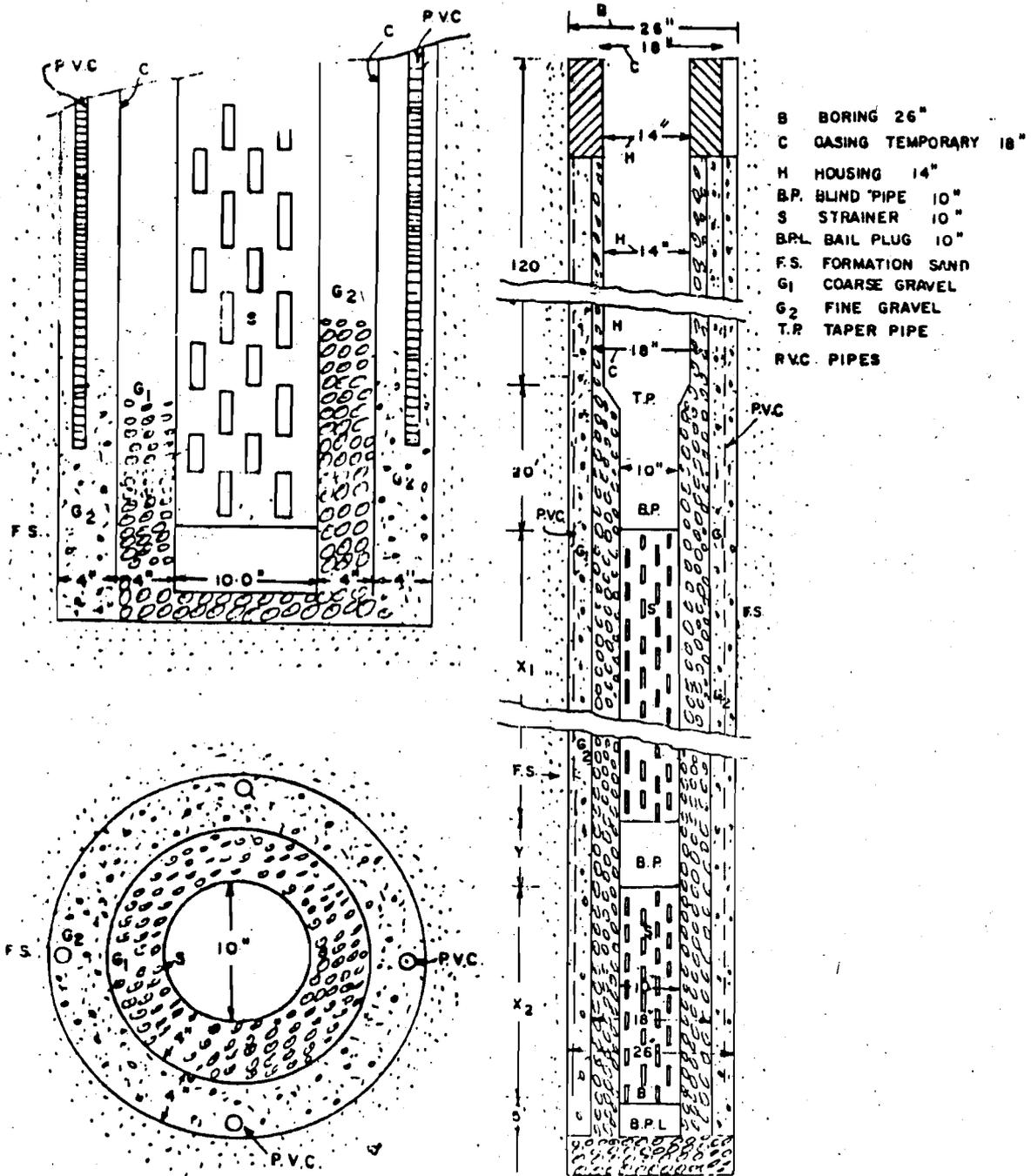


Fig. 6.3a—Installing PVC pipes during tubewell construction.

Fig. 6.3b—A tubewell with wide slot strainer and PVC pipe for rehabilitation.

出典：Irrigated Agriculture of Pakistan (Dr. Nazir Ahmad, Dr. Ghulam Rasul Chaudhry)

図 パキスタンで使用されている井戸の構造 (一例)

### 3 計画の概要

#### 3.1 計画の方針

塩水地下水井戸は将来も政府が建設し、その後の維持管理を担当することになっている。今回の調査においても、パキスタン側から維持管理技術の移転の強い要望があることから、将来的に本件計画では、現状の把握と問題点の抽出、施工方法と維持管理方法のマニュアルの作成、および改修計画の策定を含む開発調査の実施と、その改修計画を具体化する無償資金協力事業実施の2ステージでの実施が考えられる。しかし、今回の調査では計画対象地区の特定化、計画および事業内容の詳細な立案には至らなかった。そのため、今回の調査を基礎的調査と位置づけ、さらに詳細なプロジェクト・ファインディング調査の実施が必要と考える。

#### 3.2 計画の内容

今回の調査で明らかになった施工上、維持管理上の問題点から、将来次に示すような計画が考えられる。

##### (1) 井戸施工法の改善

今回の調査によって、井戸の施工、特に砂利の充填法に問題があることがわかっている。これを改善し、現地条件に適應した技術の導入を行う必要がある。さらに、施工監理が規定通りに行われるようにする必要がある。

##### (2) 井戸の維持管理

各井戸には本章末に掲載した図のような技術記録が残されている。現地調査を通じて、現地条件に即した維持管理法の導入、特に、老朽化した井戸の再活性化技術の移転に重点を置く。また、定期的な保守・点検の必要性を強調し、井戸内部の観察を行うボアホールカメラの導入の必要性も検討する。井戸の改修の基準については、パキスタンは揚水能力の低下が25%に達したとき、改修の対象としている。現地の実状をふまえ、20%の揚水能力の低下で改修の対象とする日本の基準に改正する必要があるのか、検討が必要である。

#### 3.3 事業の効果

本事業の実施によって、事業実施地区における井戸の施工法の改善と、維持管理技術の普及が見

### 2.3.2 井戸施工時の問題点

不良な井戸の施工および施工方法そのものも、井戸が早期に機能低下を起こしてしまう原因の1つである。パキスタンで利用されているほとんどの井戸はスクリーンの周囲に砂利を充填した構造となっている（本章末の図参照）。この砂利の選定法および充填法において、施工監理上大きな問題があることが明らかとなった。

パキスタンでは井戸周囲の一般的な土質としては、0.15 mm～0.2 mmの粒径の細砂、砂質シルト、シルト質砂などから構成されていることが多い。使用される充填砂利は、井戸周辺の堆積物を考慮した粒径のものを選ぶ必要がある。しかし、SCARP計画対象地区が多く存在するインダス河沖積平野では、充填砂利の調達は容易ではない。また、砂利の充填にも慎重な処理が必要である。充填が雑になると、砂利が粒径毎に分離を起こし、充填砂利の目詰まり、細粒土の吸い出し、さらに井戸周辺の水の流れが不均一になるために起こる井戸周辺地盤の崩壊といった事態を生む。実際、ムザファルガー地区においては、砂利充填時に周囲の土が混ざったままで砂利が充填されており、不十分な揚水、井戸機能の短命化などの問題がみられる。

### 2.3.3 井戸の維持管理

本案件で対象としている井戸は塩水地下水地区にあるため、特にスクリーンの目詰まりが起りやすく、維持管理に対して細心の注意を払わなくてはならない。

スクリーンの目詰まり（インクラステーション）は、物理的、化学的、生物的障害およびスクリーン材の腐食に分けられる。物理的障害とは、掘削泥、砂、シルト、粘土など土粒子がスクリーンに詰まること、あるいはスクリーン周囲の砂が固結することによって生じるインクラストレーションのことである。これは、施工時の仕上げ不良の結果である。化学的障害とは、難溶解性の炭酸塩がスクリーンに詰まって生じるインクラストレーションのことである。カルシウム、マグネシウム、鉄などの重炭酸塩が地下水中に溶解している場合、井戸の揚水を行うと、水位降下による圧力低下に伴い、二酸化炭素が放逸されるので、溶解性だった重炭酸塩は、難溶解性の炭酸塩に変化する。生物的障害とは、鉄バクテリアその他微生物が井内に繁殖し、そのために生成されたスライムがスクリーンに詰まって発生するインクラストレーションのことである。他の3つの

障害に比べ、急激に揚水量を低下させる。

インクラステーションへの対処法としてパキスタンでよく用いられるのは、Prima Cord 法と呼ばれる方法で、井戸内で小爆発を起こし水流を逆流させ、インクラステーションを除去する。

その他に、パキスタンのムザファルガー地域では、実際次のように対処している。

物理的障害に対しては : スクリーン周囲の砂の固結は再掘削より他に方法がないといわれている。

化学的要因に対しては : 化学薬品を注入している。

生物的要因に対しては : 薬品を注入し、殺菌。

腐食に対しては : 耐腐食性のグラスファイバーを利用している。しかし、グラスファイバーは構造的に弱く、Prime Cord法を行った場合、崩壊してしまう。

日本においては、インクラステーションの除去は、計画揚水量の80%以下に低下しないうちに行うべきであるとされており、50%まで低下してしまった場合は改修が不可能であるとされている。

一方、ムザファルガー地区では維持管理の対象となる井戸について次のように4段階の基準を設けて評価している。

I	井戸の揚水能力が 0~25%低下
II	26~50%低下
III	51~75%低下
IV	76~100%低下

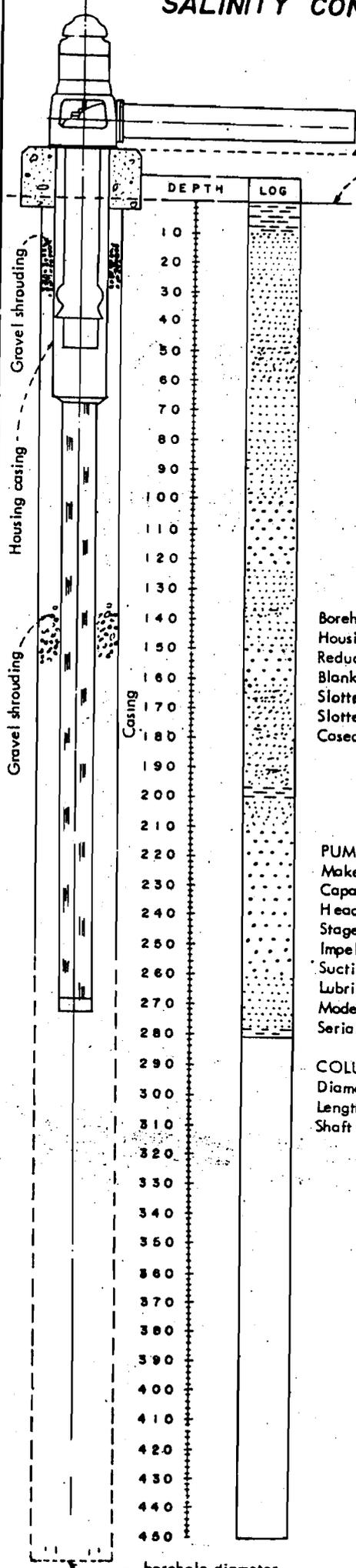
I・IIに分類される井戸については改修を行う。しかし、III・IVに分類される井戸については、井戸の再掘削を行う。ムザファルガー地区では、全井戸1829本のうち、I・IIに分類される井戸が238本、III・IVに分類される井戸が110本あり、全井戸の約2割が改修あるいは再掘削を必要としている。

WEST PAKISTAN  
 WATER AND POWER DEVELOPMENT AUTHORITY  
 GROUND WATER AND RECLAMATION DIVISION

SALINITY CONTROL AND RECLAMATION PROJECT NO. 3

LOWER THAL DOAB

TIPTON AND KALMBACH INC.—ENGINEERS



Top of pedestal El. .... 1' ..... AREA ..... Rangpur Unit  
 Pump house floor El. .... 0.00 .....

Canal System ... Rangpur Canal ..... Tubewell No. ... RP-31  
 Outlets Served (R.D. and Cusecs) .....  
 Village ... Darghai ..... Square/Killa .....  
 Gross/Culturable Commanded Area ..... Acres  
 Electrification Circuit .....  
 Constructed by ... H. T. Smith, Inc. ....  
 Drilling method ... Reverse Rotary .....

LEGEND

- Fine Sand
- Coarse Sand
- Silt
- Blank Casing
- Clay
- Kankar
- Screen or Slotted Casing

TUBEWELL

	DIAMETER INCHES	DEPTH (OR LENGTH) FEET	TYPE	MFG. SOURCE	REFERENCE DATUM
Borehole	2 1/2	280			Ground level
Housing Casing	16	66 1/4"	M. Steel	Pakistan	Pedestal Top
Reducer	16/10	1' 10"	M.S/F.G.	Pakistan/Koppers	
Blank Casing	16	5' 1"	F.G.	Koppers	
Slotted Casing (a <sub>1</sub> )	10	201 1/2"	F.G.	Koppers	
Slotted Casing (a <sub>2</sub> )					
Cased Depth		274 1/2"			Pedestal Top
(a <sub>1</sub> ) Slots	1 3/4 x 3/32		Sq. in. per lin. ft.		
(a <sub>2</sub> ) Slots			Sq. in. per lin. ft.		

EQUIPMENT

PUMP :		MOTOR :	
Make	KSR	Make	Siemens
Capacity	5.0 cusecs 2245 gpm*	Hp	30
Head	45 feet*	Rpm	1470
Stages	1 no.*	Volts	380
Impeller dia	259/226 mm	Amps	52
Suction pipe	8" x 10" feet	Cycles	50
Lubrication	Water	Model No.	50RA 1526-4
Model No.	B140/1	Serial No.	LPK 604960
Serial No.	03-4937		

COLUMN PIPE :  
 Diameter .... 10 inches  
 Length ..... 40 feet  
 Shaft Diameter .30 inches/mm.

MOTOR CONTROL :  
 Make ..... Siemens  
 Serial No. .... 525  
 Size motor rating ... 30 HP

\* Design characteristics of pump. See test data for number of stages installed and performance.

TEST DATA

Depth measurement from ground level

Date	14-7-69		
Depth water table (feet)	9' 11"		
Pump stages installed	1		
Drawdown (feet)	20' 3"		
Discharge (cusecs)	5.55		
Specific capacity (gpm/ft.)	123.01		
Conductivity (micromhos)	380		
Volts	380		
Amps	49.0		
Cycles	50		
Rpm	1475		
Kilowatts	28.50		
Power factor	.89		

Values in first column obtained from acceptance test

☒ SCARP 井戸の記録 TUBEWELL NO. RP-31

## 4 総合所見

### 4.1 事業実施の可能性

事業の実施主体は、現段階では各州灌漑省である。しかし、パキスタンでは、NDP との関係で Provincial Irrigation Development Authority (PIDA) の設立が計画されており、この実現状況によって実施主体が変更される可能性もある。

いずれにしても、政府が管理する井戸については、井戸施工および保守技術の改善、定期的な維持管理方法の導入を目的とした技術援助を実施することが必要である。

### 4.2 協力の意義

パキスタン国にとって湛水障害および塩害は非常に大きな問題であり、政府もこの問題の解決に長年取り組んできた。しかし、井戸の施工および維持管理が不適當であるために、井戸の揚水量が極端に減少し、当初の地下水位低下効果が期待できなくなった地区もある。しかし、NDP には井戸の維持管理計画が含まれておらず、この方面での技術移転が必要とされる。一方、わが国では、近年特に大都市部において地下水の揚水過多による地盤沈下が発生しているため、新規の井戸の増設よりも古い井戸の改修が盛んに行われている。この分野で蓄積された技術は、今回の計画に十分生かせるものと考えられる。

### 4.3 事業実施の問題点

井戸の施工および保守技術・維持管理方法の改善を目的とした本計画は、本来 NDP の一部となるものであるが、現在の段階では NDP に含まれていない。今後、NDP 実行計画における、井戸の保守管理技術の位置づけを明確にし、調整する必要がある。また、NDP のプロジェクト費用のドナーとして世界銀行が見込まれているが、世界銀行は援助の条件として PIDA の設立を条件としている。PIDA の設立が待たれる。

## 添付資料

## 1. 調査者略歴

---

岸洋一

S 17.11.10	生
S 41.3	北海道大学農学部農業工学科卒業
S 43.3	北海道大学大学院農学研究科修了
S 43.4 ~ S 45.11	帯広畜産大学 文部教官
S 45.12 ~ S 46.5	北海道開発局土木試験所 研究員
S 46.5 ~ S 50.9	北海道開発局土木試験所 主任研究員
S 50.10 ~ S 60.9	北海道開発局土木試験所 副室長
S 60.10 ~ S 61.4	北海道開発局土木試験所 室長
S 61.5 ~ S 61.9	北海道大学農学部 講師
S 61.10 ~ S 62.4	日本技研株式会社海外事業本部 参事
S 62.5 ~	日本技研株式会社海外事業本部 部長

カシム・サイド (国籍 パキスタン)

1959.8	生
1983	パキスタンラホール技術工科大学 卒業
1991	オランダデルフト国際水理環境技術研究所 修士修了
1984.4 ~ 1985.8	パンジャブ州灌漑省 (IPD) ムルタン事務所 D.G.カーン支所ヒルトレント担当
1985.8 ~ 1988.3	(IPD) ムルタン事務所D.G.カーン支所ハジプール担当
1988.3 ~ 1990.10	(IPD) ムルタン事務所D.G.カーン支所ガジャニ担当
1990.9 ~ 1991.10	(IPD) オランダ留学
1991.10 ~ 1992.6	(IPD) ムルタン事務所D.G.カーン支所河川工事担当
1992.6 ~ 1994.9	(IPD) ムルタン事務所設計担当
1994.9 ~	日本技研株式会社 技師

---

## 2. 調査日程

日付	行程
1996.11.1	成田発、バンコク着
11.2	カラチ着
11.3	ムルタン着、パンジャブ州灌漑省ムルタン地域事務所、D.G.カーン地域事務所 SCARP-III 支所挨拶、打ち合わせ
11.4	ムザファルガーSCARP現地事務所資料収集、整備工場視察、現地調査
11.5	ムザファルガー現地調査、ラホールへ移動
11.6	パンジャブ州灌漑省挨拶、討議、資料収集
11.7	WAPDA討議、資料収集
11.8	資料整理
11.9	イスラマバードへ移動、連邦洪水委員会挨拶、討議、報告
11.10	JICA、UNDP挨拶、報告
11.11	FAO、大使館挨拶、報告
11.12	カラチへ移動、灌漑省打ち合わせ
11.13	カラチ発、バンコク経由成田着

## 3. 収集資料一覧

- (1) INDEX PLAN OF SCARP III, SCARP-III CIRCLE, MULTAN
- (2) NATIONAL DRAINAGE PROGRAMME, SUB PROJECT (REHABILITATION OF 238 TUBE-WELLS, SCARP-III CIRCLE, MULTAN
- (3) NATIONAL DRAINAGE PROGRAMME, SUB PROJECT (INSTALLATION OF 110 TUBE-WELLS, SCARP-III CIRCLE, MULTANR
- (4) FEASIBILITY STUDY NATIONAL DRAINAGE PROGRAMME I, EXECUTIVE SUMMARY, NESPAK AND MOTT MACDONALD INTERNATIONAL LIMITED

## 5. 現地写真

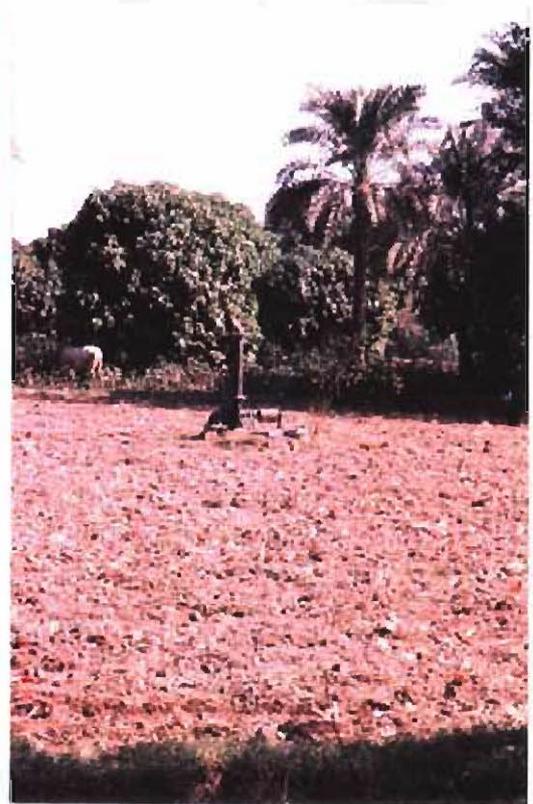
込まれる。それに伴い、機能の低下した井戸の再活性化と新規政府管理井戸の稼働年数の延長が見込まれ、便益の発生が期待できる。事業実施地区の周辺地域への波及効果も期待できる。

#### 4. 面会者一覧

名前	役職
パンジャブ州灌漑省：ムルタン、ムザファルガー地域	
Mr. Mian Abdul Ghaffar	Superintending Engineer, SCARP III Circle
Mr. Abdul Jalil Tariq	Chief Engineer, Multan Zone, Irrigation
Mr. Qazi Anwar Ali	Superintending Engineer, Mechanical Circle,
Mr. Rao Mohammad Raiz	Senior Engineer, Mechanical Circle,
Mr. Mumtaz Ahmad Khan	Executive Engineer, Stores & Workshop Division, Muzaffargarh, SCARP-III
Mr. Amjad Ali	Sub-Divisional Officer, Tube-well Operation Sub-Division No III, Muzaffargarh, SCARP-III
パンジャブ州灌漑省：ラホール	
Mr. Chaudry Riaz Hussain	Secretary, Irrigation & Power Department, Lahore
Mr. Khalid Saeed	Deputy Director Technical, SCARP Monitoring Organization, WAPDA
Mr. Chaudry Dilpazeer	Officer on Special Duty SCARP, Irrigation & Power Department, Lahore
UNDP:	
Mr. Yasumitsu Doken	Programme Officer, United Nations Development Programme, Islamabad
Mr. M. S. Tanauli	Programme Support Officer, United Nations Development Programme, Islamabad
FAO:	
Mr. Tsukasa Kimoto	FAO Representative in Pakistan, Islamabad
Mr. Syed Mohammad Ali	FAO Programme Officer, Islamabad
FEDERAL FLOOD COMMISSION	
Mr. Illahi B. Sheikh	Chief Engineer (Flood), Office of Chief Engineering Adviser & Chairman Federal Flood Commission
日本大使館：	
Mr. Koji Yamada	First Secretary, Embassy of Japan
JICA パキスタン事務所	
Mr. Akira Murata	JICA Representative in Pakistan
Mr. Tetuya Suzuki	JICA Deputy Resident Representative
Mr. Mahmood A. Jilani	JICA Deputy Resident Representative & Chief Programme Officer



井戸の水が水路に流れ込んでいる様子。  
井戸の水は水路灌漑の補助として用いられている。



農家自らが掘った井戸。  
SCARP井戸に比べ建設費、維持費がはるかに安価。



SCARP井戸。  
平均揚水量は70.6 m<sup>3</sup>/s



老朽化したSCARP井戸。  
上の井戸と比べはるかに揚水量が落ちている。



腐食したポンプ。



腐食したポンプのローラー部



モーターのまき直し  
を行っている。  
ポンプやモーターは  
故障しても比較的容  
易に修理できる。