

インド，ビハール州，シャハバード地区

かんがい農業調査報告書

1972年6月

海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1014061E4J

国際協力事業団		
受入 月日	84. 3. 21	107
		83.3
登録No01154		AF

は し が き

インドと日本の技術協力の一環として、既にインド・ビハール州に設置されている農業普及センターが、今回その協力期間が延長される機会に、センター活動をさらに拡充することになった。

すなわち、サブセンターの施設充実、特に灌漑施設の整備を通じて、改良農法を可及的に広く農民の間に普及させることを狙とした。

日本調査団インド側専門家と協力して、この調査に当り、既存の灌漑施設とこれを補完する新規灌漑施設との相関性を、農民レベルにおいて解明し、その総合的展開を計らうと努めた。

周知の様に、インドは灌漑の歴史の古さにおいて、技術の内容において、世界に冠たる国の一つである。その巧みな灌漑機構、灌漑に関する哲学的思考など広く高く評価されてきた。

僅か50日の調査、そのうち現地の滞在はもっと短かかった本調査が、能く日本の技術をして農民レベルの技術、社会、経済の織り成す伝統的農業の真随を把握せしめ得たか否やについては、少なからず不安がもたれる。

しかし、調査団はインド側技術者と共に最善を尽してこの短い期間を有効に、実あるものにするべく努めた。この報告書には 技術者らしく卒直に見解を表明している。勿論、真相からほど遠い意見もあろうと思う。又その実現の非常に難しいものもあろう。これらのうち実施可能なものは今後の技術協力の線の中で漸進的に、弾力的に処理されることを強く望みたい。

終りに、調査団の構成から出発、実施、帰国、報告書作りまでの間、インド、日本の多くの関係者の皆様から手厚い援助を頂いたことに深く御礼を申上げる。

1972年6月

日本調査団長 福田 仁 志

インド・ビハール州シャハバード地区

かんがい調査団名簿

氏名	担当業務	
福田 仁志	団長	東京大学名誉教授 海外技術協力事業団顧問
林 堯	かんがい	八郎潟新農村建設事業団工務部
笹野 伸治	かんがい	農林省土木試験場土地改良部 環境整備研究室
馬場 一雄	水、土質	新潟県農地部計画課
猿山 光男	地質	農林省北陸農政局計画部資源課
千田 徳夫	調 整	海外技術協力事業団 内原国際農業研修センター

目 次

は し が き

調査団員名簿

第 1 章	調査の目的	1
第 2 章	調査の経緯	2
第 3 章	基本方針	4
第 4 章	Shahabad Dist. の現状分析	6
4.1	農業をめぐる一般的諸条件	6
4.1.1	降雨と気温	6
4.1.2	Crops & Crop Periods	10
4.1.3	農用地面積, かんがい面積及び作付作物	10
4.1.4	農用地所有状況	12
4.1.5	行政組織及び農業行政組織	12
4.2	かんがいに関する諸条件	16
4.2.1	地帯区分	16
4.2.2	降雨量とかんがい必要水量の関係	16
4.2.3	かんがい必要水量	25
4.2.4	Canal area におけるかんがい状況	36
4.2.5	Flooded area におけるかんがい状況	51
第 5 章	各サブセンターの農業水利現況	55
5.1	Suara	55
5.2	Bikramganj	56
5.3	Katar	56
5.4	Garhani	57
5.5	Ekauna	58
5.6	Kulharia	59
第 6 章	Shahabad Dist. の水利の改善	61
6.1	狙い	61

6.2	Flooded area について	61
6.2.1	改善目標の検討	61
6.2.2	現況の評価	63
6.2.2.1	Flood Control の現状について	63
6.2.2.2	既存のかんがい施設の利用率について	63
6.2.2.3	新規のかんがい施設の増設について	63
6.2.3	Flood Control 及び Irrigation に関する具体策	63
6.2.4	Closing dike に関する検討と提案	68
6.2.5	Tube Well の高度利用	71
6.3	Canal area について	74
6.3.1	改善目標の検討	74
6.3.2	現状の評価	74
6.3.3	Sone Canal System に関する改善の具体策	78
6.3.4	通水ルールについて	79
6.3.5	Village Channel の増設と農民の水利組合による管理	80
6.3.6	減水深と水不足状況の点検	81
第7章	地下水開発の現状(実態)	84
7.1	地下水利用状況	84
7.2	地下水開発組織	92
7.2.1	Minor Irrigation Department	92
7.2.2	Lift Irrigation Department	92
7.3	地下水利用上の問題点	93
第8章	サブセンター周辺の農業用水利用実態と水理地質	96
8.1	Shahabad Dist の自然立地条件	96
8.2	Suara	99
8.3	Katar	103
8.4	Garhani	109
8.5	Ekauna	113
8.6	Kulharia	115
第9章	Tube Well	125

9.1	前提条件	125
9.2	計画諸元の検討	127
9.2.1	井戸深度	127
9.2.2	井戸構造, ポンプ, 動力	127
9.2.3	日揚水時間	132
9.2.4	計画揚水	132
9.2.4.1	うづまきポンプ	134
9.2.4.2	タービンポンプ	134
9.2.5	計画揚水量	134
9.2.6	単位用水量	134
9.2.7	井戸かんがい面積	134
9.2.8	井戸配置	135
9.2.9	水源施設の経済比較	136
9.2.10	配水方法	137
9.2.11	水源計画諸元	137
第 10 章	予備実施計画	141
10.1	Kulharia	141
10.2	Garhani	143
10.3	Katar	146
10.4	予備実施設計地区の業務内容 (総括)	146
10.5	供与機材	148
10.6	さく井年次計画	150
10.7	今後の調査方針	153
10.8	事業推進にあたっての具体的な課題	154
参考資料 1.	電力料金	156
2.	さく井経費	158
3.	電気探査記録	160
4.	揚水試験記録	163

第1章 調査の目的

本調査の狙いは、農業普及センターが1968年から展開してきたインド・ビハール州の Shahabad Dist. に散在する六カ所のサブセンター（従来そのように呼ばれてきたが、活動の性格上は Extension Area に類する地域）が同地域において安定したかんがい水を確保するための可能性を検討し、これの実現によって従来行われてきたあらゆる普及活動を定着せしめ、さらに、農民の組織化を促がし、かくて安定した高収量技術を地域社会に一般化するための Impact を与えることにある。

これらの六カ所のサブセンターが位置する地域はガンジス河（Ganga）とソン河（Sone）にはさまれた広大な沖積地であって、しかもソン河からの水取入のかんがい施設として19世紀後半に英国の手でつくられた組織がめぐらされており、これに近年その数マイル上流に建設された近代的 Barrage によってかんがい水が供給されている。

したがって、本調査はインド側技術者と協力して、先ず現況を把握した上、既設のかんがい施設を最大限利用することによってかんがいの効率向上をはかる策を第一義として調査した。かんがい地域内、あるいはその周辺で水利の便の及ばない場所については地下水などの水源利用、開発を考慮する。かくて新旧のかんがい施設を有機的に作動させ得るような総合的アプローチを試みた。

このアプローチは、農業普及センターが活動を展開しているサブセンターにも適用されなければならないと同時に、今後、インド自体が行うであろう当地域のかんがい施設改善の指標ともなり得るであろう。

第2章 調査の経緯

1970年6月、当時の宇山駐印大使がビハール州政府において首席大臣と、この農業普及センターの活動の一つとして灌がい施設の必要を話合ったのが最初である。即ち、農民へ利潤をもたらすためにはサブセンター活動を充実させることが必要であり、そのためには自然的、社会的、技術的阻害要因を一つ一つ打破せねばならない。特に確実な水の供給は種々の方策の根源であるから水利の改良は農民レベルでの普及活動を助け、実の多いものにするということが話題の中心となった。

続いて、1970年10月にOTCAから現地に派遣された阪本正、重富哲夫両氏は、農業普及センターの協定期間延長問題にともなう今後のセンター運営の基本方針を現地専門家、州政府側と真剣に討議し、かつ、現地調査の結果、サブセンターを中心とした地下水開発が最も有望な方策の一つであると報告された。

そして、1972年3月、正式にインド政府から専門家派遣の要請が日本政府に送付されるに至った。

今回の調査開始までは、地下水利用に対する要望が強く打ち出されていたのであるが、当農業普及センター及び同Dist. 内に設定されたサブセンターは第1章にも述べたように、世界銀行融資により建設された頭首工(Barrage)と、大規模灌がい水路系内にほとんどが属していることを考慮に入れて、地域を水源毎に区分し、サブセンターそれぞれの現況を明らかにすると共にそれらの改善を企図した。このことは、本調査団がビハール州政府でシャルマ農業次官(S. M. Shama. Agricultural Secretary)からうけた要請にも添うものである。

一方、六カ所のサブセンターのうち、上記の既存の施設を活用できないか、もしくは、ここ短日月には利用することができない場所、即ち、Kulharia (Koilar Block)、Garhani (Charpokhari Block)及びKatar (Piro Block)については、特に水源を地下水にもとめざるを得ない状況であるとの判断の上に、三つのサブセンターとその周辺についてはTube Wellに関する調査を実施した。これらの三カ所のサブセンターについては、現地日本人専門家からも今後の普及活動の拠点としての役割をはたし得る場所として優先順位をつけられた場所である。

本調査団の先発者である福田団長及び千田団員は3月14日ニューデリー到着後、日本大使館、OTCA事務所、さらに中央政府を含めた下記の機関と意見交換、資料収集を行った。

MR. A. Hakim

Director of Agriculture

Ministry of Food & Agriculture

MR. S. K. Jain Chairman, Central Water &
 . Power Commission,
 Irrigation & Power Dept.

MR. J. K. Jain Joint Commissioner of Minor Irr.
 Agriculture Dept.

MR. I. K. Mahajan Secretary, International Commission
 on Irrigation and Drainage.

そして、後発者の林、馬場及び猿山団員のカルカッタ到着に合せて3月18日にビハール州パトナ近郊にある農業普及センターに到着した。一方、後発の団員は在カルカッタ日本領事館、Geological Survey of India等を訪問した後、3月21日に北上して団長と現地で合流した。

現地ビハール州においては

MR. S. N. Sharma Agriculture Secretary,
DR. C. Thakur Director of Extension
MR. M. Prasad Chief Engineer,
 Minor Irrigation Dept.

及び現地駐在専門家の宮坂忠次（チーフアドバイザー）、明田重俊（農業普及）両氏との意見交換から業務が開始された。

3月23日から農業普及センター、六カ所のサブセンター及びこれらを取りまく諸施設を概査し、討議した結果、第3章に記したような本調査の基本方針が完成して、団長離印の直前、即ち3月30日に州及び中央両政府へ提出された。

以後、4月6日笹野団員が加わり、4月14日林、馬場両団員の帰国等はあったが前記宮坂、明田両現地滞在専門家を始めとする農業普及センター職員、Minor Irrigation Dept., Lift Irrigation Dept. 及び Canal Dept.等の協力を得てサブセンターの現地調査、基礎調査、資料収集が前半に行われ、後半は実施設計にともなう精査、補充資料の収集等が実施された。

そして、笹野、猿山及び千田団員は4月27日現地滞在専門家と最後の打合せののち、州政府側へ調査結果の骨子を報告した。

その後、ニューデリーにおいて、日本大使館、O T C A事務所、中央政府へ同様の報告をすることによって全日程を終了するに至った。

第3章 本調査の基本方針

ガンデス河流域，特に右岸の丘陵地から緩勾配の耕地に及ぶ範囲は，地下水の豊富な処として古くから有力な灌がい水源を提供してきた。シャハバード地区もその例外ではない。従って灌がい施設の拡充が要望される際には，まず地下水のポンプ揚水が考えられるのは当然である。

しかし本調査団が今回関係した農業普及センターの活動地域は，既に100年余の灌がいの経験をもち，1968年にその施設が世銀の融資によって改善されたところである。新設灌がい地域といえども，地形上水の届かない地点，あるいは届き得る地点でも水管理の不備で灌がいされない状態で残っている場所もある。

本調査団は上記の事情に留意し，現地全体を踏査してから次のような調査の基本方針を定めた。

- 1) 既存の灌がい施設のあるところ，補充的灌がい施設を追加する場合は，まず既存施設を充分調査の上，その改善，効率化を実行してから，新施設を入れるべきであろう。既存施設を非能率の状態のままにして新施設を入れると，新施設そのものも又非能率状態になるからである。
- 2) 灌がいは排水及び技術，社会，経済などおおよそ改良農法に関係をもつ多くの要因と緊密な協力の態勢で運営されなければならない。
- 3) 農業の普及活動が実あるものになるには，インド側の専門家，普及員が活動の主役とならねばならない。
- 4) 地下水利用の前に，対象地を水利特性にわけて，Canal areaとFlooded areaとし，各々の改善方策を企画する。かくて後述の地下水による補充的灌がい施設との協力条件を現地にて考究する。
- 5) Tube Wellによる地下水利用を，既存の灌がい地（Canal areaで充分改善された状態を更に補充の意味で）と洪水地（Flooded area）に考慮する。
- 6) Flooded area； Tube Wellの安全な活用と，洪水被害防止策を狙って低い堤防で，適当な地域を囲み，一種のClosing “Ahar” Systemを実施することの可能性を検討する。
- 7) Canal area； 既存の灌がい施設，特にVillage Channelの改善効率化を計る。それにLink WellをLinkして協力する途をさがす。

8) 本調査団、農業普及センター及びインド側専門家の合同協議の結果、現在考えられている六カ所のサブセンターのうちで、その優先順位を考えた。即ち、Flooded area では Koilwar 近くのを、Canal area では Charpo - Kuhari と Piro のものを選定した。

第4章 Shahabad Districtの現状分析

4.1 農業をめぐり一般的な諸条件

ShahabadはBihar州北西部の1 Districtである。表4-1にその主要諸元を示す。

また図4-1に位置図を示す。

4.1.1 降雨と気温

ShahabadのClimographを図4-2に示す。

Bihar州は次の四季に分けられる。

- ① South-West Monsoon 1/6~30/9
- ② North-East Monsoon 1/10~31/12
- ③ Winter Period 1/1~28/2
- ④ Hot Weather Period 1/3~31/5

の4つに区分される。表4-2に各月別の降雨量及び降雨日数を示す。

Table 4 - 1 Shahabad District 概要

項 目	数 値	備 考
1. Total geographical area by village papers.	2,810,880 AC	1968-69
2. Net area under cultivation	1,818,400 AC	1968-69
3. Area irrigated	1,033,000 AC (57%)	1968-69
4. Area under principal crops		1968-69
1) rice	1,240,000 AC	
2) wheat	655,000	
3) barley	36,000	
4) maize	55,000	
5. Population		
1) male	2,014,564	1971
2) female	1,923,702	
3) total	3,938,266	
4) Variation	+22.4%	1961--1971
5) density	897 per sq miles	1971
6) total workers	1,194,000	1961
7) as cultivator	579,000	
8) as agricultural labourer	281,000	

(Source: "Bihar through figures 1969" Bihar state)

Table 4 - 2 降 雨 (1901 to 1950) PATNA

	rainfall	rainy days
1. South-west monsoon	mm	days
June	125.4	
July	301.3	
August	341.4	
September	215.8	
(total)	(938.8)	(42.7)
2. North-east monsoon		
October	49.7	
November	9.2	
December	5.5	
(total)	(54.4)	(3.3)
3. Winter period		
January	19.4	
February	24.4	
(total)	(44.2)	(3.5)
4. Hot-wether period		
March	9.5	
April	6.6	
May	14.7	
(total)	(30.8)	(2.7)
5. Grand total	1,129.9	(52.2)

(Source: "Bihar Through Figures 1969" Bihar State.
"Annual Season and Crop Report" Bihar State.)

Fig. 4-1 位置图

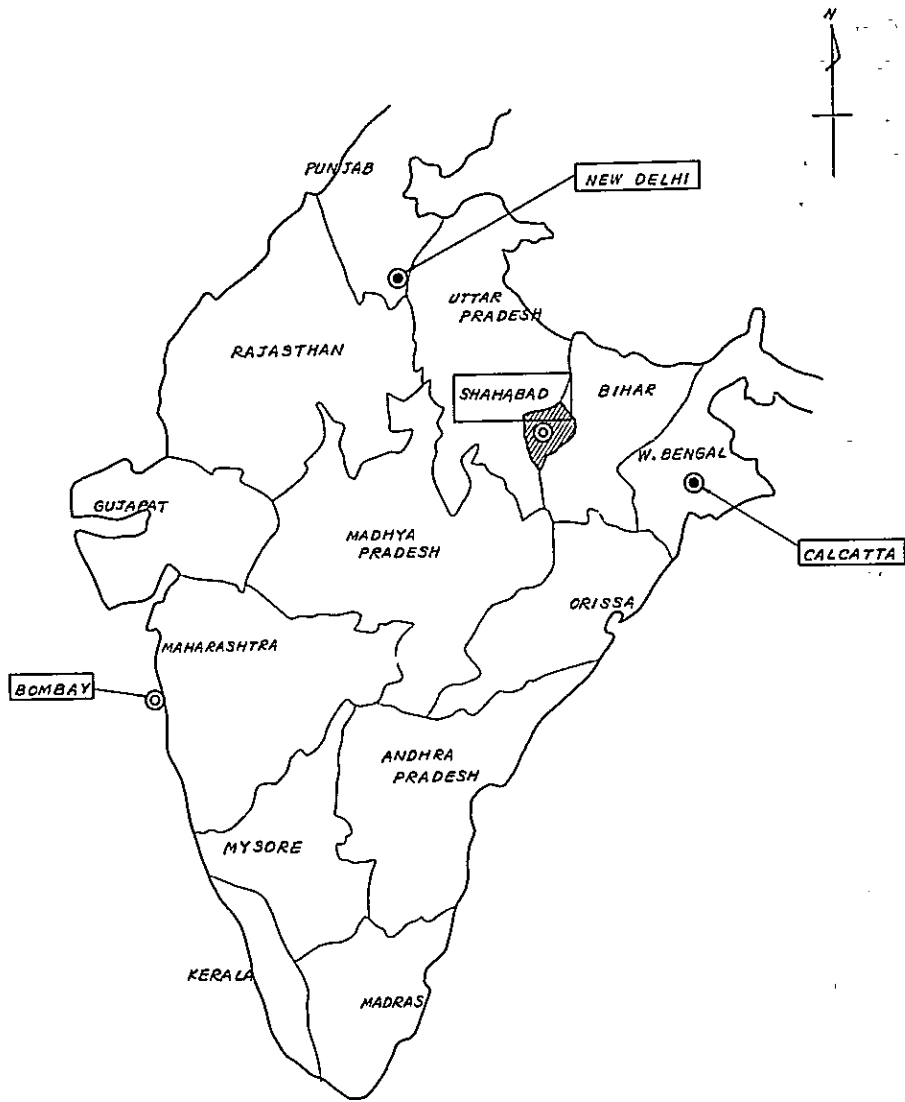
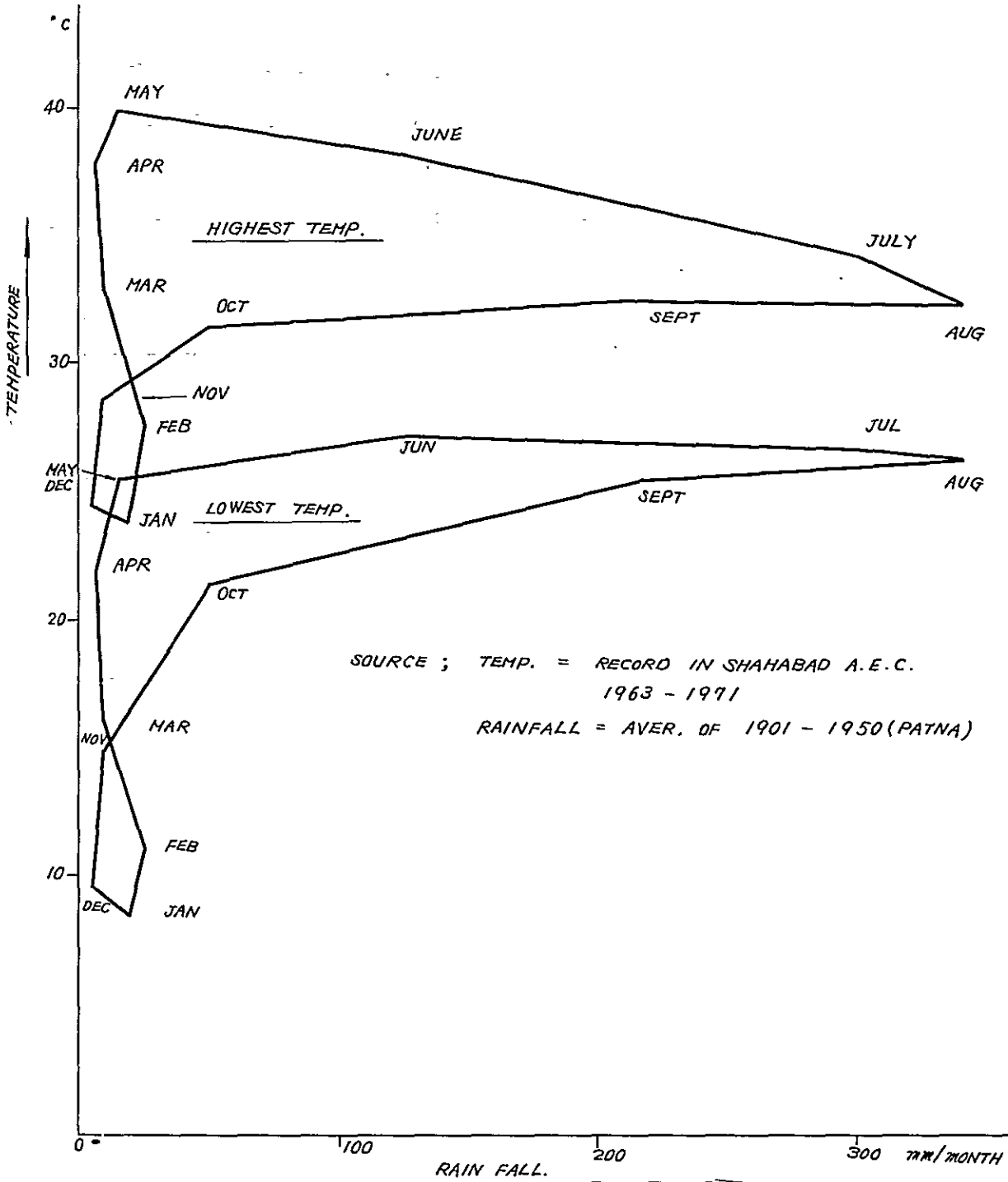


FIGURE 4-2 CLIMOGRAPH



4.1.2 Crops & Crop Periods

この地方の作物栽培期及び主作物は下記のとおりである。

- ① Kharif 期 6月中旬～10月下旬；水稻（高収量品種H.Y.V.の場合）
- ② Rabi 期 10月中旬～3月下旬；小麦
- ③ Summer 期 3月中旬～6月下旬；水稻

このうち South-West Monsoon の降雨に恵まれるのは Summer 期の終りから Kharif 期の中頃までである。これ以外の季節には人工的なかんがいが必要となる。

4.1.3 農用地面積、かんがい面積及び作付作物

表4-3に農耕地面積、表4-4に作付作物別のかんがい面積を示す。

Table 4-3 農耕地面積 1000 acres

1. Total area by village papers	2,811
2. Land not available for cultivation	828
3. Culturable waste land	
1) Miscellaneous trees and groves	7
2) Permanent pasture and other grazing land	3
3) Culturable waste other than fallow land	14
4) Other fallow land	24
5) Current fallow	116
TOTAL	164
4. Area sown	
1) Net area sown	1,818
2) Area sown more than once	944
TOTAL AREA SOWN	2,762

(Source: "Bihar through figures 1969")

Table 4 - 4 かんがい面積 (1965-66)

項 目	面 積	備 考
1. Canal		
1) Government canal	712,894 ac	
2) Private canal	0	
TOTAL CANAL	712,894	
2. Tanks	100,094	
3. Tube wells	56,143	
4. Other wells	34,069	
5. Other sources	261,305	
GRAND TOTAL	1,164,505	
1'. Autumn rice	3,169	
2'. Winter rice	1,121,272	
3'. Summer rice	928	
4'. Maize	103	
5'. Wheat	254,958	
6'. Barley	14,165	
..		
..		
TOTAL FOOD CROPS	1,493,875	
TOTAL NON-FOOD CROPS	2,940	
GRAND TOTAL (UNDER ALL CROPS)	1,496,815	

(Source: "Annual season and crop report" Bihar state)

4.1.4 農用地所有状況

表4-5に戸当りの農用地所有状況を示す。Shahabadの平均耕地面積は7.17 AC (2.9 ha) / 戸である。Bihar州の平均4.85 AC (1.76 ha) / 戸より大きい。

4.1.5 行政組織及び農業行政組織

表4-6～表4-8に農業に関する行政組織を示す。

Table - 5 耕地所有状況

	Shahabad district	Bihar state
under 1.0 acre	13.15 %	21.51 %
1.0 - 2.4	19.43	26.65
2.5 - 4.9	23.02	23.34
5.0 - 7.4	15.81	12.20
7.5 - 9.9	7.64	5.10
10.0 - 12.4	6.13	3.70
12.5 - 14.9	3.42	1.80
15.0 - 29.9	8.46	4.21
30.0 - 49.9	2.21	1.01
50.0 -	0.73	0.48
Average	7.17 ac	4.85 ac

(Source: '71 Census.)

Table 4 - 6. 行政ブロック

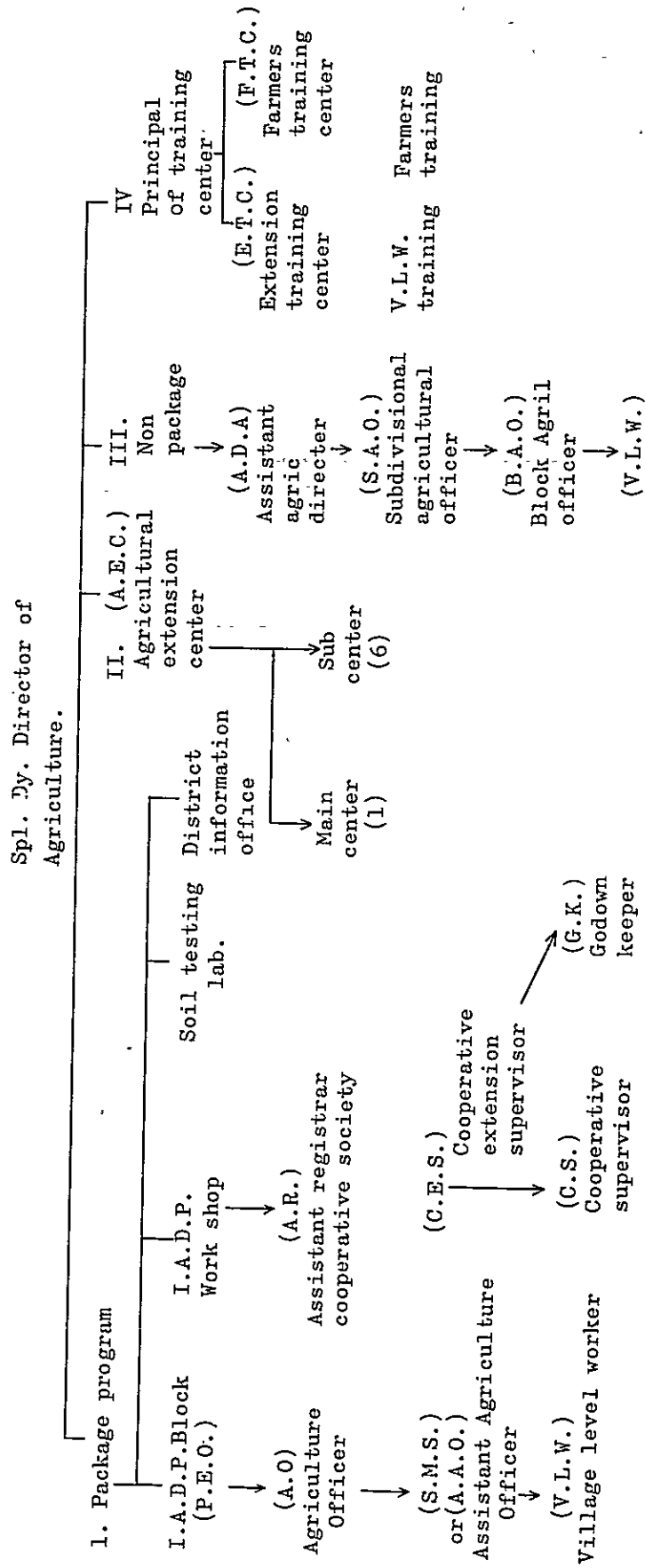
Shahabad District は下記の Sub-division & Block より成る。

a	b	c	d
Arrah Sub-division	Buxar Sub-division	Bikramganj Sub-division	Mohania Sub-division
1. <u>Arrah</u>	1. <u>Buxar</u>	1. <u>Bikramganj</u>	1. Mohania
2. Udvantnagar	2. Ranjpur	2. Karkat	2. Ramgarh
3. Koilwar	3. Itarhi	3. Dinara	3. Durgawati
4. Sandesh	4. Simri	4. Dawath	4. Kudra
5. Barhara	5. <u>Dumraon</u>	5. Kargahar	5. Bhabua
6. Shahpur	6. Nawanagar	6. Nokha	6. Bhagwanpur
7. Behea	7. Barhampur	7. <u>Sasaram</u>	7. Chainpur
8. <u>Jagdispur</u>		8. Sheosagar	8. Adhaura
9. Charpokhrri		9. Rohtas	9. Chand
10. Piro		10. Nawahatta	
11. Tarari		11. Chenari	
12. Sahar		12. <u>Dehri</u>	
		13. <u>Nasrigaj</u>	

Grand Total 41 Blocks

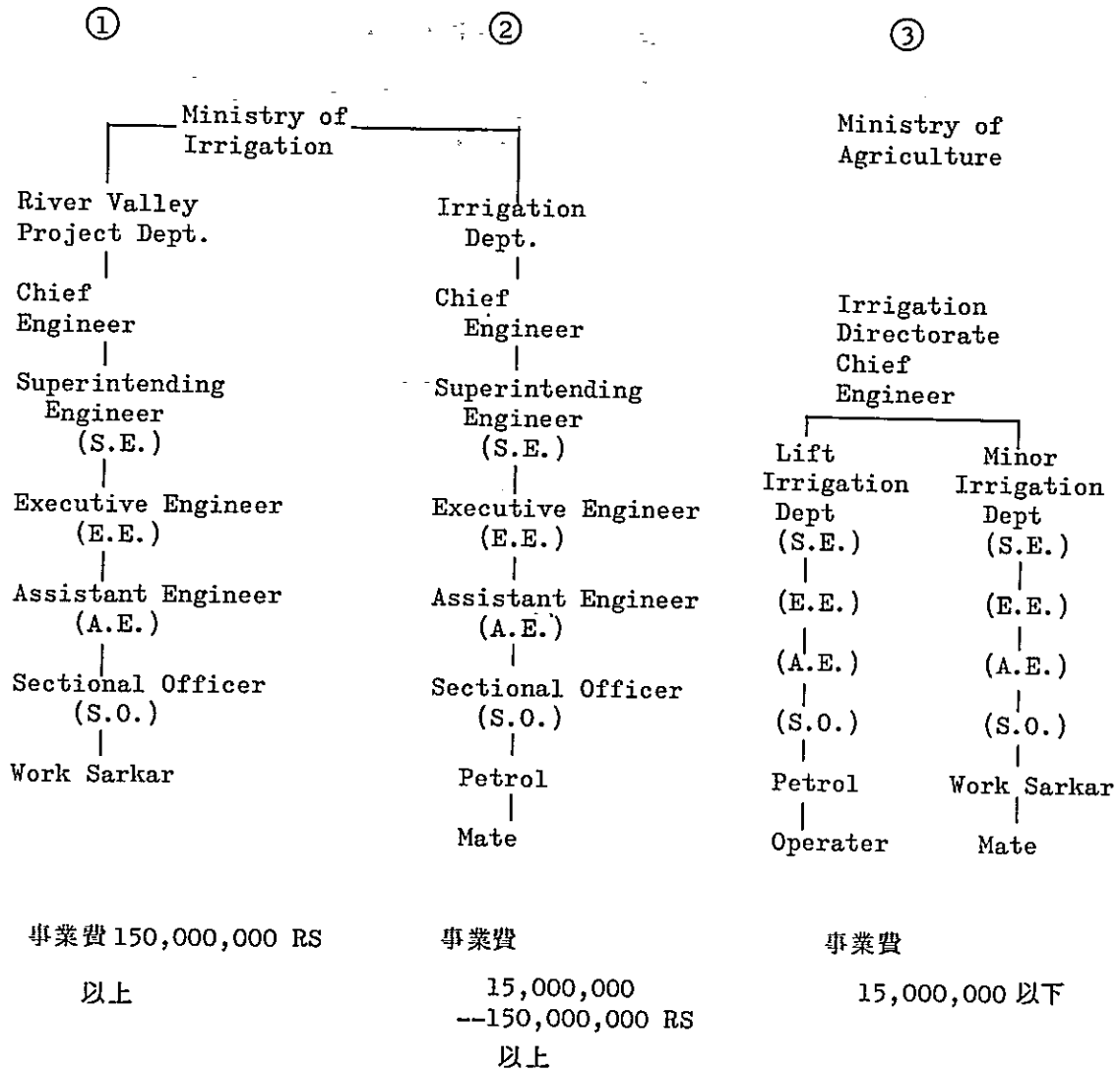
- 注) 1. under line は Town
 2. police station は 39
 3. 村の数は 6,096 , 内住民のいる村 4,757
 4. Panchayats の数 813.

Table 4 - 7. 農業行政系統



Source: Shahabad A.E.C の宮坂理事長ノモによる。

Table 4 - 8 かんがい行政組織



Source: Shahabad A.E.C. 宮坂理事長のメモによる。

4.2 かんがいに関する諸条件

4.2.1 地帯区分

Shahabad District は下記の3つの地帯に大別される。

- ① Diara Area (Ganges河及びSone河のFlooded Area)
- ② Canal Area (Sone Canal System の受益地)
- ③ Hilly Area (南部の丘陵地帯)

この区分を図4-3に示す。

4.2.2 降雨量とかんがい必要水量の関係

図4-4に各作期別の降雨量とかんがい必要水量との対比を示す。降雨の分布は年毎にかなり大きい差を示すので、年によってはKharif期の田植が不能になったり、生育が著しく阻害されたりする。Rabi及びSummerについては先述のとおり人工かんがいがない限り望ましい水量は得られない。

Fig 4-3 SHAHABAD DISTRICT

SCALE : 1 in = 16 mile

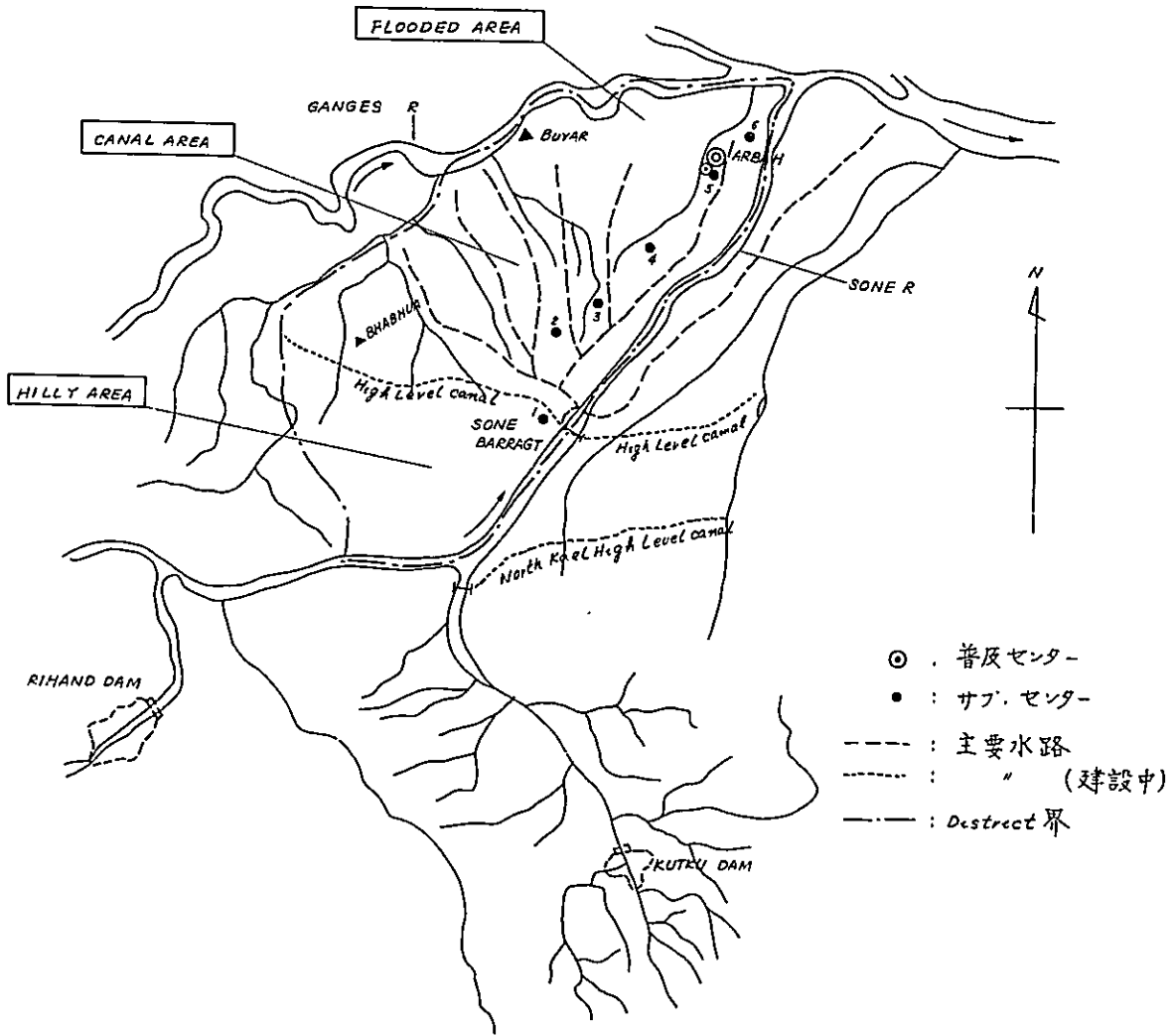


FIG-4-4(U) 成育相とかんがいの雨量その1

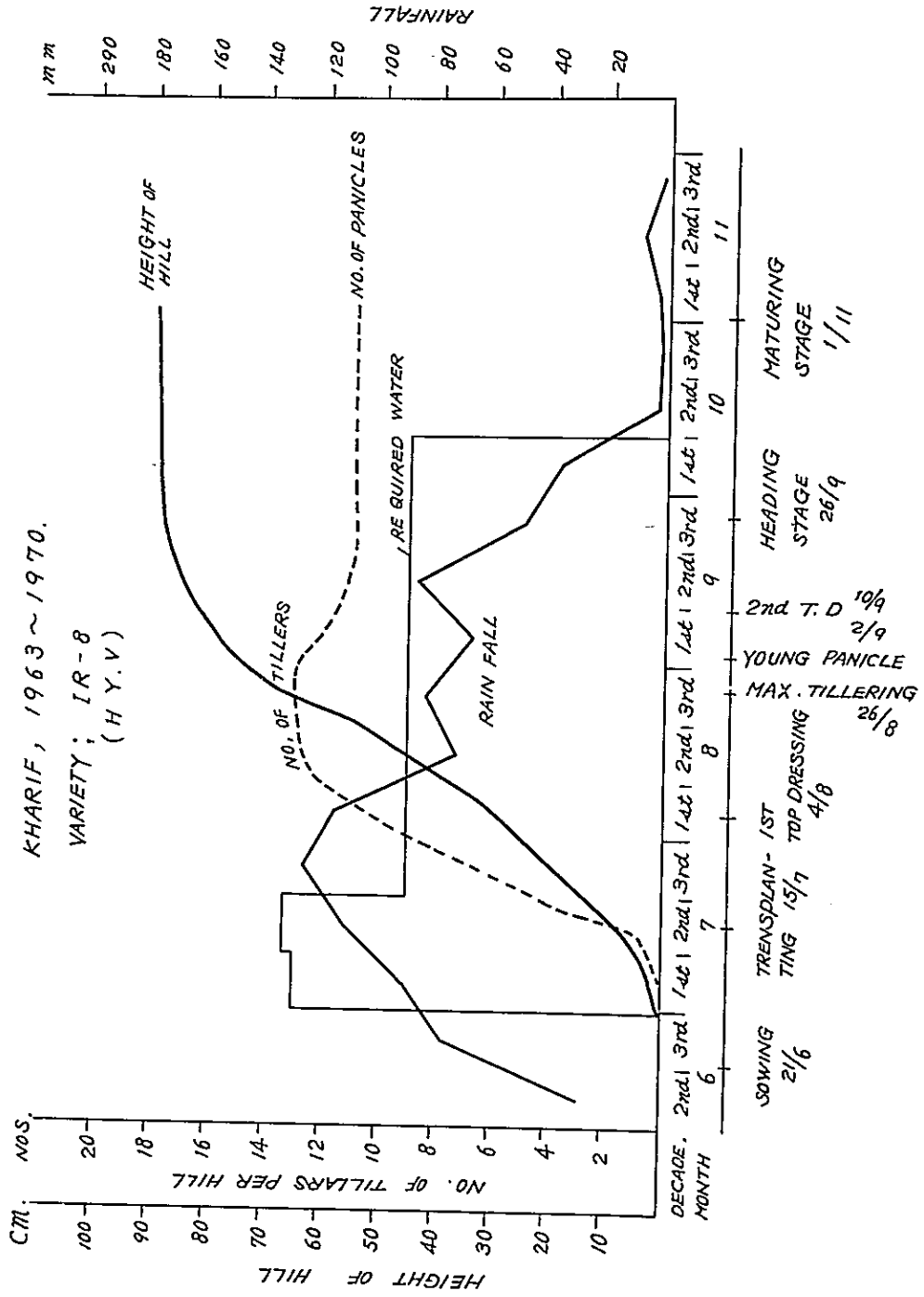


FIG 4-4 (2) 成育相とかんがい水量 その2

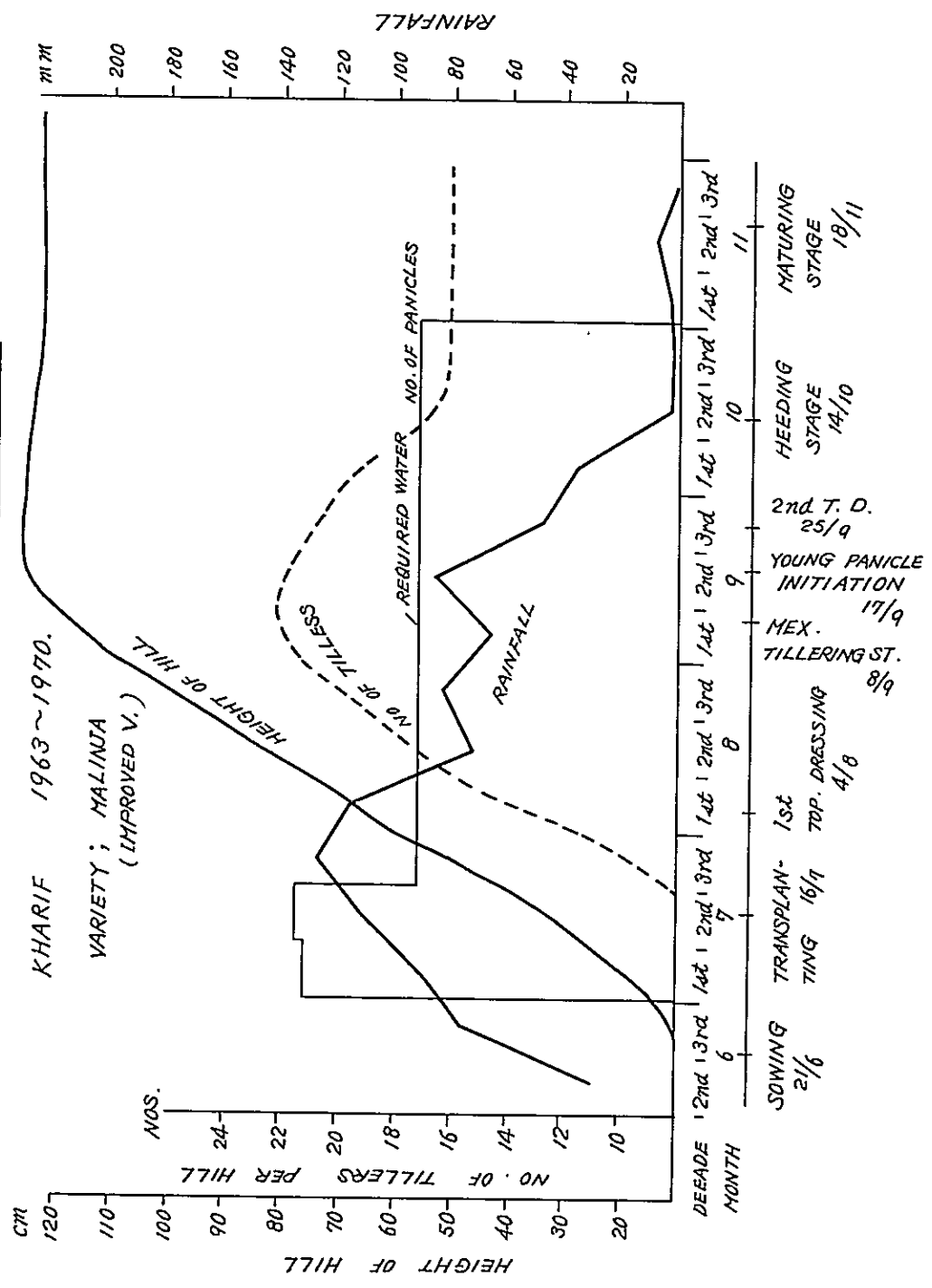


FIG 4-4 (3) 成育相とかんがひ水量 その3

SUMMER, 1963~1970

VARIETY ; PADMA
(H. Y. V.)

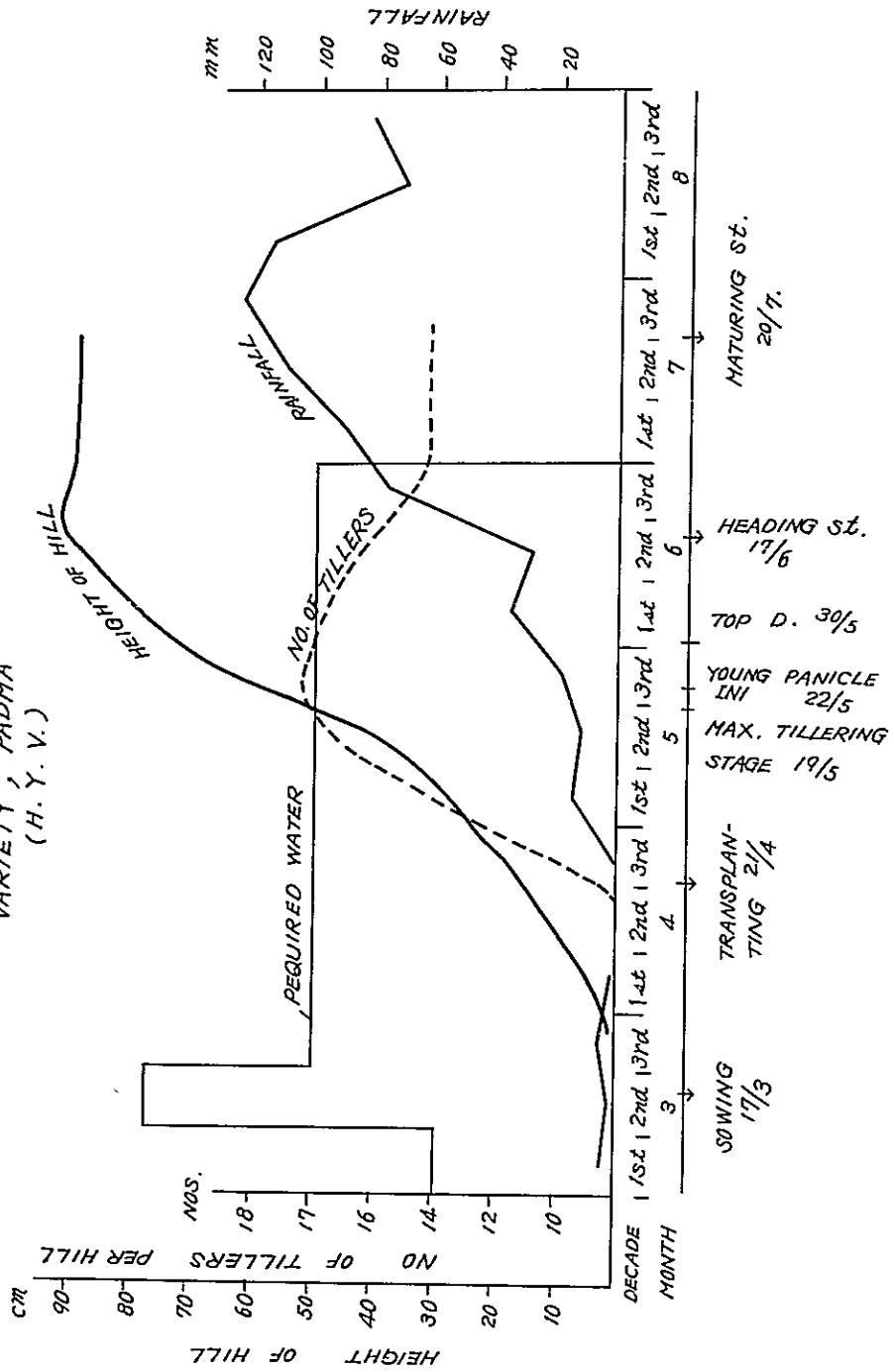


FIG 4-4 (4) 成育相とかんがい水量その4

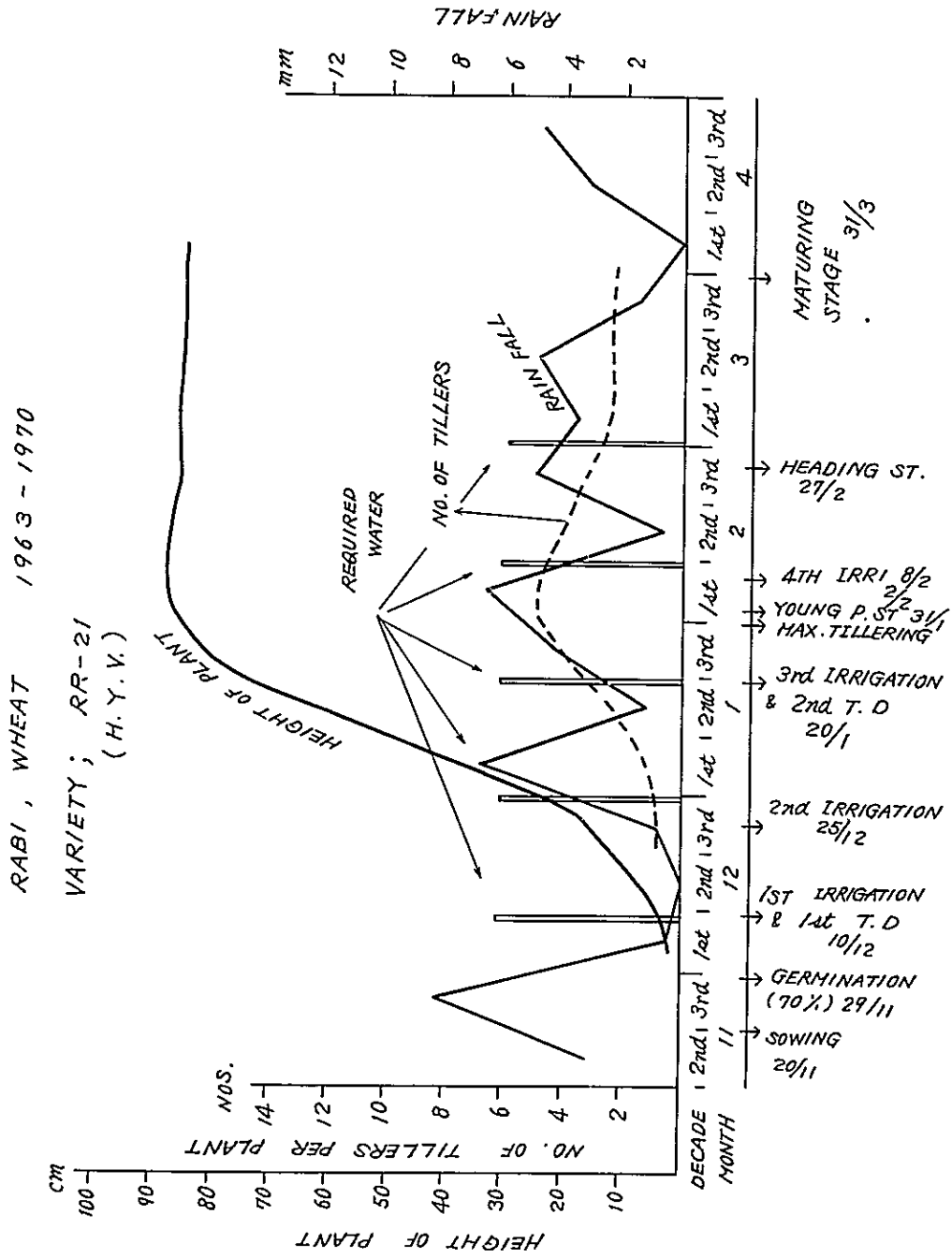


FIG 4-5-(2) 年度別降雨とかんかん必要水量 その2

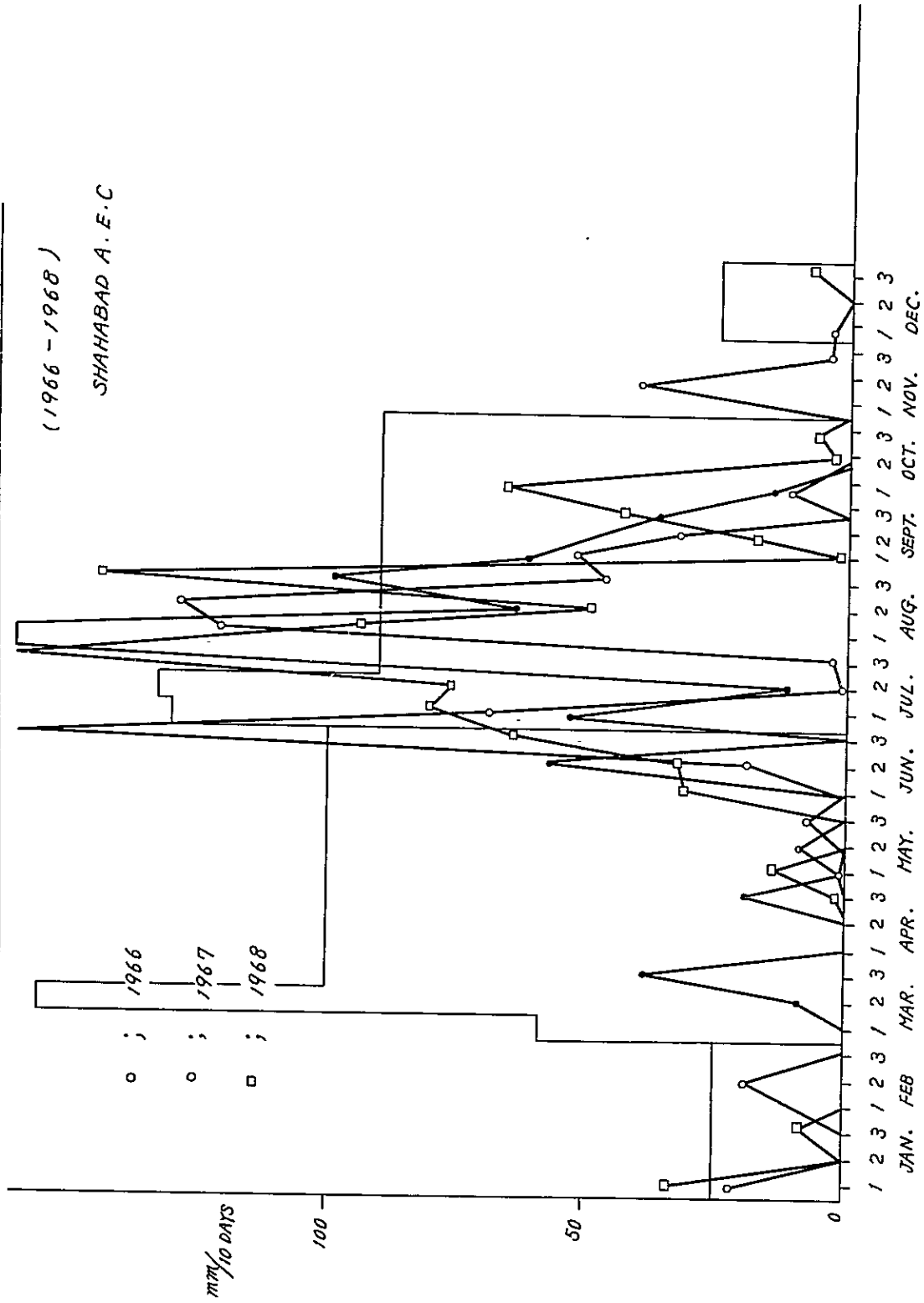


FIG 4-5-(3) 年度別降雨量とかんがい必要水量その3

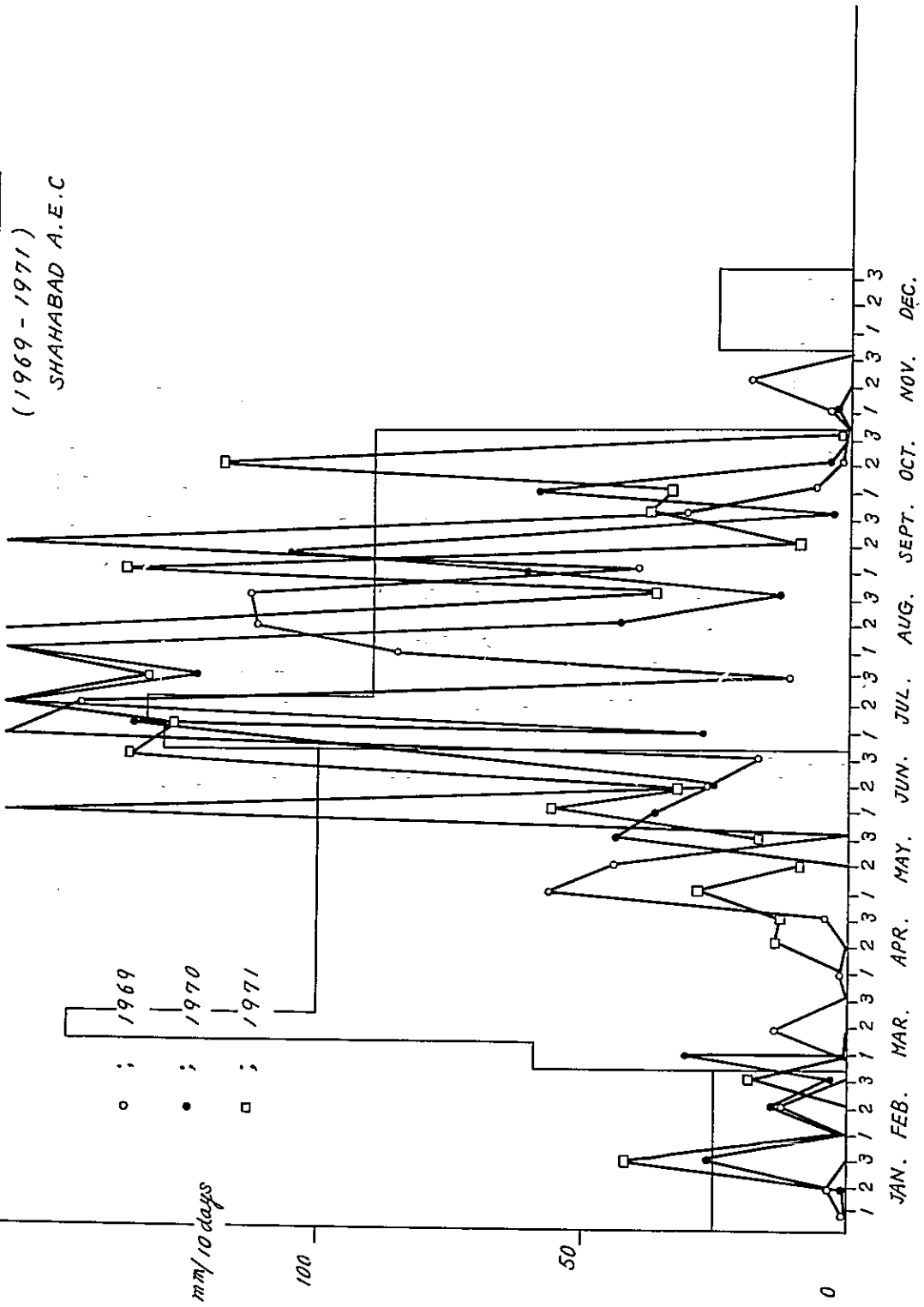


図 4 - 5 に各年の

降雨を用いた水収支を示す。このうち 1966 年は降雨量、分布、共に悪く、かんばつ年となった。

各作期別の総必要水量、有効な降水量、かんがい必要水量、かんがい用水の最大容量の対比を表 4 - 9 に示す。

4.2.3 かんがい必要水量

V . B . Priyani の著書 , " Irrigation Engineering " (1955 . 出版) によれば , インドにおける一般的なかんがい必要水量の基準は表 4 - 1 0 のとおりである。

Shahabad を含む Bihar 州の基準について , Rajendra Agriculture University の Dr . H . N . Pandey に意見を求めたところ , 表 4 - 1 1 の結果が得られた。これは表 4 - 1 0 の内容よりいくらか小さい値である。

Table 4-9 (1) かんがい必要水量の計算
(Kharif Rice - IR-8)

Month	events	Water duty in depth	Rain fall	Effective rain fall	Required Water	備考
Jun.	1st	*	37.2 mm	** 27. mm		
	2nd		28.8	18		
	3rd		77.2	67		
Jul.	1st	130.0mm	91.6	81	49mm	
	2nd	133.0	112.8	102	31mm	
	3rd	90.0	125.9	115	0	
Aug.	1st	90.0	116.9	106	0	
	2nd	90.0	72.7	62	28	
	3rd	90.0	82.8	72	18	
Sept	1st	90.0	67.6	57	33	
	2nd	90.0	86.7	76	14	
	3rd	90.0	48.5	38	52	
Oct.	1st	90.0	36.7	33	57	Max
	2nd		3.2	0		(Malingaより早く終る)
	3rd		2.5	0		
Nov.	1st		3.7	0		
	2nd		8.5			
	3rd		0.5			

(Source: Shahabad A.E.C. の 1963 ~ 1970 の観測の平均値及技術基準による。)

* : Table 4-10 の基準による。

** : 降雨日数 × 3 mm/日 をさしひきましたもの。

Table 4 - 9 (2) かんがい必要水量の計算
(Kharif Rice - Malinja)

Month	events	Water duty in depth	Rain fall	Effective rain fall	Required Water	備考
Jun.		*	37.2 mm	** 27 mm		
2nd			28.8	18		
3rd	*Sowing 21/Jun		77.2	67		
1st		130.0mm	91.6	81	49 mm	
2nd	*Transplanting	133.0	112.2	102	31	
3rd	16/Jul.	90.0	125.9	115	0	
1st	*First top	90.0	116.9	106	0	
2nd	dressing 4/Aug	90.0	72.7	62	28	
3rd		90.0	82.8	72	18	
1st	*Max tillering	90.0	67.6	57	33	
2nd	8/Sept.	90.0	86.7	76	14	
3rd	*Young panicle initiation	90.0	48.5	38	52	
1st	17/Sept.	90.0	36.7	33	57	
2nd	*Heading stage	90.0	3.2	0	90	
3rd	14/Oct.	90.0	2.5	0	90	
1st	*Maturing stage		3.7	0		
2nd	18/Nov.		8.5			
3rd			0.5			

(Source ; Table 4-9 (1) に同じ)

*

;

;

"

"

**

;

"

Table 4 - 9 (3) かんがい必要水量の計算
(Rabi wheat - RR-21)

Month	events	Water duty in depth	Rain fall	Effective rain fall	Required Water	備考
Nov.	*Sowing 20/Nov. *Germination 29/Nov.	* mm 10/Dec. 62.5 mm	3.7 mm 8.5 0.5 0.5 0	** mm 0 0 0	mm 62.5	MAX
Jan.		31/Dec 62.5	0.9 6.9 1.2 4.4	0 3.9 0 1.4	62.5 58.6	
Feb.	*Max. tillering 31/Jan. *Young panicle initiating 2/Feb. *Heading stage 27/Feb.	20/Jan. 62.5	0 6.6 0.6 5.0	0 3.6 0 2.0	61.1 58.9	
Mar.	*Maturing stage 31/Mar.	2/Mar. 62.5	3.7 4.9 1.5 0 3.3	0.7 1.9		
Apr.						

(Source ; Table 4-9 (1) に同じ)

* ; ;

** ; ;

Table 4-9 (4) かんがい必要水量の計算
(Summer Rice - Padma)

Month	Events	Water duty in depth	Rain fall	Effective rain fall	Required water	備考
Mar.	*Sowing 17/Mar.	*	5.0 mm	** 2.0 mm		
			3.7	0.7		
			4.9	1.9		
		59.0 mm	1.5	0	59 mm	
Apr.	*Transplanting 21/Apr.	155.0	0	0	155	
		100.0	3.3	0	100	MAX.
	*Max tillering 19/May.	100.0	16.1	13.	87	
May.		100.0	12.7	9.	91	
	*Young panicle initiating 22/May.	100.0	19.5	16.	84	
		100.0	37.2	27.	73	
Jun.	*Top dressing 30/May *Heading 17/June.	100.0	28.8	18.	82	
		100.0	77.2	67.	33	
	*Maturing stage 20/Jul.		91.6	81.		
Jul.			112.8	102.		
			125.9	115.		

(Source ; Table 4-9 (1) (同じ))

* ; "

** ; "

減 水 深 その 1

Table 4 - 10 (Water duty in depth - 1)

Crops	Total water requirement (in/120 days)	Normal watering interval (days)	Average duty at head of main canal
1. Rice	48	10 to 12 days	40 to 45 acres/cusec
2. Sugar cane	48		
3. Lucerne	36		
4. Tobacco	30		
5. Garden fruits	24		
6. Cotton	20		
7. Vegetables	18		
8. Wheat	12	20 to 30	120 to 150 acres/cusec
9. Maize	10		
10. Fodder (Green oats)	9		

(Source: "Irrigation engineering" by V.B.Priyani. 1955)

注) Rice については, Table 4-12 も参考にして

○ 下記のものを目安として採用しておく。

	しろかき用水	かんがい用水	計
第 1 旬	100 mm	30 mm	130 mm
第 2 旬	50 mm (5日)	{ 38 mm (5日) 45 mm (5日) }	133 mm
第3~第12旬	0	10 × 90 mm	10 × 90 mm
計	150 mm	1,013 mm	1,163 mm

○ なお, Summer 作については, しろかき用水 150 mm, 日減水深 10 mm としておく。

○ また, 苗代期の用水は小面積についてのみ必要なので記述を省略しておく。

減 水 深 その 2

Table 4 - 11 (Water duty in depth-2)

Crops	Water duty in depth
1. Kharif Rice.	
1) Sowing to transplanting	10in/4weeks (8.9mm/day)
2) Puddling	6in (150mm)
3) Transplanting to Sept 15	1.5in/week (5.4mm/day)
4) Sept 15 to Oct 15	6in/30days (5.0mm/day)
TOTAL	46in
PEAK	.4 to .6 in/day (10 to 15mm/day) (puddling)
2. Summer Rice.	
1) Sowing to transplanting	10in/4weeks (8.9mm/day)
2) Puddling	6in (150mm)
3) Transplanting to June 30	3in/week (10.7mm/day)
TOTAL	65in
PEAK	.4 to .6 in/day (10 to 15mm/day) (puddling or trans.p to June 30)
3. Wheat.	
1) Sowing to the last watering	2.5in/20 to 25days (2.5to3.1mm/day)
TOTAL	12in
PEAK	0.1 to 0.12 in/day (2.5to3.0mm/day)
4. Winter Maize.	
1) Sowing to the last watering	2in/3weeks (2.4mm/day)
TOTAL	12in/150days
PEAK	2in/3weeks (2.4mm/day)
5. Summer Maize	
1) 15 days after sowing	2in
2) to the last watering	2in/week (7.1mm/day)
TOTAL	30in/140days
PEAK	2in/week (7.1mm/day)

(Source; Dr. H.N.Pandey (told)
Rajendra Agriculture Univ. Patna, Bihar.)

水稻の減水深は一般に Evaporation, Transpiration, Percolation の3部分に分けられる。この区分をつけて測定された試験結果は現時点では見当らない。我々は表4-10の基準を用いて以後の作業を進める。

なお、Sone Canal System における各水路の計画用水量は表4-12のとおりでこれは水路損失含みの数字である。

表4-10及び表4-11の一般的基準よりかなり小さい減水深となるがこの算出方法の詳細は入手不能であった。この数字については第5章の5.3で検討する。また水路からの浸透量についても適当な測定結果は得られていない。

Table 4-12

水路別の設計水量の事例

(ARRAH. Division)

() 内は内数字

	Command Area AC	Designed Discharge cusec	Water Duty AC/cusec
A. DUMRAON BRANCH CANAL	{ 5,845	73	80
	{ 4,440	55	81
1. Mahuary Dis.	2,850	31	92
2. Kesath Dis.	5,005	69	73
3. Waina Dis.	4,664	58	66
4. Jesary Dis.	2,217	28	79
5. Lathan Dis.	18,677	233	80
(6. Barauli Dis.	1,546	19	81)
(7. Jamorhi Dis.	2,651	33	80)
(8. Dhanupara Dis.	1,450	18	81)
(9. Itmah Dis.	260	3	87)
10. Karath Dis.	5,845	73	80
(11. Kesath 3 & 4	2,784	34	82)
12. Sikria Dis.	4,514	56	81
13. Baraon Dis	820	10	82
14. Raghunathpur Dis.	5,450	68	80
(15. Chaugain S Dis.	725	9	80)
(16. Bagen Dis.	2,625	33	80)
17. Ariaon Dis.	1,038	13	80
(18. Salsala Minor	641	10	64)
Total	<u>61,365</u>	<u>767</u>	<u>80</u>
B. BEHEA BRANCH CANAL	13,143	161	82
19. Kurmurhi Dis.	8,629	120	69
(20. Pritampur S Dis.	641	9	71)
21. Sikraul Dis	2,745	43	64
22. Bihta Dis.	1,800	19	95
23. Gaharua Dis.	800	10	80
24. Tar Dis.	2,043	30	68
25. Kesary Dis.	1,700	25	68
26. Hetampur Dis.	3,810	58	66
(27. Chakwath Dis.	100	2	50)
(28. Garhani Dis.	5,830	80	73)
29. Kateya Dis.	15,990	222	72
(30. Gayanpur Dis.	1,445	22	66)
(31. Kakila S Dis.	1,420	22	65)
(32. Narainpur Dis.	2,040	33	62)
(33. Kateya Factory	675	11	61)
(34. Baraon Dis.	644	10	64)
(35. Udandih Minor	795	12	66)
Total	<u>50,660</u>	<u>688</u>	<u>74</u>

C. ARRAH CANAL

41.	Rajpur Dis.	5,895	82	72
(42.	Besaini Dis.	1,733	31	55)
(43.	Mangraulia Dis.	1,463	24	61)
44.	P.Channel, 1,2,3,6,9, & P.Channel l.d.	10,627	158	67
45.	Nasriganj Dis.	898	15	60
46.	Darihat Dis.	469	9	52
(47.	Darihat channel	400	7	57)
48.	Arrah Canal 0 mile to 16 mile and 26 mile to 48 mile	5,258	67	79
49.	P.Channel A,B,C, & 1,2 from Dumraon branch canal	10,734	134	80
50.	P.Channel A&B from Behea branch canal	3,623	45	81
51.	Amauna Dis.	2,200	45	49
52.	Jajiwanpur Dis.	500	12	42
53.	Panmary Dis.	3,578	75	48
54.	Jaitpur Dis.	9,161	124	74
55.	Barauli minor from Behea branch canal	1,000	16	63
56.	P.Channel 4.8.10. & C.	8,400	121	69
57.	Kaithy Dis.	4,328	82	52
58.	Arrah Canal 17 mile to 26 mile	1,372	17	78
(59.	Deo Dis.	3,200	45	71)
60.	Mauna dis.	6,198	84	74
61.	Koilwar Dis.	4,687	74	66
(62.	Ekwary Dis.	3,028	33	92)
(63.	Maranpur Dis.	600	11	55)
(64.	Afzalpur Dis.	325	6	54)
65.	Dilia Narainpur Dis.	8,699	155	56
(66.	Pawar Dis.	2,500	40	63)
67.	Sakla Dis.	9,523	172	55
68.	P.Channel A,B,C, & 5, 7,	12,645	157	81
69.	P.Channel C. from Behea Branch Canal	3,370	45	75
70.	P.Channel D,E,F from Dumraon Branch Canal	5,725	73	78
71.	Koilwar Dis. 9mile to end	5,845	73	80
(72.	Bansi Dehri Dist.	400	7	57)
(73.	Kori Dist.	2,027	30	76)
(74.	Banghi Minor Dist.	600	7	86)
75.	Belaur Dis.	2,626	38	69
76.	Bechiaon Dist.	4,000	55	73
77.	Asani Dist	4,500	60	75
78.	Chorain S. Dist,	1,400	22	64
79.	Dhanupra Dist.	1,000	16	63

(80. Bhusahula Dist	500	8	63)
81. Chandwa Dist.	500	8	63
82. Arrah Canal 48mile to 52 mile	500	8	63
(83. Sarathua Link Channel	200	3	67)
Total	<u>139,261</u>	<u>2,042</u>	<u>68</u>

	AC	cusec	AC/cusec
<u>GRAND TOTAL</u>	251,286	3,497	72

- 注) - 1 72 AC/cusec は, 84 mm/day に相当する。水路ロスを30%計上すればこれは6.4 mm/day の純用水量に相当する。つまり, 設計流量が100%流れて来るなら, 6.4 mm/day 相当のかんがい能力を有することになる。
- 注) - 2 Fig 4 - 6 に各水路の位置を示す。
- 注) - 3 Source は Arrah Div の Canal Dept. による資料

Rabi の小麦について、土壌水分の変化及びかんがい水量に対比された収量の変化に触れたかんがい用水量の測定結果は現在の所見当らない。表4-10及び表4-11の基準は長年にわたる栽培で確認された数値であると思うので、小麦については我々は表4-11の基準を用いて以後の作業を進める。

Summer の水稲については表4-10の基準を用いる。

4.2.4 Canal Area におけるかんがい状況

- ① Sone Canal System は1853~1874年に Army Engineer の Lt. Dicken により完成されたかんがい水路網である。当時からの頭首工(Sone Anicut)の老朽のため1962~1968年に世銀の資金を導入して、現在の Sone Barrage が6 mile ほど上流に建設された。水路延長は1575 miles でうち Main Canal が28 miles, Branch Canal が329 miles, Distributary が1216 miles である。Command Area は170 万 A C (68 万 ha.) にのぼり、Patna, Gaya, Shahabad の3 District にまたがる。水路は落差工などの構造物の周辺を除いて全て土水路である。施設の管理は Sone Barrage については River Valley Project Dept. Main Canal Distributary については Canal Dept の職員が当る。Distributary 以下の Village Channel については、農民自身の管理に委ねられている。
- ② Sone 河の流量は上流に設けられた U. P 州の Rihand Dam (工事は1960~64)により総流域26,500 平方 mile の20%に相当する5,300 平方 mile の流域を失ない減少に悩んでいる。表4-13に最近の平均流量と Rihand Dam 建設以前の対比を示す。

TABLE 4-13 SONE RIVER DISCHARGE

Month		Discharge in Sone during pre-Rihand period at Dehri (75 per cent dependability)	Observed discharge at Dehri in post Rihand Dam period (75 per cent dependable)	Dependable Rihand release indicated in C.W. & P.C.'s report Bansagar
1	2	3	4	5
January	1-10	4,292 cusec	6,654 cusec	3,926 cusec
	11-20	4,199	5,807	3,984
	21-31	4,112	5,638	3,275
February	1-10	4,076	5,497	5,160
	11-20	4,051	5,573	5,022
	21-28	3,008	4,532	4,375
March	1-10	3,885	5,446	5,262
	11-20	3,045	5,158	5,000
	21-31	2,947	4,590	3,633
April	1-10	1,984	3,742	3,842
	11-20	1,831	4,595	5,313
	21-30	1,773	4,989	4,893
May	1-10	1,317	4,792	4,408
	11-20	1,226	4,969	5,488
	21-31	1,191	5,230	6,991
June	1-10	1,037	6,088	5,026
	11-20	1,095	7,184	4,684
	21-30	1,801	8,700	5,321
July	1-10	18,452	12,820	4,817
	11-20	26,132	12,323	3,575
	21-31	66,477	29,331	4,473
August	1-10	63,249	30,158	4,708
	11-20	1,18,579	32,713	3,162
	21-31	95,606	38,868	2,430
September	1-10	69,717	16,245	3,319
	11-20	1,18,579	18,640	2,948
	21-30	31,940	16,351	3,252
October	1-10	8,555	10,614	4,036
	11-20	3,482	9,748	3,061
	21-31	8,360	8,510	3,138
November	1-10	7,296	7,970	3,981
	11-20	5,531	6,872	3,103
	21-30	4,748	4,571	3,504
December	1-10	4,243	5,582	5,379
	11-20	3,906	8,227	4,623
	21-31	4,099	5,827	3,738

(Source; "Average effect of the processed Bansagar Project in Madhya Pradesh on irrigation schemes in Sone Valley, Bihar." Government of Bihar, 1971)

また、M. P 州で現在計画中の Bansagar Dam がもし完成すれば、流量は更に減少する見込みであり、Bihar 州政府は目下 M. P 州に計画の中止につき交渉中である。Bansagar Dam の完成後の見込み流量を表 4-13 に伴記する。

- ③ Sone Canal System の現在のかんがい面積は先述のとおりであるが、Sone High Level Canal 及び North Koel Canal がこれに加えて建設される予定であり、Sone High Level Canal は 1969 より目下工事中である。これにより必要水量は大きく増加する。必要水量について表 4-14 に Canal の位置について図 4-6 に示す。

また、このような必要水量の増加に応ずるため、また、②に述べた流量の不足に応ずるため、Sone 河支流の North Koel 河に新規の Dam 建設が計画されている。その内容を図 4-6 に示す。(Kutku Dam)。これが完成すれば、水不足は解消し、North Koel Canal も建設可能となる。

TABLE 4-14 WATER REQUIREMENT FOR IRRIGATION FROM SONE RIVER

Month	Existing Sone Canal	Sone High Level Canal	North Keel Canal	Total of Sone Canal system (2 + 3)	Total requirement (2 + 3 + 4)
1	2	3	4	5	6
	cusec	cusec	cusec	cusec	cusec
January	5,560	1,479	964	7,039	8,003
February	5,560	1,479	964	7,039	8,003
March	4,817	1,284	789	6,101	6,890
April	4,390	1,163	213	5,553	5,766
May	4,390	1,163	213	5,553	5,766
June	4,875	1,552	387	6,427	6,804
July	10,700	2,840	3,050	13,540	16,590
August	10,000	2,660	2,800	12,660	15,460
September	10,000	2,660	2,800	12,660	15,460
October	10,700	2,886	3,096	13,586	16,682
November	4,590	1,224	788	5,814	6,602
December	5,560	1,479	964	7,039	8,003
Total in acre-feet.	4,94,970	13,33,530	10,24,500		
	say 4.95	say 1.33	say 1.02		

(Source; "Average effect of the processed BANSAGAR Project in Madhya Pradesh on irrigation schemes in Sone Valley, Bihar."

Government of Bihar, River valley project
Dept. 1971)

Sone Canal の水源流量不足状況 その1

Table 4 - 15-(1) (Existing Canal のみ)

Month	Discharge in Sone river	Required discharge in Sone canal (existing canal)	Shortage
Jan.	1-10	6,654 cusec	0 cusec
	11-20	5,807	0
	21-31	5,638	0
Feb.	1-10	5,497	63
	11-20	5,573	0
	21-28	4,532	1,028
Mar.	1-10	5,446	0
	11-20	5,158	0
	21-31	4,590	227
Apr.	1-10	3,742	648
	11-20	4,595	0
	21-30	4,989	0
May	1-10	4,792	0
	11-20	4,969	0
	21-31	5,230	0
Jun.	1-10	6,088	0
	11-20	7,184	0
	21-30	8,700	0
Jul.	1-10	12,820	0
	11-20	12,323	0
	21-31	29,331	0
Aug.	1-10	30,158	0
	11-20	32,713	0
	21-31	38,868	0
Sept.	1-10	16,245	0
	11-20	18,640	0
	21-30	16,351	0
Oct.	1-10	10,614	86
	11-20	9,748	952
	21-31	8,510	2,190 MAX
Nov.	1-10	7,970	0
	11-20	6,872	0
	21-30	4,571	19
Dec.	1-10	5,582	0
	11-20	8,227	0
	21-31	5,827	0

(Source; "Average effect of the processed Bansagar Project in Madhya Pradesh on irrigation schemes in Sone Valley, Bihar." Government of Bihar, 1971)

Sone Canal の水源流量不足状況 その 2

Table 4 - 15-(2) (Existing C + Sone High Level C)

Month	Discharge in Sone river	Required discharge in Sone canal (existing +highlevel canal)	Shortage
Jan.	1-10	6,654 cusec	385 cusec
	11-20	5,807	1,232
	21-31	5,638	1,401
Feb.	1-10	5,497	1,542
	11-20	5,573	1,466
	21-28	4,532	2,507
Mar.	1-10	5,446	655
	11-20	5,158	943
	21-31	4,590	1,511
Apr.	1-10	3,742	1,811
	11-20	4,595	958
	21-30	4,989	564
May	1-10	4,792	761
	11-20	4,969	584
	21-31	5,230	273
Jun.	1-10	6,088	339
	11-20	7,184	0
	21-30	8,700	0
Jul.	1-10	12,800	740
	11-20	12,323	1,217
	21-31	29,331	0
Aug.	1-10	30,158	0
	11-20	32,713	0
	21-31	38,868	0
Sept	1-10	16,245	0
	11-20	18,640	0
	21-30	16,351	0
Oct.	1-10	10,614	2,972
	11-20	9,748	3,838
	21-31	8,510	5,076 MAX
Nov.	1-10	7,970	0
	11-20	6,872	0
	21-30	4,571	1,243
Dec.	1-10	5,582	1,457
	11-20	8,227	0
	21-31	5,827	1,212

(Source; "Average effect of the processed Bansagar Project on irrigation schemes in Sone Valley, Bihar." Government of Bihar, 1971.)

Table 4 - 15-(3) Sone Canal の水源流量不足状況 その3
 (Existing.C + Sone High Level.C + North Koel.C)

Month	Discharge in Sone river	Required discharge in Sone canal (existing +Sone highlevel +North Koel)	Shortage
Jan.	1-10	6,654 cusec	1,349 cusec
	11-20	5,807	2,196
	21-31	5,638	2,365
Feb.	1-10	5,497	2,506
	11-20	5,573	2,430
	21-28	4,532	3,471
Mar.	1-10	5,446	1,444
	11-20	5,158	1,732
	21-31	4,590	2,300
Apr.	1-10	3,742	2,024
	11-20	4,595	1,171
	21-30	4,989	777
May	1-10	4,792	974
	11-20	4,969	797
	21-31	5,230	536
Jun.	1-10	6,088	716
	11-20	7,184	0
	21-30	8,700	0
Jul.	1-10	12,820	3,770
	11-20	12,323	4,267
	21-31	29,331	0
Aug.	1-10	30,158	0
	11-20	32,713	0
	21-31	38,868	0
Sept.	1-10	16,245	0
	11-20	18,640	0
	21-30	16,351	0
Oct.	1-10	10,614	6,068
	11-20	9,748	6,934
	21-31	8,510	8,172 MAX
Nov.	1-10	7,970	0
	11-20	6,872	0
	21-30	4,571	2,033
Dec.	1-10	5,582	2,421
	11-20	8,227	0
	21-31	5,827	2,176

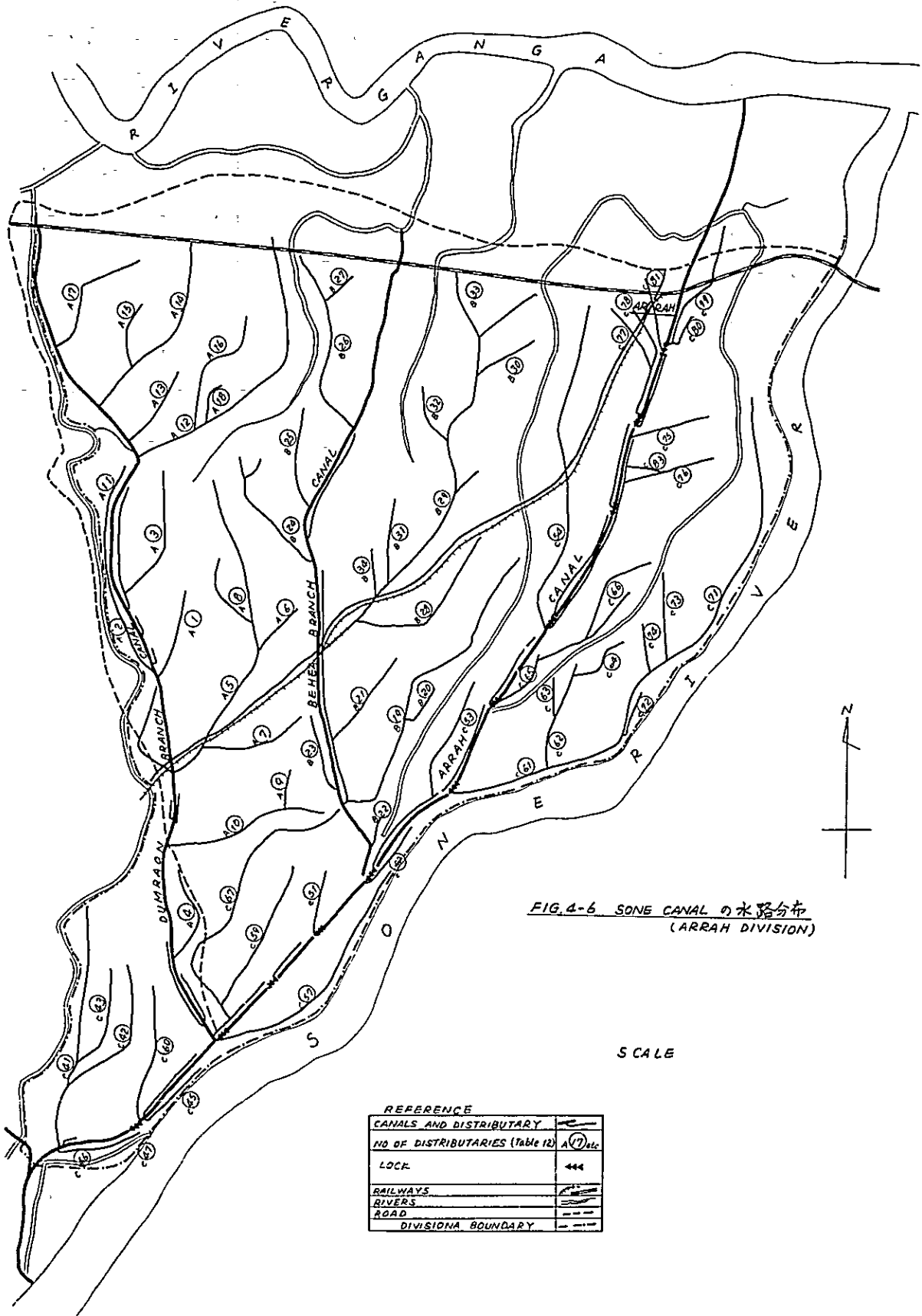


FIG. 4-6 SONE CANAL の水路分布
(ARRAH DIVISION)

SCALE

REFERENCE	
CANALS AND DISTRIBUTARY	
NO. OF DISTRIBUTARIES (Table 12)	
LOCK	
RAILWAYS	
RIVERS	
ROAD	
DIVISIONAL BOUNDARY	

河川流量は現在のままとし、Sone Canal の Low Level (現況) に High Level が加わった時の過不足を表 4-15 に示す。Sone High Level Canal の完成予定年次は 1974 年頃、North Koel 河の Kuiku Dam 及び North Koel High Level Canal の完成予定年次は 1977 年頃である。

④ Sone Canal System は Main Canal → Branch Canal → Distributary → Sub Distributary 又は Minor Channel → Village Channel という幹～支線序列を持つ。図 4-6 に Arrah Sub Division 管内の水路分布を例として示す。

分水方法は Main → Branch では一般に Main に設けた調節水門により、水位を一定水準に保っておいて、100m ほど上流の Branch の水門を操作し、(1 門当り $00\text{ m}^3/\text{s}$ という目安がある。) Branch の水路内にある簡単な量水標の読みを見ながら、水門開度の微調整を行なっている。しかし幹線水路には、後述するように相当な土砂沈積があって、本来の流量が流下していない。又支線水路にも土砂沈積があり、量水標も曲線部の不整形断面の個所に、設置標高が不明解(水路底の土の上にコンクリートブロックで根固めした鉄柱を立てる。など)のまま、また量水目盛板が紛失したままの状態で見受けられている事例が見受けられた。

Branch → Distributary も原則として上記と同様、主水路側の水位を堰上げて、水門操作により支水路側の量水標(見当たらない場合もある)の目安と水門 1 門当りの流量の目安により取水する。Sub Distributary や Minor Channel の場合もおおむね同様である。一応の流量記録はあるが、正確さには大いに疑問がある。

Village Channel への分水は特に主水路側の水位を堰上げることなく、水門を全開するだけの操作で行われる。設計流量については一応水門開閉の任に当たる PETROL (表 4-8 参照) が承知しているが、水門及び水路の現状は正確に流量を測定したり、水量を日によって増減したりできるような構造ではない。量水標の類は一般に見受けられない。

かんがい用水は有料である。農民は Satta と呼ばれる制度により作期のはじめに通水を申込み、料金は前納する。従って年によって、この Satta にもとづく支配面積が増減することになる。水の料金は作期毎に異なる。Kharif の水稻は 16 Rs/ac 、Rabi の小麦は 12 Rs/ac ということになっている。(表 4-16 参照) 水利費は例えば Kharif の水稻では完全にかんがいされ、高収量品種 (IR-8 など) 又は改良品種 (Mal-inga など) を作付けた時の粗収入約 1600 Rs/ac の 1% 強に相当する。(生産費

は 3 5 % 内外)

現実には農家は、申込んでも適期に水が来ないという不信感を強く持っている。部分的に標高が高い、Village Channel がない、上流側で水を不当に横取りされる、水路の通水能力が低下している、Sone 河の流量が不足している、などの事情で現実に水がかりが悪い、あるいは全く無い地域のあることが踏査や聞き取りから明らかである。末端水路の管理のための農民の水利組合は、まだ結成されていない。上流側の水の横取りなどの不法行為については、Petrol などは一種の警察権を与えられている。

Table 4 - 16 かんがい料金表 (1972 年現在)

Class of lease	Period	Nature of crops	No. of watering	Rate in Rs./Ac
I Kharif (a) Season lease	25 June to 25 Oct.	Paddy	Three times watering without limitation. Volumetric bases of supplying of water.	Rs. 16.00
(b) Other than Kharif lease (single watering)	Do	Paddy	Single watering without limitation.	Rs. 6.00
2, Rabi (a) Season lease	26 Oct. to 25 March	Wheat Barley Gram Peas, and food crops.	Two watering without limitation.	Rs. 12.00
(b) Other than Rabi season lease (Single watering)	Do	Wheat Barley	Single watering without limitation.	Rs. 7.00
(c) Rabi season lease	26 Oct. to 25 March	Early potato Double potato Late potato	4 waterings without limit. 9 waterings " " 6 waterings " "	Rs. 20.00 Rs. 34.00 Rs. 23.00
3, Hot weather (a) Hot weather season lease.	26 March to 24 June	Crops other than Suger cane	2 waterings 3 waterings	Rs. 12.00 Rs. 28.00
(b) Other than hot weather lease (Single watering)	Do	Crops other than suger cane Suger cane	Single watering Single watering	Rs. 8.00 Rs. 12.00
(c) Outside the hot weather season lease.	Do	Suger cane	Single watering	Rs. 12.00

Source: Lif Irrigation Dept.

Table 4-17 (1) Kharif 期かんがい水収支の例 (1966年 品種は Malinja) (150mmの深水かんがいを行なう場合のもの)

期 間	① 減水深 mm	降 水 量		④ = ①-③ 不足 水量 mm	かんがいの計画		1966年の Sone canal 通水量			生 育 相	備 考
		② 全 量 mm (0) (19.2)	③ 有効量 mm (0) (9)		⑤ 水路 水量 mm (0) (0)	⑥ 期末 灌水 mm (0) (0)	⑦ ARRAH CANAL 始 点 cusec % 1,420(41) 1,296(37)	DUMRAON BRANCH CANAL ⑧ 始 点 cusec % 335(44) 267(35)	BEHEA BRANCH CANAL ⑨ 始 点 cusec % 75(11) 105(15)		
3rd		186.8	176	0	0	150	1,677(45)	426(56)	338(49)	21/Jun 播種	雨水の貯留開始 湛水深は 150mmまで 許容 湛水深は 50mmまで 許容 8/Sept 最高 分け 17/Sept 幼穂形成 14/oct 出穂 18/Nov 成熟
1st	130	69.2	60	70	65	145	2,849(82)	667(87)	325(47)	21/Jun~15 Julしるかき	
2nd	133	40.4	30	103	65	50	2,309(66)	622(81)	344(50)	16/Jul 田植	
3rd	90	2.7	0	90	65	15	2,724(78)	686(89)	496(72)		
1st	90	120.9	110	0	65	50	2,983(85)	700(91)	589(86)		
2nd	90	127.9	117	0	65	50	3,026(87)	699(91)	594(86)		
3rd	90	45.1	35	55	65	50	2,876(82)	680(89)	569(83)		
1st	90	52.4	42	48	65	67	2,742(79)	745(97)	550(80)		
2nd	90	32.1	22	68	65	64	2,743(79)	672(88)	572(83)		
3rd	90	0	0	90	65	39	2,832(81)	665(87)	571(83)		
1st	90	11.1	8	81	65	23	2,816(81)	643(84)	554(81)		
2nd	90	0	0	90	65	-2	2,767(80)	634(83)	449(65)		
3rd	90	0	0	90	65	-27	2,738(78)	637(83)	507(74)		
TOTAL	1,163		600	785	780						

(注)

- ③ 降水日数を1月中旬3日(6~9月)~1日(10月)とし、1日当り約3mmを無効として算出。
- ⑤ Table 4-13の Sone canalの給水能力の平均値の検討結果より Canalの給水能力を6.5 mm/dayとして試算しておく。
- ⑥ (①-③)-⑤を⑥の前期値に加えて算出。
- ⑦ ~⑨ 設計流量は各々3497 cusec, 767 cusec, 688 cusecである。()内はこれらと対比したものである。

Table 4-17 (2) Kharif 期かんがい水収支の例 (1970年 品種はMalinja)
 (150mmの深水かんがいをこなう場合のもの)

期	① 減水深	降水量		④ = ①-③ 不足水量	かんがい計画		1970年のSone canal通水量			生育相	備考
		② 全量	③ 有効量		⑤ 水路期末給水量	⑥ 灌水期末灌水深	ARRAH CANAL ⑦ 始点	DARAON BRANCH CANAL ⑧ 始点	BEHEA BRANCH CANAL ⑨ 始点		
Jun. 1st		(36.5)	(26)	0	0	0	1,739(51)	365(48)	378(55)	21/Jun播種 21/Jun~15 /Julしろかき 16/Jul田植	20/Jun 雨水の貯留開始 灌水深は 150mmまで 許容 灌水深は 50mmまで 許容
Jun. 2nd		(25.3)	(15)	0	0	0	1,201(34)	378(49)	221(32)		
Jul. 3rd	130	137.4	127	0	0	127	1,879(54)	533(69)	291(42)	8/Sept 最高分けつ 17/Sept 幼穂形成 14/oct出穂 18/Nov成熟	灌水深は 150mmまで 許容
Jul. 2nd	133	27.5	113	17	65	79	3,065(87)	605(79)	576(84)		
Jul. 3rd	90	215.3	205	0	0	50	2,848(82)	624(81)	475(69)		
Aug. 1st	90	123.3	113	0	0	50	3,004(86)	673(88)	649(94)		
Aug. 2nd	90	187.0	177	0	0	50	3,298(74)	740(96)	658(96)		
Aug. 3rd	90	43.2	33	57	65	50	3,192(91)	670(87)	607(88)		
Sep. 1st	90	12.0	2	88	65	27	3,330(95)	761(99)	628(91)		
Sep. 2nd	90	61.8	51	39	65	53	2,840(81)	781(102)	606(88)		
Sep. 3rd	90	106.4	96	0	65	124	2,794(80)	508(66)	485(70)		
Oct. 1st	90	2.8	0	90	65	99	2,741(78)	534(70)	551(80)		
Oct. 2nd	90	59.2	56	34	65	130	3,469(99)	745(97)	578(84)		
Oct. 3rd	90	3.6	0	90	65	105	3,185(91)	515(67)	611(89)		
TOTAL	1,163	0	0	90	0	15	3,224(92)	703(92)	642(93)		
			877	601	520						

注) Table 4-17 (1)に同じ。

Table - 4-17 (3) 期かんがい水収支計算例 (1971年 品種はMalinja) (150mmの深かんがいを行なう場合のもの)

期	① 減水深	降水量		かんがい計画 水路期末 給水量	1971年のSone canal通水量			生育相	備考
		② 全量	③ 有効量*		ARRAH CANAL ⑦ 始点	DUMRAON BRANCH CANAL ⑧ 始点	BEHEA BRANCH CANAL ⑨ 始点		
Jun. 1st		(56.4)	(46)	(0)	1,030(29)	248(32)	205(30)	21/Jun播種 20/Jun~15 Julしちかき 16/Jul田植	雨水の貯留開始 湛水深は 150mmまで 許容 湛水深は 50mmまで 許容 湛水深は 150mmまで 許容
Jun. 2nd		(31.9)	(21)	(0)	832(24)	135(18)	112(16)		
Jun. 3rd		(136.3)	(126)	0	126	544(71)	383(56)		
Jul. 1st	130	127.1	117	13	2,335(67)	567(74)	321(47)	8/Sept 最高分つ 17/Sept	
Jul. 2nd	133	173.6	163	0	1,577(45)	370(48)	291(42)		
Jul. 3rd	90	132.8	122	0	1,621(46)	550(72)	136(20)		
Aug. 1st	90	363.7	353	0	1,377(39)	494(64)	130(19)	14/oct出穂 18/Nov成熟	
Aug. 2nd	90	168.1	158	0	937(27)	207(27)	90(13)		
Aug. 3rd	90	36.8	26	64	2,037(58)	459(60)	360(52)		
Sep. 1st	90	137.2	127	0	2,886(83)	530(69)	560(81)		
Sep. 2nd	90	8.3	0	90	2,786(79)	521(68)	529(77)		
Sep. 3rd	90	37.3	27	63	3,445(99)	698(91)	664(97)		
Oct. 1st	90	33.3	30	65	3,347(96)	696(91)	673(98)		
Oct. 2nd	90	118.8	108	65	3,354(93)	689(90)	679(99)		
Oct. 3rd	90	0.3	0	0	2,082(59)	449(59)	267(39)		
TOTAL	1,163		1,231	390	325				

注) Table 4-17 (1)に同じ。

⑤ かんがいの間断日数は表4-10及び表4-11によれば水稻で10～12日小麦で20～25日である。Distributariesへの分水は先述のとおり14日間に10日の割合で連続して行われる。各々のDistributaryが少しづつずらせた日程で分水をうけることになる。この方法の理由は最近Distributariesの数がふえたことによるのが主であるとのことが①水路断面を14/10だけ連続通水の場合より多くしなければならぬ。②通水すべき総量を一定とし、数多いDistributariesの中から丁度この総量に合致するよう何本かを選んで、10日通水-4日休み、というRotationを組むためには非常に複雑な操作が必要である。(各水路の必要水量は、年によりSattaの多少による変動をするので、なお、複雑になる。)③たまたまMain Canalの水量が落ちると丁度その時に順番に当たった水路が損をすることになり、公平でない、等々数多い欠点と考えられる。現実に全然水の来ない所もあり、時々来る所、いつも来る所、等々色々あって実情は良くわからない。Village Channel内での操作は各農家が担当している所からみれば、〇〇村のVillage Channelには第一回〇月〇日に通水するという具合になりそうだが、現実の水路は、10日～12日分の水を一時に通水する断面を持たないから、これは不可能なはずである。Distributariesに水がある日は各々のVillage Channelを開けて、14/10の水量をうけとり、これを各々の水田にある周期で順番に分水することらしいが現地聴取りの結果はさまざまで確信が持てない。現実の操作を観察する以外に方法はないであろう。

⑥ 水路の維持管理は、Canal Dept.と農民が分担している。農民による管理には、早ばつ年などの特別なケースを除き、公庫の補助はない。

Canal Dept.の管理する水路は1972年4月2日から全面的に通水をとめ、目下修理中である。1966年の早ばつ以来、IR-8などの高収量品種のSummer期への導入による作付増、Rabiの小麦のかんがい面積などの事情から水需要がふえて、修理する機会を失っていたが、1971年度の洪水による破損や土砂の沈積がひどくなったので1972年のSummer作へのかんがいを諦めて目下修理中である。現実に土砂の沈積状況を観察すると、大きい所では0.5～1m程度(Main canalの例)の所もあり、相当な程度に達していたものと思われる。水路の断面図が失われている(100年前の図面である。)等の理由で、正確に原断面、又は今日必要とする断面に修復されるのかについては疑問が残る。作業は人力により行われている。

Village Channelの管理は、農民自身によりKharif期の開始直前に行われる

とのことだが、今回踏査した限りでは水路壁の高さが非常に不揃いで、欠落箇所も多く良好な管理が行われているとは考えられない。水分箇所や道路横断箇所では付近の低湿地に水面がつながってしまい、相当なロスが生じているようである。できるだけ狭い水面積になるようがっちりした水路壁で水路を守りながら通水するという発想が望ましい。

- ⑦ Canal areaにも、場所により、State Tubewell、やPrivate Tubewellがある。これは側外的なもので原則としてCanal AreaはCanalに頼ることになっている。State Tubewellもやはり、3.5に述べる如き事情から必ずしも有効に活用されていない。

4.2.5 Flooded Area におけるかんがい状況

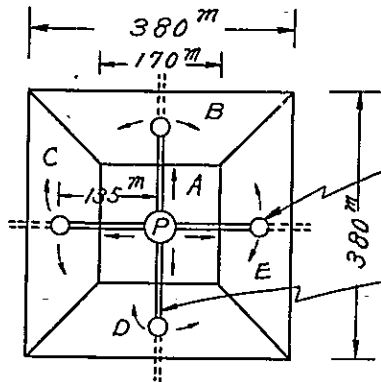
- ① この地域の主水源は、State Tubewell。(州政府、Lift Irrigationの施工による。φ6"位のTubewellが中心だが河川よりの揚水の事例もある。多くの場合、レンガ及コンクリートによる幹線水路を有する。)Private Tubewell(Minor Irrigation Dept.の施工、又は業者への直接発注による、4"のTubewellが多い。Openwellの場合もある)及びFloodである。

表8-2にTubewellの本数、及び支配面積を、Tubewellの諸元の事例を図4-7にその構造の事例を示す。

FIG-4-7 TNBE WELLの利用計画例

$\phi = 4" = 108\text{mm}$
 うすまき PUMP, 5PS
 $Q = 0.9\text{m}^3/\text{min}$
 運転時間 20hr/day

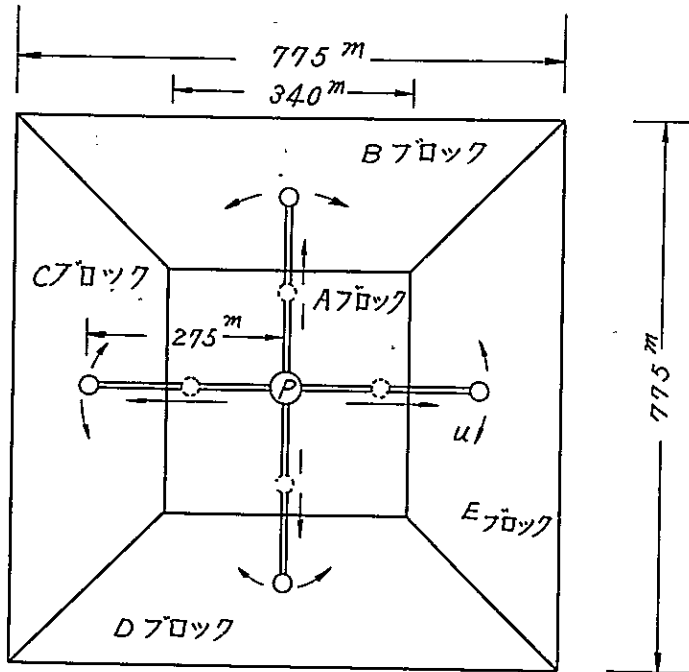
1. KHARIF 作
 - $A = 14.4\text{HA}$
 $= 36.6\text{AC}$
 - 日減水深 MAX
 $= 7.5\text{mm}$



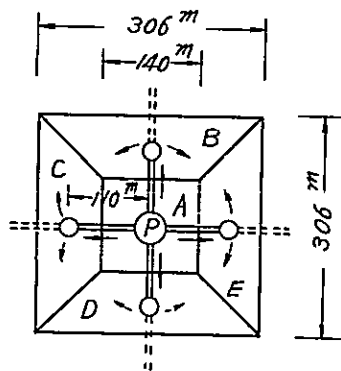
仮設の吐出水槽
 (ドラムカン等を利用)

仮設の送水PIPE ($\phi 4"$)
 (ゴム引きフレキシブルパイプ)

2. RABI 作
 - $A(\text{NET})$
 $= 360\text{ha}$
 $= 90.0\text{AC}$
 - 作付率 60% とし
 $A(\text{GROSS})$
 $= 60\text{ha}$
 $= 150\text{AC}$
 - 日減水深 MAX
 $= 3.0\text{mm}$



3. SUMMER 作
 - $A = 9.4\text{ha}$
 $= 23.5\text{AC}$
 - 日減水深 MAX
 $= 11\text{mm}$



② Flood は6～9月のSouth-west Monsoon期に来る。水深は地域により変るが一般に1 m程度の所が多く流速は小さい。水稲および生命財産への損害は通常の年ではあまり大きくないとのことであるが被害額に関する正確な統計値は入手できない。このFlood はGanges 河, Sone 河双方から来る。

Flooded areaにも、通常の年にはFlood が来ない地域がある。これは南側寄りの部分で、State Tubewell はこの地域に集中して設けられている。

Tubewellの受益地でない部分は、降雨のみ、又は降雨とFlood が水源となる。洪水は8月～9月上旬に多くこの時の水稲の草丈は110～120 cm (改良品種の場合) になっているので水没することは少ないが、倒伏流亡などの被害をうける。また稀には苗代期(6月)のFloodにより苗が腐って作付けが遅れたり腐ったりする。

1971年は珍らしく大洪水年でShahabadのみで約80,000,000 Rs.にのぼる被害をうけた。

洪水が去って、他に水源がない場合、かんがい終期の10月下旬まで水は得られない。また降雨が少ない年は、苗代期、シロカキ期の水が不足する場合もある。Kharifの水稲作は、このような状態にもかかわらずほぼ全域で行われている。IR-8のような短草型の品種は入っていないが、Malinga Masuriなどの改良品種は入っており、浮き稲などの特殊な品種は一般に必要でない。

③ State Tubewell についても、Canalの場合と同様の「適期に水が来ない」という農民の不満がある。この原因は非常にひんばんな停電、事務手続の遅れや連絡の不充分(たとえば運転開始の命令を伝える電話がない。連絡を常に徹底させるべき自動車運行がない。)による運転の遅れ、機械の故障などが主である。State Tubewell には設計されたCommand areaがあり、このはんたいにある農民が作期のはじめに給水を申込む。水代は前払いでKharif 16Rs/ac (3回給水), Rabi 12Rs/ac (2回給水) Summer 12Rs/ac (2回給水), である。適期に水が来なかった場合にも、払戻しはない。State Tubewell は、Lift Irrigation Dept の側で定めるペースにより施工される。農民側からの申請事業ではない。

Tubewellの深さはたとへばKulharia S.C. にあるNo.10の例では82 m程度、地下水面は3 m程度である(表8-2参照)。Pump は12" (300 m)の水中モーターポンプの外、パワーホールポンプ、うずまきポンプなど多々ある。機械は一般に国産である。電力は440 Vの三相、交流だが、電圧不足のため、夜間に運転されること

もある。故障が起きても、運転者 (Lift Irrigation 所属の Operator) は報告するのみで自分で修理しない。このため故障が起れば長期間にわたり運転が停止されることが多い。この実情は正確な記録がないのではっきりわからない。現実の運転状況を当方で観察して記録する外はなからう。Tubewell の外、河から揚水するものもある。φ 6" (300 mm) の Tubewell の場合、揚水量 0.03 ~ 0.05 m³/sec, かんがい面積は Kharif で 60 ~ 150 ac/1本, Rabi で 100 ~ 175 ac/1本, Summer で 10 ~ 50 ac/1本 である。(表 8 - 2 参照)

- ④ Private Tubewell は農民からの申請事業として Minor Irrigation Dept により施工される。

State Tubewell と同様に停電に悩まされるが、適期に水が得られるという点では農民からは最も信頼されている。故障は、フィルターが目づまり (Silt によるもの、石灰沈着によるものなど)、モータの誘導コイル焼け (電圧低下時の無理な運転によるもの) 等があるが、自分の財産の場合は、何とかして早く修理を終らせるようで、State Tubewell よりはいくらか運転休止が短かくてすむようだが、正確な実情はわからない。自分の耕地の外、周辺の他人の土地への有料給水も行なっている。

1 日の運転時間は Kharif, Rabi で 3 ~ 4 hr/day 程度である。停電のせいもあるが能力を十分に活かしているとは云えない。Tubewell の深さは、Flooded area では 50 ~ 70 m 程度、水面は地下 3 m 程度が多く、Pump は 4" (100 mm) のうずまきポンプが多い。Openwell にうずまきポンプをつけた例もあるが、しばらく運転すると水がなくなることが多く、断続運転になる。

参考資料 2 つに 1 本当りの工事費の事例を示す。公庫の補助は井戸費用の 25% のみで残額が自己負担となる。融資については Land Mortgage Bank による年利 9% の制度がある。この資金は申請時に 1 部前納しなければならない。

当局側の説明では申請より運転開始までの期間は 4 ヶ月位が標準である、とのことである。しかし、農民側の感覚では、もっと長期間かかるようで、大体 12 ヶ月位は見込む必要がありそうである。その間前払い資金は凍結される。

揚水量は 0.007 ~ 0.015 l/sec 位、かんがい面積は Kharif 10 ~ 20 ac, Rabi 10 ~ 12 ac, Summer 2 ~ 5 ac となる。

Tube well を新規に掘る場合、既存の Tube well や Canal (Village Channel を含む) から 1,000 フィート (6" 以上の場合は 1,500 フィート) 離すという内規があり、この許可がないと官製井戸を掘ることはできない。

第5章 各サブセンターの農業水利現況

六つのサブセンターはアラールの周辺4～7.4マイル、パトナ・アラール・ササラムを結ぶ幹線道路付近に位置しており、シャハバード地区に見られる三つの農業水利的パターンすなわち“Hilly Area”“Canal Area”“Flooded Area”のうち五つのサブセンターが“Canal Area”に属し、他の一つは“Canal Area”と“Flooded Area”の境界付近に存在する。六つのサブセンターについて共通して言えることは“Canal Area”あるいはそれと“Flooded Area”境界にありながらCanal systemからの水の補給が殆んど期待できないことでCanal Areaといってもいろいろな問題を内蔵していることを示唆している。各サブセンターの区域内にはいくつかのtubewellがすでに設置されており農民の指向する所がtubewellによる安定した水源の確保にあることが伺われる。特に農民自身の手によって管理できるPrivate tubewellに対する要望が強いと感じられた。

以下各サブセンターの農業水利事情を概説する（図4-3参照）。

5.1 Suara (Dehri Block)

この地区はガヤからベナレスを結ぶ道路の南側またソン川の左岸でアラールから7.4マイルの地点にある。水路は前記の道路の北側にあり距離も遠くまたサブセンター地区の方が標高が高いため水路からのポンプアップまた数kmに及ぶ水路をひかない限りかんがいは不可能である。ソン川の取水量が全支配面積に対して十分でないことを考えると“Canal system”によるかんがいはまず期待できないであろう。現在state tubewellが1本とprivate tubewellが27本あり、かんがいされている面積はカリフ作で95%ラビ作80%サマー作で60%といわれている。state tubewellからはバックチャンネルとよばれるレンガ組立の水路が出ており分水工を通じて直接ほ場へまたは土水路をへてほ場へ導かれている。private tubewellについては、我々が観察したものはやはりレンガ造りの水路を備えていた。private tubewellは個人に所属するが、個人のほ場が一団地でない以上何らかの形で水を運ぶことは必要でありまた切角揚水した水を効率的に使うためにも土水路できればバックチャンネルは必要であろう。この地区はソン川ガンジス川の扇状地中扇頂部にあたるため浅層地下水の水位変化はかなり大きいことが予想される。すなわち浅層地下水を取水する時は年間を通じて取水量の変動が大きいこ

とを考慮に入れるべきであろう。private tubewell の所有者の中には売水をしている者もあるとのことであり1時間1.5 Rs で一日八時間すなわち一日12 Rs で取引されているようである。パッカチャンネルの延長は不明であるが土水路についてはかなり改善の余地があると思われる。現在この地区内では一旦揚水された地下水をさらに揚水するといった例は見られなく、またアホールも見られない。

1インチ1マイルの図面から判断するとアホールの多い地帯に近接しているが地区内の自然社会条件を考慮に入れる時アホールの新設の可能性は薄く地元農民は地区全体をカバーするために5~6ヶのtube well を握ることを期待している。諸条件の許す限り各tube well はその支配面積中標高の高い所に設け水の当らない 場を作らないようにしまた二段揚水のロスを省くべきであろう。

5.2 Bikramganj (Bikramganj Block)

このサブセンターについてはブロックからの要請で今年度移転が予定されているため、今回踏査を行なわなかったが従来のサブセンターはアラールからササラムに向って45マイルの地点にありいわゆるCanal area の区域にある。かんがい率はカリフ作で70%ラビ作50%サマー作は0となっている。移転予定先についてもCanal area ではあるが水量の不十分、安定した水原による的確な普及活動を行なうため数本のtube well を握ることが予定されている。この地区は比較的ソン川水系の中では上流にあたり水利的には恵まれた条件に置かれているので既設の水路網改修および整備は当然必要であろう。

5.3 Katar (Piro Block)

この地区はアラールから南西にのびる幹線上アラールから30マイルの地点に存在する。もちろんCanal area にあり、現在地区全体としてはCanal がかりの地区といわれている。ソンバラージからの水はメインチャンネルからアラールチャンネルに入りさらにディストリビュータリーに入って流下しビレッジチャンネルに導かれる。

このビレッジチャンネルは途中いくつかの部落の間をぬって再びアラールとササラムを結ぶ幹線道路の下をくぐり地区内に入る。サブセンターの位置としてはソン川水系の中流部にあたるがいわゆる幹線支線末端のラインの中で末端水路の末端tail end にあたり水量も少なくベッドも低い。以前は地区内に入るもう一つのビレッジチャンネルがあったといわれるが水量が乏しくなり存在価値が失われたせいも現在では見当らなかつた。水量が少なくなった理由としてはソンバラージ地点における取水量の低下と幹支線水路内の土砂の推積、水利構造物の老朽化、水利施設の管理の不備、この地区より上流側の部落の耕

作面積増に伴う取水量の増加等がある。

先にもふれたが、現在存在している水路は地区内の低位部を流れ、よほど水量が豊富でヘッドが高くない限りピレッジチャンネルに続くほ場内水路に水をあてることができない。

このような状態になる時は雨が降って上流側で取水しなくなった時で事実上常時の水源は非常に不安定といえる。またどんなに水位が高くても何らかの方法で更に揚水しなければ水のかゝらない標高の高い水田があり別のピレッジチャンネルから水を引けばヘッドとしてはかゝらないことはないが慣行水利権の問題 水路用地売却の問題 水路建設費の問題等があつてそれも困難である。いきおい tubewell に頼らざるをえない。現在 サブセンター区域内には private tubewell 二つだけしかなく、かんがいの割合はカリフ作で 85% ラビ作 40% サマー作 5% 程度である。地区内には 6 インチ径の public health department に所属する tubewell があるが所管が違つたため農業用には使用されていない。現存する private tubewell は口径が小さく (3 インチ) 支配面積もカリフ作で 10 エーカー ラビ作 8 ~ 10 エーカー サマー作 5 エーカー程度である。地区内の水路網は舗装された完全なものは少ないが畦畔にそつた土水路や畦畔を利用して水田の一部を利用した水道など質の問題をさておくと、かなりよく整備されているといえる。ということとはそれだけ民の水の必要性が高く意識も高いということであろう。踏査した範囲では末端のほ場のほとんどに水道がつながっていることが認められた。従つて将来適当な個所に適当な数の tube well が設けられれば現存の地区内水路と連結して効率的かんがいを行なうことが出来るであろう。なおこの地区外にはアハールがあるがこの地区についてはアハールの利用は現在および将来共考えられない。また他地区も同様であるが排水路は存在せず今の所問題はかんがいにしぼられている感じである。

5.4 Garhani (Charpokhari Block)

アラーからピロへの中間、アラーより 20 マイルの地点にありソン川水系の下流部に位置する。Canal zone ではあるが踏査の限りではソン川水系からのピレッジチャンネルは存在せずもっぱら天水と tube well に依存している。

地区の周辺部を小河川が流れているが流量は不安定である。現在ヘッド 25 フィートの所に 10 馬力のポンプを架設してあるが電氣的故障その他の理由により運転されていない。ポンプの設置してある地点の下流側、軽便鉄道の上流側に堰上があり村民の洗濯場になっている。上記のポンプには水路も付帯しているのでこれを有効に利用できればかなりの面

積がカバーされると思われるが、そのためにはポンプ設置地点の直下流付近に堰上を設けて水と貯め吸水槽的役割を果たさせないと現状のままではたちまち揚水不能となるであろう。過去の水文資料がないので確たる判断はできないが聞き取りによると余り安定した水源とは考えられない。それに現在のポンプおよび付帯水路を利用したとしても地区内を横断する道路の反対側は地形的に見てかんがい不能である。この地区には現在三つの private tubewell がありそのうちの一つを調査したが3インチで小規模のものであった。揚水に伴う水位変動もかなり大きいとのことである。この地区は扇状地の端部にあたり地下水は豊富に存在すると思われる。

上記の private tubewell は浅井戸で、地区内では浅層深層両方の地下水利用が行なわれている。state tubewell は1本だけ存在し12インチであるが現在はネズミに配線をくわれて運転不能である。もともとこの井戸は Public Health Engineering Department が建設したもので吐水側の配管を延長したのも上の機関であるとの説明であった。配管の終端からはそれを受けて土水路があり附近のほ場にかんがいされている。前述の private tubewell にも付帯した土水路があるが延長は若干であった。この地区はかなり標高差があるのでいくつかのブロックに分けて地下水かんがい計画をたてる場合比較的高位部にさく井すれば用水路を築造する土量も少なくすみ適当な落差の故に重力によるかんがいは極めて容易であろう。現在のかんがい率はカリフ作で85%ラビ作40%サマー作10%程度で前記 state tubewell を有効に利用するならば200エーカー程度のかんがいが可能と思われる。ブロック内のまとまりもよく熱心であるとのことなので前記 state tubewell の活用と平行して数本の private tubewell を増設すれば普及の実をあげることのできる地区といえよう。

5.5 Ekauna (Udwanagar Block)

このサブセンターはアラールからササラムに向って4マイルの地点にあり六つのサブセンター中もっともアラール農業普及センターに近い位置にある。ソン川水系の中ではもちろん下流部にあたり地下水は極めて豊富であろうと推定されるが現在の所、地下水はほとんど利用されていないといってよい。このサブセンターは1969年のカリフ作から運営されてきたがブロックからの強い要請により今年度カリフ作から地区内で移転を予定されている。かんがい率はカリフ作85%ラビ作40%サマー作5%といわれておるが最近農民の耕作意欲の向上から水量が不足がちとなり適当な分水が行なわれないため同一水系に所属する部落間でより下流側にある本地区は不利な立場にたたされている。ビレッジチャンネ

工がありあるいは土水路に導水されあるいは直接ほ場に入ってほ場ごしのかんがいも見受けられた。バックチャンネルの規格は tubewell の吐水槽よりの所で巾 4.8 呎 深さ 3.0 呎程度である。一方 private tubewell については口径が 3～4 インチで支配面積は大体カリフ作 20 エーカーラビ作 11～12 エーカーサマー作 4～5 エーカーとのことである。

売水の場合は維持費等含めた金額として 1 kw あたり 40 パイサとのことであった。各 private tubewell は農民自身が管理するため他の機関のものに比較してかなり長く有効に利用されているといえる。各々の private tubewell には土水路が付属しており断面は必ずしも末端にいくに従って小さくなってはいないがともかくかなりのほ場がリンクされている点は注目された。また三つの private tubewell の付帯水路を踏査した所それぞれの水路の末端はつながっており実際にどのような状態でかんがいが行なわれているかの調査はできなかったがこの水路網ともいえるべきものには大きな興味を覚えた。(図 8-3, 8-5, 8-9 参照)。他に水源のないこの地区には tube well を追加することが是非必要と思われる。また洪水の被害を受ける地区はともかくこの地区あたり将来排水路の必要性が感じられるのではないかと思われた。

第6章 Shahabad Dist の水利の改善

6.1 狙い

Shahabad District は図4-3に示されるが、今回の調査は、Flooded Area の Irrigation 及び Flood control, canal area の Irrigation に重点をおいて行なわれた。

全体として言えるのは、「両地域ともに末端のかんがい組織の不備と、これを運用する農民の側の組織力の低さが地域の発展を妨げている」ということである。以下の報告の重点をこの末端問題におき、末端の担当者を念頭において執筆する。

6.2 Flooded Area について

6.2.1 改善目標の検討

改善目標については、長期的な目標と、早急に達成すべき短期的な目標に分けて考える必要がある。

① 長期的な目標としては、次のようなものが望ましい。

㊶ 完全なかんがい排水組織の整備

後述する如き、tubewell と Canal system の組み合わせによるかんがい組織により全域がカバーされることが望ましい。またその際に、排水路網が同時に形成される必要がある。特に河川堤防等が完成して Flood Control が可能になった時点以降では、洪水時の Ganges 河の水位が高く自然排水が不可能な時期があるので、この問題を含めて、かんがい組織に見合った排水組織の形成が検討されるべきである。

㊷ 近代的な圃場整備

かんがい排水組織の整備に伴って、圃場区画の整理、所有地の交換分合、農道網の整備、を含む圃場整備が全域にわたり実施されることが望ましい。幹線道水路組織のみが先行して、末端組織の整備が遅れることは、現在の Canal Area における諸問題と同様の問題（後述）を生じさせる原因となる。近代的なかんがい排水組織には、近代的な圃場整備が伴うべきである。

㊸ 農業生産施設の整備と農業の機械化

圃場整備の次の過程として、カントリーエレベーター、農業機械修理センター、な

どの農業生産施設体系の整備，と農業機械の全面的な導入をはかることが望ましい。
これらの諸要素は，長期的な農業改良計画の中で，その役割と施工時期が明確に位置づけられる必要がある。

④ 農村の総合整備

④～⑥は，農業生産に関する改善計画である。地域住民の生活環境の整備や，地域全体の産業開発計画を含めた，地域の総合開発計画が長期的な視野から確立され，農業に関する諸改善計画はこの中に明確に位置づけられるべきである。農業生産，特に増産のみに主眼をおいた改善計画のみに偏することは危険であり，日本を含む諸先進国が経験した失敗（たとえば，農村の過疎と都市の過密，食糧の過剰など）は慎重に避けるよう配慮されるべきであろう。

⑤ 短期的な，急を要する改善の目標としては次のようなものが望ましかろう。

① Flood による被害を少しでも軽減する手段を講じること。

後述するように，完全な Flood Control は，Ganges 及 Sone の河川堤防に頼るのが最も抜本的かつ経済的であろう。しかしその完成迄にはかなりの長年月を要することが予想される。たとえば tubewell などのかんがい施設の設置により生産性の高い農業が営まれ，財政的な負担能力が高い地区については，単位面積当りの工事費は多少高価についても，償還可能なものであれば部分的な Flood control の手段を講じることが望ましい。また集落に関する被害の軽減，特に洪水時に集落を離れて一時避難するという事態は，早急に改善されるべきであろう。

② 現有的かんがい施設を最大限に有効に利用する手段を講じること。

後述するように tubewell を中心とする現有的かんがい施設が十分に活用されているとは思えない。現有施設を最大限に利用して生産性の高い農業を営むことは，これを見習って新規にかんがい施設を設けることへの刺激を与えるという点でも有意義である。

③ Tubewell を増設すること。

Flooded Area におけるかんがい施設の分布は，比較的標高が高い南寄りの部分に限られている。この分布を後述する Closing dike などの Flood control の手段を併用しながら，北に向って拡張して行くことが望ましい。

④ 長期的な開発計画の樹立に必要な基礎的データ収集のための諸調査を開始すること。

後述するように，地下水資源の利用可能量や，Canal Area からの地表水流出量

などについてのある程度長期的な観測データが必要になる。これらの諸調査については、可能な限り早急に観測作業等を開始することが望ましい。

6.2.2 現況の評価

6.2.2.1 Flood Controlの現況について

Flooded area の農業の現況は「Flood がくることを理由にして、やろうと思えば容易に実現出来る改善まで諦めてしまっている。」状態にあると思われる。Flood control が完全に実現する以前にも、もう少し積極的な改善策を実施して、組織的な灌漑農業を南から北にむかって拡大する余地が充分にあるのではないか。

Flood の性格が比較的穏かであり、被害を与える以外に利益も与えている為積極的に Flood と闘う姿勢に欠けているように思われる。

6.2.2.2 既存のかんがい施設の利用度について

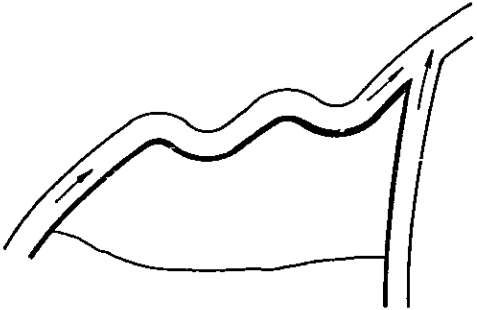
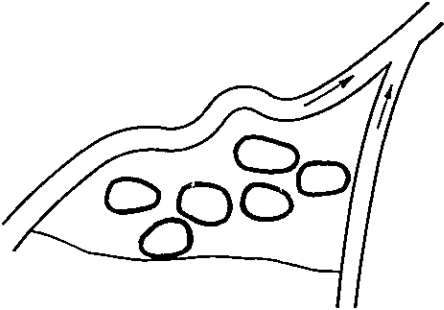
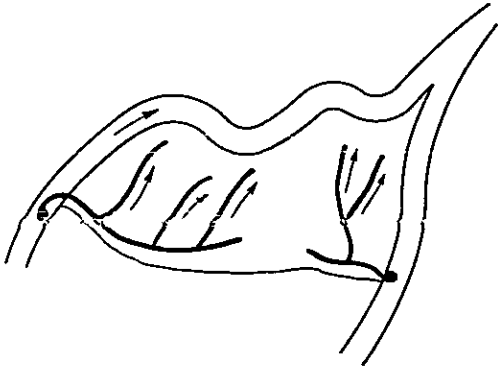
一般にその能力を最大限度に活用しているとは思えない。特に遊休している時間や日数が多すぎる傾向がある。特に tubewell の運転時間は充分とは思えない。tubewell のような施設は、一定の状態にセットしておけば、ある程度放置して連続運転できるので、運転時間をのばすことは、それほど困難ではない。完全なかんがいによる利益はこの地域では一般に非常に大きく、それが僅かな投下資本と、ささやかな工夫で簡単に実現できるという恵まれた条件下にある。「経済ベースに合う改善なら積極的にやってみる。」という意欲が不足している点は②と同様、また④についても同様である。たとえば Some 河からの揚水によるかんがい施設など、その他のかんがい施設についても、価値ある施設を徒らに遊休させている事例が見られるのは残念である。

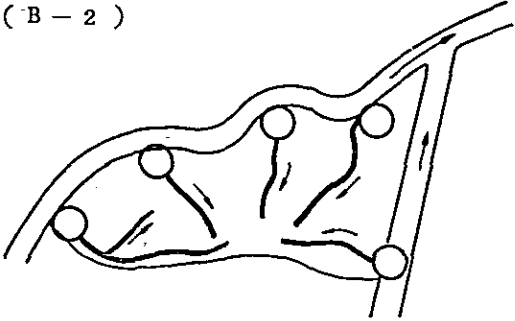
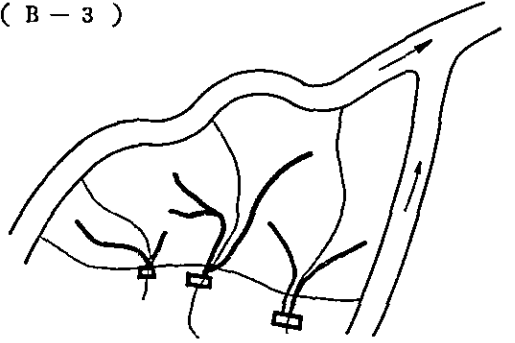
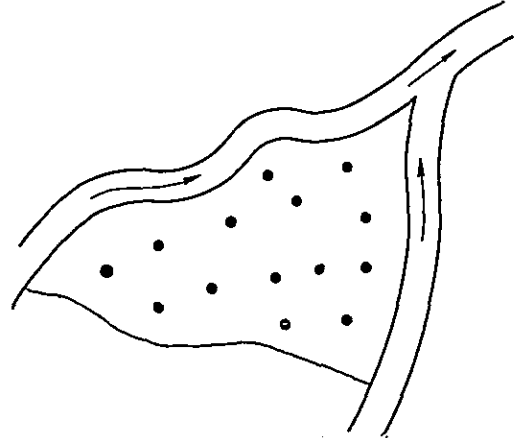
6.2.2.3 新規のかんがい施設の増設について

③にも述べたように、この区域におけるかんがいの利益は非常に大きく、僅かな投下資本でそれが達成できる。特に tubewell は非常に安価かつ入手容易な水源である。現状の tubewell の分布が、上述のような有利な条件を十分に有効に活用しているとは思えない。もっと増設できると考える。

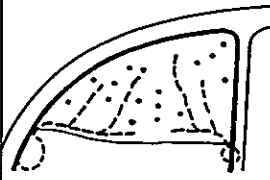
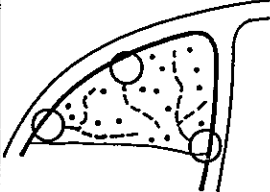
6.2.3 Flood control 及 Irrigation に関する改善の具体案

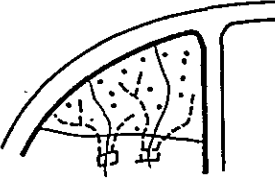
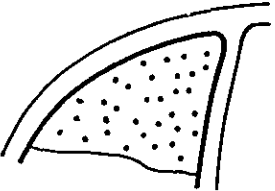
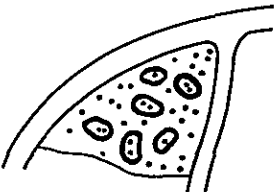
いくつかの素材を下表に示す。これを組み合わせることにより、具体的な改善計画の立案をはかる。

略 図	解 説
<p>A. Flood Control systems (A - 1)</p> 	<p>Ganges 及 Sone河に完全な河川堤防を設ける。</p>
<p>(A - 2)</p> 	<p>個々のClosing dikeにより, 希望のある個所から, Flood controlを開始し, 可能な限度までこれを続ける。</p>
<p>B. Irrigation systems (B - 1)</p> 	<p>Ganges又は Sone より導水して Canal systemを形成する。</p>

略 図	解 説
<p>(B - 2)</p> 	<p>Ganga, Sone より pump 揚水する。</p>
<p>(B - 3)</p> 	<p>Canal zone から流出して来る中小河川 より導水する。</p>
<p>(B - 4)</p> 	<p>tubewell を全域にわたり設ける。</p>

①の表の素材を組み合わせるにより、いくつかの代替案を作り、これを比較検討する。

番号	略 図	特 色 と 問 題 点	評 価
①	<p>(A-1)+(B-1) +(B-4)</p> 	<p>Sone 河の流量は濁水期にはほぼ 0 になり大容量の通年取水は困難であろう。Ganga は河川勾配が非常に緩いので自然勾配による導水は困難となる可能性がある。また、河道が不安定なので取水 を作らないと安定した取水が困難かも知れないが、この大河に取水堰を作れるほどの受益面積はこの地域にはない。</p>	<p>Ganga の流量及河道の安定性と、耕地との標高関係について一応調べて見ると良いが、恐らくは③案の方が有利であろう。</p>
②	<p>(A-1)+(B-2) +(B-4)</p> 	<p>Sone 河の pump については大容量のものは設置できないであろう。(流量不足) Ganga については、できるだけ大容量のものにまともて上流側に寄せて設置する方が有利であろう。しかし、河道が不安定であるとか、電力供給事情が不安定、とかいう問題があり、運転経費が高価力点も不利である。</p>	<p>Ganga の流量及河道の安定性と電力供給の可能性について一応調べてみると良いが、恐らくは③案の方が有利であろう。</p>

番号	略 図	特 色 と 問 題 点	評 価
③	<p>(A-1)+(B-3) +(B-4)</p> 	<p>Canal Area から流下する中小河川の流量が安定かつ豊富であれば、地表水の水源としては、(B-2)及(B-3)案より恐らくは有利であろう。この水源を最大限に利用し不足の部分を地下水源(やはり canal Area のかんがい用水で涵養されている)で計画的に補うのが全体として最も効果的ではないかと思われる。地表水、地下水共にその利用可能な限度を調査する必要がある。頭首工が洪水の影響をうけない点は有利である。</p>	<p>長期計画案の有力候補として検討の価値がある。</p>
④	<p>(A-1)+(B-4)</p> 	<p>上述の中小河川の流量がまとまった面積をかんがいするに足りるだけの量でなければ、実用上、全面的に地下水に頼る方法もある。この場合には地下水の利用可能量が大きな問題になる。</p>	<p>同 上</p>
⑤	<p>(A-2)+(B-1) +(B-4)</p>	<p>Flood control が完成しない状態でこのような本格的な Irrigation System を作ることは疑問がある。Kharif 作が不安定になるのでは困る。</p>	<p>長期計画案としては望ましくない。</p>
⑥	<p>(A-2)+(B-2) +(B-4)</p>	<p style="text-align: center;">"</p>	<p style="text-align: center;">"</p>
⑦	<p>(A-2)+(B-3) +(B-4)</p>	<p style="text-align: center;">"</p>	<p style="text-align: center;">"</p>
⑧	<p>(A-2)+(B-4)</p> 	<p>さしあたりの対策としては意味があるが、長期的な計画としては不十分かと思われる。また、tubewell の増設は③案などが将来採用されることを考えて、計画的に行なう方がよい。</p>	<p>さしあたりの対策として進めると良からう。</p>

上記の検討の結果を整理すると

- ④ 長期計画の対象としては③及④案を中心に今後詳細な検討に入ることが望ましい。

その際に調査すべき基本的な項目は、①地下水資源の利用可能量に関する広域調査、②中小河川の流量調査、③Flooded Areaの地表勾配の調査、④Gangaの縦横断面河道の安定性、年間流量の調査等である。結果の如何により①及②案も更に詳しい検討の対象とする。

- ⑤ さしあたりの対象としては、Floodの被害が比較的軽く、農家の意欲や組織力が高い地域から、水利組合の結成→tubewellの設置→Closing dikeの設置、という順序で、⑦案を実行に移すことが望ましいと考える。この場合、tubewellのかんがい地域と③案の中少河川からの導水によるかんがい地域の計画的なバランス、地下水資源の利用可能限度などに注意する必要がある。中小河川流量調査、地下水の広域調査、などの途中結果に注目しつつ進むことが望ましい。永久的かつ完全なFlood controlの手段は、Ganga及Soneに河川堤防を設けることであろう。しかし、この場合にはCanal Areaから流下する中小河川の取扱いが問題になる。河口部に水門を設ければ堤防延長は短くて済むが、Gangaの水位が高い間は、中小河川の洪水は地域内に停滞することになる。洪水排除用のポンプを設けるなどの方法をとらないと一部の低標高地帯の冠水は免れないことになる。中小河川をGangaに開口させ、各河川の上流部に遡る河川堤防を設けるのであれば、その分だけ堤防延長が長くなり、この場合にもGangaの水位が高い期間中は地域内の排水が停滞することになる。図4-6に、両者の堤防延長(単位面積当り及総延長)を示しておく。堤防の高さがそれほど高くなくても良いので、堤防延長は長くとも後者による方が有利かと思われるが、詳細な比較検討は、現在進行中の調査(州政府による)に待つ外はない。また、小規模なClosing dikeのnetworkを形成する方法は一般に単位面積当りの堤防延長が長くなって非経済的であり、組織的な排水路網を形成し難い、という欠点があり、長期的な目標としては望ましくない。

6.2.4 Closing dikeに関する検討と提案

Closing dike内の農用地のためのFlood controlの手段及Closing dike外の農用地のためのかんがい用貯水池として、また、集落のためのFlood controlの手段として設置することになる。また、洪水期には、洪水を好みの量だけ取入れてSiltの補給に役立てることができる。地区内の排水については、外部の洪水水位が高く自然排水不能の期間の降水量がClosing dike内に停滞することになるが、

500 mmの降水があっても水深50 cmにせぎないので、極端な標高差のある地形でない限り排水ポンプは必要ないと考える。

他地域のかんがい用貯水池として使用する場合にはその期間の作付は放棄することになる。主作であるKharif作を放棄することは難しいが、Summer作などには、付近の河川や tubewellから容易に導水できる場所であれば、貯水池として利用するのも一つの方法である。しかし一般に貯水深が浅くて、浸透及蒸発のロスが大きいので貯水池としての効率は一般に良くないであろう。適当な水源が近くにあるならば、後述するような高度な水利用の手法を駆使してSummerやRabiの作付を行なう方が一般に有利かと思われる。(注参照)

集落防護のためのClosing dikeは、公共事業の対象としてもっと積極的に検討されるべきではないかと考える。Floodが来る度に住居を捨てて避難することは、長年の習慣とはいえ住民の生活環境をいつ迄も低い段階に留めることになる。年々の住民の被害は正確な長期統計資料が入手できなかったので良くわからないが、場所によっては相当大きなものであろう。Closing dikeの建設費用は、後述する程度のものであるから、住民の意向がまとまる地域があり、Ganga及Soneの河川堤防の完成が遅れるようならば、農用地のためのClosing dikeと同様に、建設に着手することは有益であろう。

(注) 仮にSummer期に50 haの貯水池に1 m貯水し得たとし、1日の蒸発lossを3 mm、浸透ロスを1 mm、かんがい対象地の日減水深を10 mm、かんがい日数を120日とすれば、かんがい可能な面積は約60%の30 ha前後となる。

Rabi期には日減水深2.5 mmとして同様の計算をすると、かんがい可能面積は約160%の80 ha前後となる。Closing dikeの内部の農用地50 haのためのかんがい水源がこの期間中、他の地域のために有効に利用され得たとすれば、Summer作では無かんがい時の収量を0として $30 \text{ ha} - 0 = 30 \text{ ha}$ 、Rabi作では無かんがい時の収量を仮に60%と評価すれば $50 \times 0.6 - 80 \times 1.0 = 110 \text{ ha}$ と50 haとの差60 ha分だけかんがい面積が拡大できたことになる。しかしこの場合には、Closing dike内の収穫完了からかんがい開始以前の短期間に必要な量の水が安価に貯水されることが必要である。Flooded Area内の中小河川の近辺など、かなり限

られた区域を除いては一般にこのような形の水利用は困難であろう。

一定面積を囲む堤長を最短にする方法は、円型の dike にすることだが、この条件を常に実現することは困難であろう。以下の試算は正方形の場合について行なう。

天端巾を 2.0 m , 法勾配 1 : 0.5 , 堤高を h m , 一辺の長さ X km , 面積を A ha
 潰れ地面積 a ha , 土量 Q m³ , 土工費 @ RS/m³ , 潰れ地単価 @ RS/ha とすれば ,

$$A = X^2 \times 10^2 \text{ ha}$$

$$Q = 8 X (h + 0.25 h^2) \times 10^3 \text{ m}^3$$

$$a = (1.6 + 0.8 h) X^{\text{ha}}$$

また、単位面積当りの土工費は

$$C_1 = 80 (h + 0.25 h^2) a / X \text{ m}^3/\text{ha}$$

単位面積当りの用地費は

$$C_2 = \frac{(1.6+0.8h) \times @ \times 10^{-2}}{X} \text{ RS/ha}$$

単位面積当りの総コストは $C_0 = C_1 + C_2$ となる。

$$h = 1.0 \text{ m} , @ = (0.5 + 0.1) \text{ 人} / \text{m}^3 \times 1.25 \times 3 \text{ Rs} / \text{m}^2 = 2.25 \text{ Rs} / \text{m}^3$$

$$@ = 4000 \text{ Rs} / \text{ac} = 10000 \text{ Rs} / \text{ha} \text{ とした場合}$$

X = 0.5 km なら

$$A = 25 \text{ ha} \quad a = 1.2 \text{ ha} \quad Q = 5000 \text{ m}^3$$

$$C_1 = 225 \text{ Rs} / \text{ha} \quad C_2 = 480 \text{ Rs} / \text{ha} \quad C_0 = 930 \text{ Rs} / \text{ha}$$

$$(= 332 \text{ Rs} / \text{AC})$$

X = 1.0 km なら

$$A = 100 \text{ ha} \quad a = 2.4 \text{ ha} \quad Q = 10,000 \text{ m}^3$$

$$C_1 = 225 \text{ Rs} / \text{ha} \quad C_2 = 240 \text{ Rs} / \text{ha} \quad C_0 = 465 \text{ Rs} / \text{ha}$$

$$(\div 116 \text{ Rs} / \text{AC})$$

X = 2.0 km なら

$$A = 400 \text{ ha} \quad a = 4.8 \text{ ha} \quad Q = 20,000 \text{ m}^3$$

$$C_1 = 112.5 \text{ Rs} / \text{ha} \quad C_2 = 120 \text{ Rs} / \text{ha} \quad C_0 = 232.5 \text{ Rs} / \text{ha}$$

$$(\div 58 \text{ Rs} / \text{AC})$$

一方

一方 Kharif 期の稲作の洪水による減収は、かんがい完全である場合には、粗収入を 1600 Rs/ac , 生産費 35% = 560 Rs/ac とし、純収益 10% 減で 104 Rs/AC \div 260 Rs/ha , 20% 減で 208 Rs/ac = 520 Rs/ha となる。水

の冠水による水稻の減収は日本国内の基準から推定すると、たとえば Malinja を作付して、穂ばらみ期に相当する9月中旬に3～4日間の洪水湛水をうける場合には、水深が0.7 m程度でも約50%にのぼる。10%や20%の被害は非常にしばしば生ずるおそれがあるので、上述の Closing dike の建設コストは、増収によって容易に償却可能であろう。労力と用地を関係者が自己提供する形をとれば、現金支出は非常に僅かなものとなる。

なお、上記のコストには、排水及洪水とり入れのための水門の建設費が加算される。しかし、堤高1.0 m程度なら、特定の個所における土のう等の仮設物の操作により充分対応可能なので、Flood が浅い地域では、必ずしも永久構造物を作る必要はない。

この Closing dike と後述する tubewell の新設と高度利用を組み合わせ、Flooded Area の農業が長年にわたっておかれて来た不本意に低い状態から脱出することは、「農民による共同組織」が結成され運用されるのなら、決して困難ではないと考える。このような改善の事例を Sub-Centre などにおいて実現してみせることは、非常に大きな利益になるであろう。

6.2.5 Tubewell の高度利用

Tubewell を設置するからには、その能力を最大限に利用することが望ましい。そのためは、下記について改善が必要である。

- A) Tubewell 及び Pump の能力一杯に水を出すこと。
 - A) -1 1日当りの運転時間を大きくすること。
 - A) -2 Strainer や Pump 羽根車の点検、保守を充分にすること。
- B) 得た水を有効に使うこと。
 - B) -1 配水ロスを小さくする工夫をすること（配水用仮設管路など）
 - B) -2 農民の水利用組織を作り tubewell から得られる水を限界まで利用できるよう、受益申込面積を増大させること。

以下にそのための具体策をA)-1及びB)-1に重点をおいて提案する。

まず、1日当りの運転時間を多くし、Command Area を大きくすることが必要である。そのためは、第1に停電又は電圧低下に備えて、非常用の動力源（Diesel Engine の耐用時間は5000時間程度なので、たとえば1日10時間で通年運転すれば2～3年でとりかえ時期が来る。電力事情が確実に安定する時期まで、Diesel Engine のみを動力源とすることも勿論可能である。第2に、夜間の揚水を一時貯留

するための仮貯水池を設けることが望ましい。また、広がった Command Area に配水するための仮設的な送水管路を設けることが望ましい。小規模な土水路を新設して完全な配水組織を形成できればなお結構である。もし、これらの配水組織の建設に伴う漬地問題の解決や設置工事に要する期間が大きな制約要因になるようなら、後述するような仮設的な管路（地上敷設，地下埋設の何れでも可）による配水組織を形成すると良からう。1日20時間という運転時間は，現況の運転時間（3時間前後のものが多い）に比して非常に大きいものだが，最初からこれを達成する必要はない。最大限の可能性を示す意味で20時間という提案をしておく。

4" のうずまき pump の揚水能力は $0.65 \sim 1.25 \text{ m}^3/\text{min}$ 程度である。安全を見込んで $0.9 \text{ m}^3/\text{min} = 0.015 \text{ m}^3/\text{sec}$ として計算する。1日の運転時間は20時間とする。

Kharif の Command Area は給水量を Table 4-10 及び Table 4-17 を参考に， $6.5 \text{ mm}/\text{day} \times 1.15 = 7.5 \text{ mm}/\text{day}$ ，とすれば， $0.9 \text{ m}^3/\text{min} \times 60 \text{ min} \times 20 \text{ hr}/\text{day} \div 7.5 \text{ m}^3/\text{ha} = 1080 \div 7.5 = 14.4 \text{ ha} = 36.6 \text{ ac}$ となる。

Rabi 期の Command Area は，給水量を Table 4-11 の基準を用いて $2.5 \text{ mm} \times 1.20 = 3.0 \text{ mm}/\text{day}$ とすれば， $1080 \text{ m}^3/\text{日} \div 3.0 \text{ m}^3/\text{ha} = 36.0 \text{ ha} = 90.0 \text{ ac}$ となる。作付率を60%と仮定すれば gross の Command Area は 60ha (150 AC) となる。

Summer 期の Command Area は，給水量を Table 4-10 及び 4-11 を参考に， $1.0 \text{ mm}/\text{day} \times 1.15 = 1.15 \text{ mm}/\text{day}$ とすれば $1080 \div 1.15 \text{ m}^3/\text{ha} = 9.4 \text{ ha} = 23.5 \text{ ac}$ となる。仮に，これらの面積が tubewell を中心にして周囲に分布したとすれば，下記の方法にて送水する。

Kharif の場合，全面的に作付けるので仮貯水池は原則として設けられない。できるだけ Tubewell から小水路又は小管路により直接送水する。夜間 10hr の送水量は 540 m^3 であるがこれは ha 当りの1回のかん水が $7.5 \text{ mm}/\text{day} \times 12 \text{ day} = 90 \text{ mm} = 900 \text{ m}^3/\text{ha}$ 12日間断の場合であることから，0.6 ha 分の水に相当する。予め，小水路を公平にセツトしておけば夜間特に水路切りかえを行なう必要はない。Command Area が多少遠くにあれば，図 4-8 の如き方法を取り，A ブロック～E ブロックを順番にて日程度づつずらせてかんがいすれば良い。

Rabi の場合は，作付しない水田の一部を用いて，この畦畔を高くし，入念に水も

れをとめて2つに30 cm³~40 cm³の貯水能力を持たせる。夜間10 hrの揚水をこれに貯水する。

10 hrの送水は540 m³で仮に30 cm³貯水したとすれば0.18 haを要する。貯水~配水のlossもあるので成丈、小配水路を固定して夜間も配水を続けると良い。1回の給水は25日間断とすれば3.0×25=75 mm=750 m³/haであるから、540 m³は0.72 haに相当する。広い面積ではないので夜間の小水路切換作業はあまり必要ではなからう。仮貯水池に夜間貯水した場合には、翌日の昼間配水すれば良い。浸透による水損失を防ぐには、ポリエチレンシートを用いると良い。45 m×45 mのもので上記の池をカバーできる。

Rabiの作付率を60%とすると、Command Areaの分布総面積は60 ha = 150 ACとなる。これについての配水組織は5ブロック方式として図4-6のとおりである。1ブロックにつき5日の割合でRotationを組めば良い。

Summerの場合はKharifのCommand Areaがせまくなるだけで、給水する水田の分布に応じて仮設すれば良い。

この方式の経済性を考えるに、完全かんがいによる増収をKharif 440 Rs/ha (1,100 Rs/ha), Rabi 200 Rs/AC (500 Rs/ha), Summer 960 Rs/AC (2,400 Rs/ha)として試算すると1ヶ年の増収は

Kharif	1,100 Rs/ha × 1.4 ha	= 1,540 Rs
Rabi	500 Rs/ha × 3.6 ha	= 1,800 Rs
Summer	2,400 Rs/ha × 0.9 ha	= 2,160 Rs
合計		5,500 Rs

という数字になる。4"のTubewellの建設費約15,000 Rsは完全に償還し得る。

動力源として5 PS.のDiesel Engineをつけ、年間250日×20日=5,000時間運転して1年で使いすて、(燃料消費250 gr/HP hr×5HP×5,000 hr.=6,250 kg/年)だとしてもその費用は燃料5,000
機械4,200 } Rs/年程度で問題にならない。この地
計9,200
域は非常に恵まれた条件を持っているといえる。

これらのかんがい組織の運用のためには、水利上の共同組織の結成が必要である。これをSub-centerなどの拠点において実行して見せるのが最も良いと考える。そして、村単位程度までこれを拡大できると後の普及に好都合である。

豊水期の水を稲の生理上支障のない限度まで貯留して、特にMonsoon期の降雨が

終わった後、かんがい終期迄の約50日間の水需要に備えると良い。その頃の草丈は110～120cmであり、貯留の限度は250mm内外と考える。日減水深をこの期で9mm内外とすれば、250mmの貯水は、約28日間の水量に相当する。

かんがい施設を完備した地区については、それほどの貯留は必要でないが、ポンプの運転経費を軽減する意味から励行した方が良い。

6.3 Canal Area について

6.3.1 改善目標の検討

- ① 長期的な目標としては、次のようなものが望ましい。
 - ㉑ 現存の Sone Canal System を末端水路に至るまで完全に近代的なかんがい施設体系として完成する。
 - ㉒ Sone Canal System を拡大して、組織的なかんがいの受益面積を拡大する。
 - ㉓ 近代的な圃場整備（区画整理，交換分合，農道整備，用排水路網整備）を行なう。
 - ㉔ 農業生産施設の整備と農業の機械化を行なう。
 - ㉕ 農村の総合整備（地域住民の生活環境の整備や，地域全体の産業開発など）を行なう。
- ② 短期的な目標としては、次のようなものが望ましい。
 - ㉖ Command Area 内で水が行きわたらない個所につき点検し，必要なら補助水源を完備する。
 - ㉗ Village channel を増設して，農民自身による水利用組合による公平かつ合理的な用水管理方式を確立し，普及させる。
 - ㉘ 長期的な改善計画の樹立及び現存の Canal System の総点検に必要な基礎的データ収集のための諸調査を開始する。（地下水の広域調査，減水深，水路の送水ロス，水路網各地点の流量測定など。）

これらの目標のうち長期的なものについては Bihar 州内の他の地域との間のバランスを考慮しつつ，州政府が総合的な視野に立って実行されることを希望する。

5.3.3 には全般的な改善方針を，5.3.4 及び5 には，特に短期的な目標に焦点をしばって，より具体的な改善方策を述べることにする。

6.3.2 現況の評価

かんがいの仕事は頭首工と幹線水路を完成するだけで終るのではない。末端水路に到るまでの一貫した整備が達成され，かんがい用水が最大限有効に利用される状態が

達成されない限り、かんがい施設全体の価値は生じない。この地域の重要な課題の一つは、この「末端における諸問題」を如何に解決するかにある。

末端かんがいに関する諸問題は一般に「言うは易く行なうに難い」ものが多い。農民の技術水準や組織力的水準が向上しないと解決できない問題が多いからである。今回の報告は、この末端問題に重点をおいている。

項目別の内容

番号	項目	検討事項
1	主水源	
1-1	Sone 河流量は充分か	時により不十分, Existing Sone Canal だけでも年により, 季節により不足する Sone High Level Canal の完成と Koel High Level Canal の完成により, なお 水が不足するが, これは Kutku Dam などの水源対策により, 改良される計画である。Kutku Dam の早期完成と, M. P. 州の Ban-sagur Dam 計画, 調整
1-2	Sone Barrage の構造管理, 操作に問題はないか。	ないと思う。堂々たる近代施設で良く管理されている。
2	幹線水路 (Distributary 迄)	
2-1	管理は充分か。	なし。1972 年 4 月の修理状況をみると, 土砂沈積がかなり大きいように思う。1966 年以来修理する機会がなかったことはわかるが Rabi Summer の作付増加は今後も続くはず, 6 年放置したのは長すぎはしないか。
2-2	分水操作と流量測定が正確に行なわれているか。	量水の方法が正確であるとは考えられない。これだけの大水路になればもう少し正確に量水した方がよいと思う Barrage の近代性とはアンバランスな感じがする。

2-3	通水規則はわかり易く合理的か。	Distributaries に14日間に4日休み10日通水する規則を最良のものとは考えない。詳細は後に(3)項で述べる。
2-4	設計通水量はかんがい必要水量と対比して適当か。	適当であろうと思いが、その算出根拠について、今回は詳しく知る機会がなかった。特に計画対象の早ばつ年の概念、年間の最大通水量の概念について、我々は興味を持つ。
3 3-1	末端水路分布は適正か。	Village Channel として農民に管理されている区間が、現在の農家の組織的な管理能力にとって、長すぎるのではないか、又 Village Channel の面積当りの延長はもっと大きくする必要があるのではないか。
3-2	管理は適正か。	改善の余地が大いにあると考える。送水ロスが非常に大きいようである。
4 4-1	補助水源 Tubewell は十分に活用されているか	充分とは考えない。
4-2	補助水源の開発の必要性はあるか	全域にわたる詳細な配水状況調査をしないと明確に言えないが、Canal によるかんがい不能の個所については Tube well などの開発を考えないと、この個所の水不足は永久に解消しない。地下水の外中小河川の流水の利用も検討する余地がある。現況の Command Area のかんがい水の到達状況を点検してみてもどうか。

6.3.3 Sone Canal System に関する改善の具体案

㉑ Sone Barrage 及び河川流量について

Kutku Dam を中心とする水源増強計画の早期完成を念願する。

㉒ Command Area の総点検について

Village map 上で、Sone Canal の Command Area の境界を明確にプロットする。また、Command Area の内部において常習的に水掛りの不良な区域をその原因別に（標高が部分的に高い、Village Channel がなく田越しかんがいがいだが、上流部で水をとられてしまうなど）場所と面積を明らかにする。このためには、Village map に 3～4 feet 間隔の等高線を入れておくことが望ましい。

㉓ 幹線水路の維持補修について

機械力（通常の陸上用土工機械で足りる）を用いた迅速な土砂取除き作業を、部分的に落水しながら順番に施工した方がよい。全水路をいっせいに落水して一作期を完全に放棄するほどの必要はないと考える。また、少なくとも 2 年に 1 回は点検、補修が行なわれるようにした方がよい。

㉔ 通水ルールについて

通常時の現行ルール（Distributary につき 10 日通水、4 日休み）を単純な連日通水に改めることを提案する。詳細は後述する。

㉕ 分水操作の精度向上について

各分水地点につき、正確な流量測定を行ない、通水能力を点検し、水位計とパーセントきざみの水量計を建てこむ。④及⑤により、分水操作をより単純かつ正確にする。また、Village Channel の入口にも Parshall Flume を設置し、同様の目盛りをつけることが望ましい。

㉖ Village Channel の増設について

②の調査の結果、Village Channel の不足が認められる区域について、かんがい技術者の適切な指導の下に増設をはかる。そのためには、後述する⑦及⑧の処理が必要である。

㉗ 補助水源の開発

②の調査の結果、Sone Canal の受益地以外で、かんがい水の不足する個所と、受益地内であるが Village Channel を遠くから他の村を通して新設しないと水が来ないなど、新規の水源に切りかえた方が有利な個所について tubewell の設置や中小河川

からの導水など、補助水源の開発を行なう。

⑥ 農民による水利組合組織の結成について

特に Village Channel の新設と運用のための水利組合組織を結成し、公平かつ合理的な末端かんがい運営を実現する。

⑦ 各水路の設計流量の点検について

今回の調査は、水路に水がない期間に行われたため配水の実態はわからないが、送水中の水ロスが特に末端水路において非常に大きくなっているものと思われる。Table 4-12 の設計流量は、標準的な減水深に現況水路の送水ロスを加算したものであるが、かなり小さい感じがする。Command Area 内で水が届かない原因の非常に大きな部分がこの点にあるように思われる。一度組織的にこの水路ロスの実態を特に末端水路に重点をおいて測定してみることは、非常に有益であろう。

⑧ 既存水源の高度利用について

第5章 2.5 に述べたように、tubewell などの既設水源を最大限に有効に利用し、また深水かんがいにより豊水期の水の有効利用をはかることが望ましい。

6.3.4 通水ルールについて

今回の調査では、「Main Canal 及び Branch canal 迄は連日通水、Distributary は、14日のうち10日通水、4日休み、Village Channel は Distributary の通水日には全て通水、というルールになっている旨の聴取結果を得た。以上のことを考慮にいと、下記の点に問題がある。

- ① Distributary 及び Village Channel の断面は 14 / 10 丈大きくする必要があり、もし現実にこれ丈の通水断面がなければ、用水不足が生ずる。
- ② 操作が複雑である。仮に 100 cusec の Branch canal と 15, 30, 20, 18, 27, 30 cusec の能力を持つ Distributary がある場合、「合計流量が常に 100 cusec、通水日数がどの Distributary についても 14 日中 10 日になる」ような Rotation を組むことになるが、これは厄介な作業である。
- ③ Branch canal への流量が、Sone 河の流量不足等の事情から不足する日があるとたまたまその日に通水していた Distributary が損をすることになり、不平等が生ずる。また、降水量が大きかった日に水路の通水量を減らしたり、作物の生育相に応じて通水量を調節する場合の操作が、複雑なものになる。
- ④ 送水ロスは、水路の数が少ない方が小さくなる傾向もあるが、通水開始時及び終了時の

ロス（水路に水が残って蒸発してしまうなど）の回数が増えるので、決定的に有利とはいえない。

- ⑨ Rabi 期の小麦のかんがいは、Table 4-11 の一般的な方法によれば 20～25 日間断かんがいである。これを 14 日に 10 日の割合で配水される水と現在程度の密度の Village Channel 及びその末端水路の分水操作により実現するのは、かなり難しい仕事になる。たとえば全体を 21 ブロックに分け、14 日の中の 10 日間でそのうちの 14 ブロックに 24 時間通水の田越しかんがいで配水する（21 日間断）といった複雑な操作になってしまう。しかも、Satta に参加している区画とそうでない区画は混在しており、大部分の区画が田越しによる配水を余議なくされる。

上記のような諸問題を解決するには、むしろ連日通水の方が有利ではないかと考える。全ての水路に設計流量が流れるよう全ての水門を固定し、これを勝手に動かすことを厳禁するようにする。そして 5.2.3.5 に述べたような〇〇%の目盛りを用いて〇月〇日より〇月〇日迄は設計流量の 80% という指定をするようにすれば、Sone 河の水源流量が不足する時や、作期及成育相による用水量の変化にも対応し得るはずである。番水制は通水量が非常に小さくなる（たとえば 50% 以下など）時以外には無暗に用いない方がよいと考える。また、用水が到達しない水田は、末端に達するまで連日かんがいというルールにしておけば、単純に「水があるか、又はないか」を見ることにより判別できる。末端水路にしても主水路に設計流量が連日流れているのに小さい流量しか与えられないようなら直ちにその現状を証拠に異議の申立てができる。

上記のような事情から、この地域には単純明快な連日かんがいの方がむしろ適していると考え、また少なくとも Kharif 期の水稻作については「必要な時期に必要な水を与える」ことを保証する体制を確立することを前提に「その地域の全水田を受益対象にする」方式をとることが望ましい。Satta に参加した区画にのみ田越し方式で配水するのは、非常に困難だからである。

6.3.5 Village Channel の増設と農民の水利組合による管理

Distributary 以上の水路の総延長は、170 万 ac の Command Area につき 1575 mile で、平均密度は $0.92 \text{ mile}/1000 \text{ ac}$ $0.37 \text{ km}/\text{km}^2$ である。Village Channel の密度は適当な資料がないのでわからないが、Village Channel を含めた末端水路の管理は農民に委ねられている。上記の幹線水路密度 $0.92 \text{ mile}/1000 \text{ ac}$ $= 3.7 \text{ m}/\text{ha}$ から考えて、末端水路の管理には適当な水利組合が必要かと思わ

れるが、現状ではそれに相当する有効な農民組織はまだ結成されていない。この地区のように緩勾配の地形では、田越しかんがいの能力には限度があり、どうしても上流側の区画に水をとられてしまう。また、Village Channel においても、水路を上げないと取水しにくいといった事情もあって上流側の水の横取りが横行する。こういう不都合は州政府の行政権力でとりしめるより、農民組織内部のモラルにより解消させる方が望ましい。直接にとりしめるにはほう大な数の職員が必要であり、それらの職員に公正に職務を執行させるには非常に高い道德水準の人材を得なければならぬ。単純なことではあるが、Sone Canal System の最大の弱点は、結局の所、Village Channel 以下の末端水路の network の形成の不充分さと、これを自主管理する農民組織の不充分さにあると考える。今後の対策としては、州政府が直接介入する公共事業として組織的な末端水路網を形成し、同時に農民による水利組織を結成してその管理にあたらせることが最も望ましいと考える。それが不可能な場合には、農民自身の自主事業の形で州政府の技術指導の下にモデル的な施行例を作って普及させるのが良からう。末端水路の密度は、区画整理がない現状では非常に大きいものが必要となる。圃場整備の段階まで一気に飛躍できればよいが、それほど急な発展が無理であれば、若干の田越しかんがいを許容した形でひとまず前進する外はなからう、仮に $20\text{ m} \times 30\text{ m}$ の区画があり、小用水路の両側に配水するとして、5枚の田越しを認めれば小用水路の密度は 300 m 間隔で $100\text{ m} / 3\text{ ha}$ 程度となる。参考迄に日本における現行の基準は、田越し方式なしで、 200 m 間隔で標準区画 0.3 ha ($30 \times 100\text{ m}$)、 $100\text{ m} / 2\text{ ha}$ 程度である。

6.3.6 減水深と水不足状況の点検

Table 4-10 及び 11 による減水深は Kharif 及び Summer の水稻については max. で $10\text{ mm} \sim 15\text{ mm} / \text{day}$ である。 $10\text{ mm} / \text{day}$ の場合の 1 cusec の Command Area は約 60 ac となる。Table 4-12 の現行数値は平均すると $72\text{ ac} / \text{cusec}$ 程度となる。送水ロスを 30% とすると、これは約 $6.4\text{ mm} / \text{day}$ に相当する。この地域における Evaporation Transpiration 及び Percolation の測定 Data が入手できなかったため正確にはわからないが、東南アジアにおける Evapo-transpiration 値は $8\text{ mm} / \text{day}$ 前後である。これに Percolation 値を加算すると、net の必要水量が求められる。これに送水ロスを加味し、有効雨量をさしひいたものが水路の設計水量となる。Percolation の値については仮にこれを $2\text{ mm} / \text{day}$ とすれば 10

$mm \times 1.3 = 13 mm/day$ より有効雨量をさしひいた値が水路の設計流量となる。Table 4-7に、1966、1970及び1971年のKharif期についての試算を示す。これによれば、PeakのSone Canalの設計給水能力の100%の通水が行なわれていれば、最近における最大の旱ばつ年である1966年でも10月中旬～下旬のかんがい末期に若干の水不足があるだけで何とか切りぬけられることになる。しかし現実には表4-17に示すように水がほしい時期に設計通水能力100%の水が供給されない傾向がある。この年のSone河の流量記録が入手できないので実情はわからないが、

Sone河の流量が充分にある時には、大雨の日でもない限り設計通水量の100%を常に通水する方が望ましいと考える。1970年は平均的な年であるが、このような年には、Net $6.5 mm/day$ の通水能力でも水不足を生じることはない。1971年は最近における多雨年であり、1970年よりなお余裕がある表4-9及表4-17をみると、一般に代かき期は多雨であり、代かき開始の10日前の6月20日から雨水の貯留を開始し、水路による通水を7月1日から開始すれば、水不足で困る年はないようである。しろかき用水 $150 mm$ は一般的な基準としては妥当な値だが、完全に乾いた水田を代かきする場合にはもう少し大きい値を見込む方が安全かと思われる。この点は、減水深の実測に含めて一度測定しておくことが望ましい。最高分けつ期などのかんがい中期には適当に降雨があるので、水不足を生じる怖れは少ない。水需要のピークはむしろ9月下旬～10月下旬に生じている。この期の減水深を、穂肥を施す都合等もあって一応 $9 mm/day$ としたが、表4-11のようにもっと少ない値 ($5.4 mm/day$ 程度) 不十分という意見もある。この時期の水不足はそれ程深刻な減収をもたらさないで1966年のように多少の水不足を生ずることがあっても大きな支障はないと考えられる。また、表4-17に例を示したように、草丈が大きくなればなるだけ深水(表4-17では $50 \sim 150 mm$)にして、余分な水を貯留しておくといよい。

以上の分析から言えることは、「Sone Canalの設計通水量は、常に100%の通水を行ない、深水かんがいなどの操作を加味すれば、ほぼ水の需要をみたし得るであろう。」ということである。但し、①水路の通水能力が維持されること、②常に100%の通水を続けるよう努力すること。③末端に到るまでの配水が適正に行なわれること、が前提条件として満たされない限り、水不足が各所に生じるはずである。特に水路の通水能力、送水ロス(30%で充分か?)、しろかき及び日減水深($150 mm$ 及び $9 mm/day$ で足りるか)については、この際やはり点検しておいた方がよい。現

在，非常に多くの水田に水が届かないことの原因の1つは，上記の②～④の条件が満たされてないことである可能性が強い。

第7章 地下水開発の現状（実態）

7.1 地下水利用状況

インドにおける農業用の地下水利用は、かなり古くからおこなわれてきたものと思われる。

今回収集した統計資料によると、（参考文献参照）1900/1901に井戸によるかんがい面積が4,050千haと報告されているので、20世紀以前から、かなりの地下水が利用されてきたわけである。一方、1962/63年の水源別かんがい面積は、表7-1のとおりである。

すなわち、井戸によるかんがい面積は約60年間に2倍となり、水源別かんがい面積の30%と高率をしめている。これらのことから、農業に対する地下水源のウエイトがいかに大きいか容易に知られるわけで、それだけ地下水利用の利点があったわけであり、こんごも地下水の開発が進展するものと思われる。とくに、ガンジス河周辺などは地下水を豊富に包蔵する沖積層、洪積層の発達が巨大であり、他方、河川水は降雨量に影響されて変動しやすく、ダム等の貯水施設の構築なしには安定的な水源となり得ないのと対称的である。ビハール州シャハバード地区の水源別かんがい面積および割合は表7-2のとおりである（参考文献2参照）。

表7-1

水源別かんがい面積（同割合）

水 源	かんがい面積(千ha)	かんがい割合(%)	備 考
Government canals	9,690	37.7	
Private canals	1,170	4.6	
Tanks	4,730	18.4	
Wells	7,660	30.0	
Other	2,390	9.3	
合 計	25,640	100.0	

表 7 - 2 BIHAR 州 SHAHABAD 地区における水源別かんがい面積および割合

(in 1,000 ha)

DIVISION	ARRAH		BUXAR		SASARUM		BHABUA		SHAHABAD in 1969/70		参考 SHAHABAD in 1956/57		考 備 考
	千ha	%	千ha	%	千ha	%	千ha	%	千ha	%	千ha	%	
耕地面積	112.9		85.4		202.2		74.5		475.0		435.3		千ha 39.7 の増
水 源	Canals*	80.5	1.3	68.4	80.1	145.7	72.0	32.4	43.5	327.0	68.9	253.5	58.2
	Tanks	10.1	9.0	0.4	0.5	7.7	3.8	18.2	24.4	36.4	7.6	133.6	30.7
	Tube Wells	9.3	8.2	8.9	10.4	24.7	12.3	11.3	15.2	54.2	11.4	0.0	0.0
	Wells	4.9	4.3	2.4	2.8	4.9	2.4	6.9	9.3	19.1	4.0	17.0	3.9
Others	8.1	7.2	5.3	6.2	19.2	9.5	5.7	7.6	38.3	8.1	31.2	7.2	
かんがい面積割合(%)									60%				

表7-2からよみとれるシャハバード地区の特長はインド国全体(表7-1)に比して下記のように要約される。

(1) Canalによるかんがい面積の割合は約70%(327,000ha)と高率をしめる。これはSone河上流部に新設されたSone Barrageとこれから取水しているArrah Canalによるところが多い。

(2) これらCanalの発達のため、ほかの水源によるかんがい面積割合は低い。とくに、井戸(Wells & Tube Wells)によるかんがい面積の割合は低い(約15%)。

(3) 1956/57と1969/70を比較すると、後者では、Canal掛りの面積が約10%増加し、他方、Tanks(皿ため池)掛りは4分の1に減じた。

(4) Wells(浅井戸, Open Wells)によるかんがい面積、同割合はほぼ一定であるが、1957年以後新しく導入されたTube Wellsによるかんがい面積が54,200ha(11.4%)と急増している。これは、1955年以来The Exploratory Tube Well Organizationによって実施されてきた組織的な地下水調査によるところが大きいと思われる。

(5) Arrah CentreおよびSub Centreの集中するArrah Divisionは、Shahabad Districtの中ではほぼ平均的な水源(割合)を有するが、Canal掛りが2.4%ほど多く、Tube well掛りが3.2%ほど少ない。

(6) Shahabad Districtの耕地は、約60%がかんがいをされていることになっており、Canal掛りのしめる割合が大きい。

次にShahabad Districtにおける農業用井戸の増加状況についてふれる。今回の調査では、Shahabad District内に掘さくされた井戸の正確な本数は把握できなかった。しかし、Arrah Sub-Divisionについては、表7-3の資料がMinor Irrigation Departmentから提供された。すなわち、Minor Irrigation Departmentの管轄のもとに1951/51以来1970/71年度までに掘さくされた井戸本数をしめしている。これによると1903本の井戸が掘さくされているが、Tube Wellは1961/62年以来わずか11本、※O・B・S(Open Boring With Strainers)は713本で、1966/67~1967/68年間における増加が顕著である(図7-1参照)。※O・B(Open Boring without Strainers)は1179本で最も多い。(〔注〕O・B・S及びO・Bは、ともにタイプ1(図9-1)のような構造であるが、前者のTubeにはストレーナーが切っているのに対し、後者のTubeにはストレーナーが切っていない。)

図 7-1 から明らかなように、1950/51年、1959/60年および1966/67～1967/68年間に於いてやや急増している。

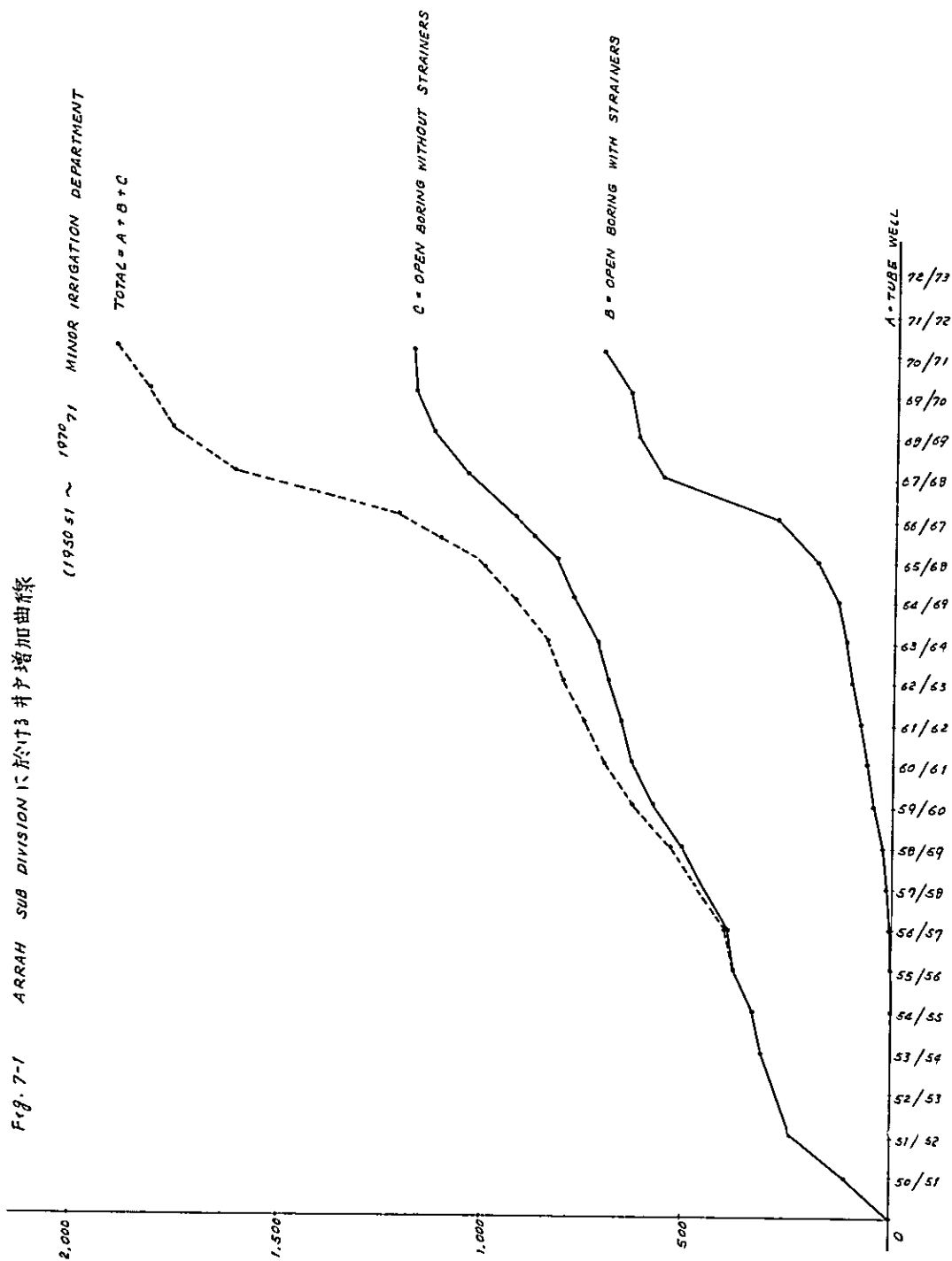


表7-4 SHAHABAD DISTRICTにおけるPRIVATE TUBE WELLの増加状況(1960/61~1971/72)

種別	ARRAH	BUXAR	SASARUM	BHABUA	SHAHABAD
Tube Well	17	16	2	0	35
* Open Boring with Strainers	726	682	638	60	2,106
* Open Boring without Strainers	529	1,134	871	1,303	3,837
合計	1,272	1,832	1,511	1,363	5,978

* O. B. S. およびO. B. については次頁参照のこと。

一方、1960/61～1971/72年間に於ける Shahabad District に於ける井戸掘さく本数は表7-4のとおりである。すなわち、約6,000本の井戸が掘さくされているが、O.BおよびO.B.Sがほとんどをしめ、Tube Wellはわずか35本を数えるのみである。ともあれ Sub-Division ごとの井戸本数はほぼ一定している。いま、表7-3と表7-4を用いて1950/51～1971/72年間に Shahabad District 内で掘さくされた Private Well の本数を試算すると概略9,200本 ($= \frac{1903}{272} \times 5978$) となる。しかしこれは Minor Irrigation Department (1958年新設、以下M.I.Dと略記する) および前身の Agricultural Department の管轄のもとに掘さくされたと推定されるものであり、これ以外に個人によって掘さくされたもの、あるいは Lift Irrigation Department (以下L.I.Dと略記する) の管轄によって掘られた State Tube Well (Arrah Sub-Division 内で約270本掘さくされている。したがって、Shahabad District 全体では約1,000本と予想される) などが分布している。このほか、Open Well (口径1～3mの浅井戸、井戸側壁はしこが積み) もかなりあり、これは人力ないし畜力によって揚水しているが、その本数の推定は不可能である。

なお、1965/66～1966/67年のかんばつでは飲料水にも事欠き、このため、飲料用水確保のための各種 Tube Well が Public Health Engineering Department (以下P.H.E.Dと略記する) の管轄のもとに多数掘さくされている。

また、これら井戸の動力として用いられる電力の消費量は表7-5にしめした。1969/70年度に於けるかんがい用電力消費量の全体消費量に占める割合は11.7% (23,206,000 kWh) である。一方、1967/68年に対する1969/70年の消費量の割合は12.6%と Public lighting に次いで大きな伸びをしめしている。全体の消費量が9.6%と減少しているなかでこの増加は顕著なものであるといゆるであろう。なお、この期間に於ける全井戸本数の増加割合は11.3%であり、したがって消費量増加の割合が、本数の増加を若干上回っている。揚水時間が若干長くなっているものと思われる。

表7-5 用途別電気消費量*

単位：百万kwh

用途	① 1967/68	② 1968/69	③ 1969/70	④ 1969/70 の割合(%)	⑤ $\frac{②}{①}$	⑥ $\frac{③}{①}$
Domestic and Commercial	8.69	8.84	9.14	4.6	1.02	1.05
Industrial (up to 650 volts)	12.50	12.48	13.04	6.6	1.00	1.04
Industrial (above 650 volts)	165.85	160.19	151.69	76.4	0.97	0.92
Public lighting	0.26	0.35	0.38	0.2	1.35	1.46
Irrigation	18.46	22.07	23.20	11.7	1.20	1.26
Public water works and sewage pumping	1.05	1.09	1.07	0.5	1.03	1.01
Total electricity sold	206.91	205.02	198.52	100.0	0.99	0.96

* 参考文献2より抜粋。

7.2. 地下水開発組織

農業用地下水の開発に関係している官庁は Minor Irrigation Department (M . I . D) と Lift Irrigation Department (L . I . D) である。以下これらの官庁の組織と業務の概要をのべる。もち論この概要は Bihar State についてのものであり、他州については不明である。

7.2.1. M . I . D

M . I . D は、農民からさく井申請があり、かつ、さく井に要する資金(担保の場合は Land Mortgage Bank が審査する)が準備された場合、直角でさく井と側管挿入を行なう。仕上り鋼管径は 3" ~ 6" であるが、ほとんどの井戸が 4" であり 6" のいわゆる Tube Well は少数ながら最近掘さくされるようになってきた。仕上り 6" 径と 4" 径で深度 200 ft 以上のものの掘さくは、60 HP の Rotary Machine (= Dig Machine トラック搭載型) を用いる。仕上り 4" で、深度 200 ft 以内のものは、Handed Machine (パーカッション式、動力は人力)により掘さくする。M . I . D のさく井能力以上のさく井申請があった場合は Private Agency に掘さくさせるが、その単価は州政府により基準化されている。揚水試験は、農民(申請者)が実施する。動力として電気を用いる場合は、Electric Board によって配線工事が実施される(その経費、電力代等は参考資料1参照)。動力としてジーゼルエンジン付ポンプを用いる場合は、M . I . D が幹旋する。ポンプ小屋、配管等はすべて農民(申請者)が建設する。

井戸の受益面積が 5 a c . 以内のものについては、さく井および側管経費の 25% が補助される。また、ジーゼルエンジン付ポンプを用いる場合のみ、その経費の 25% が補助される。申請から完成までの期間は資金が準備されている場合、約 2 ヶ月、担保の場合は約 3 ヶ月の期間を要しているようである。なお、さく井間隔は 4" 径の場合 1,000 ft 以上、6" 径の場合 1,500 ft 以上を保つことが原則となっている。

さく井経費は、参考資料2に示した。

7.2.2. L . I . D

L . I . D は原則として Canal の受益外にしかさく井出来ず(したがって、Canal の Tail End 部付近にさく井することが多い)一方、州政府の事業計画にもとづいて、さく井を実施する。井戸完成後は、井戸周辺部の耕作者の申請に応じて、揚水・配水を行なう。もち論、井戸は州政府の財産であり、水は有償で、その価格は、対象作物とかんがい回数によって決められている(表4-16参照)。揚水・配水は Operator (公務員)が行ない、

水代は前納制である。L. I. Dによる State Tube Wellの仕上り口径は6"以上(1967年以後は8"以上)で、深度は200'~300'のものが多く、公社的な性格を有する会社(例えばIngra)などと請負契約により実施している。これら井戸、ポンプの標準的な経費は参考資料2にしめした。

なお、州政府の意向としては、今後 Private Tube Wellの増設に重点をおきたいとしている。

7.3. 地下水利用上の問題点

地下水利用上の技術および維持管理上の問題点をしめせば下記のとおりである。

(i) ポンプの動力源としての電力供給が不安定で、計画的ないし効率的な揚水が不可能である。このため、比較的安価な電力の安定的供給が農業のみならず、その他の各分野からも希望されており、電力不足解消のための努力がなされている状況である。しかし、電力普及地帯にあっては、電力費の低廉のため、モーターを動力とする各種ポンプがセットされている。しかし、あまり効率的には揚水されていないようである。各井戸の受益面積の大きさにも支配されるが Private Tube Wellで日当り揚水時間は平均3~1時間前後、State Tube Wellの日当り揚水時間は3~9時間という例も知られている(図7-2参照)。

電力が普及していない地帯にあっては、ディーゼルエンジンを動力源とするポンプが使用されている。この揚水施設の方が適期に、効率的に使用されていることが多い。なお、ディーゼルエンジンを動力とするポンプの普及割合は約20%、残りの約80%は電力といわれている。

(2) Private Tube Well と一部の State Tube Well はうず巻きポンプをセットしている。このポンプの場合、吸水揚程が7～7.5 m以上になると揚水不可能となる。このため、吸水揚程を小さくし、連続揚水を可能とするため、ポンプ位置を地盤下2～4 mにセットすることが多い。Open Well 内にポンプをセットする例はむしろ例外であって、ポンプ用地下室をもうけ、そこからOpen Well 内に吸水管を布設してある。このポンプ室は、地下水の浸入を防ぐため、コンクリート壁で囲われている。もち論、大部分のものは、高い地下水位の時でも浸水しないよう、ポンプ位置を検討しているようである。しかし、Flooded Area にあるものは、はんらん水がこのポンプ室に上部から流入するため、雨期にはモーターおよびポンプの一部を撤去しなければならない。この維持管理も容易ではない。

一方、このうず巻きポンプは、井戸パイプに直結されているため、揚水水位がどの程度なのか、あるいは、地下水位そのものがどの程度変動するものかは不明である。そのため、井戸を増設し、地下水をより多く揚水しようとする場合、従来のポンプ機種でよいものかどうかの判断がぐだしくい。

(3) State Tube Well には、タービンポンプ一部水中モーターポンプが施設してある。その動力は電力である。電力不足(停電)にともなう適期揚水が出来ないことは先きのべたとおりであるが、同時にOperatorが農民自身ではないため、適期に揚水しない欠点がある。動力源としての電気の安定的供給をはかると同時に、Operatorが農民の立場にたってしん味な運転、管理をおこなうことが望まれる。

第8章 Sub-Centre 周辺の農業用水利用実態と水理地質

8.1. Shahabad District の自然立地条件

6ヶ所の Sub-Centre は図4-3にみるように、ソン河とほぼ平行に点在している。山際にある Suara Sub-Centre (Ⅱ1) からガンジス河近傍の Kulharia Sub-Centre (Ⅱ6) まで分布している。Ⅱ2 の Sub-Centre は未定であるが Sasaram Sub-Division の Bikramganj Block のなかに設置される予定である。(そのため、今回の調査対象としなかった) Katar S-C (Ⅱ3), Garhani S-C (Ⅱ4), Ekauna S-C (Ⅱ5) および Kulharia S-C (Ⅱ6) は Arrah Sub-Division のなかに位置する。

これら6ヶ所の Sub-Centre が分布する沖積平野の標高は50~105mであり、地表勾配は約 $\frac{1}{1,700}$ ぐらいとかなり緩やかである。しかし、ガンジス河の Arrah-河口間の河川勾配約 $\frac{1}{13,000}$ と比較すると、かなり急な勾配といえる。南部に分布する丘陵性山地は、ソン河の左岸部が主としてカンブリア紀ないし先カンブリア紀の砂岩からなり(右岸部のそれは、先カンブリア紀の片麻岩、花崗岩からなっている)、山脚部のボーリングが着岩することがある。この丘陵性山地からなる部分は、Hilly Areaあるいは, Crony Drought Effected Area といわれ、農業開発が進められている。なお、ガンジス河右岸部に展開する沖積地の巾は120Km±あり、左岸部の Siwalik Range までのそれは140Km±で合計260Km±の巾を有する広大な平野となっている。ガンジス河の両岸部は洪水時にはらん、湛水する、いわゆる Flooded Area である。この境界は、明りょうでないので、便宜的に図4-3のようにしめた。すなわちガンジス河およびソン河の現流水面とそれに付ずいた現河床面は沖積面を10~15m浸蝕しているが、このほかにはほとんど段丘地形がみられず(まれには1~1.5m程度の地形差がみられるが、局部的であり、ガンジス河のはん乱時における側方浸蝕のためと思われる)はん乱の範囲が明示しにくいわけである。ともあれ、Kulharia S.-C. は、Flooded Area のなかに位置するわけである。なお、近傍のその他の小河川もすべて、沖積面を5m前後浸蝕して流下している。このため、河川から沖積面上にある水田への配水は、Canal や Canal と Barrage を建設しないと困難である。このため、自然状態の河川掛りのかんがい面積が計上されていない(表7-1, 7-2参照)。

Flooded Area を除いた沖積地は Canal Area といわれている。平坦な沖積地(勾配 $\frac{1}{1,700}$ ±)で、前述したように段丘地形などはみられない。19世紀中頃(英統治時代)に建設され

た Arrah Canal およびその Branch Canal あるいは Distributary が発達しているために、Canal Area と呼ばれるわけである。1965年には、世銀の融資を受けて Arrah Canal の改修とその取水口である Sone Barrage が上流側に新設された。しかし、水量不足で井戸掘さが進行しつつある（表7-3参照）。また、この事業と平行して、High Level Canal の建設が進められており、これは、主として Bhabhua Sub-Division の山麓部をかんがいしようとするものである。しかし、そのため新規水源の確保（例えばダム建設）はおこなわれていない。High Level Canal の完成後は従来の Arrah Canal 掛りの水田は、以前に増して水量不足になるのは必至であって、Shahabad District 全体の水源計画の樹立が望まれるわけである。なお、4-3図には Sub-Centre の位置を、表8-1には水源の実態と水源計画地区の概要をしめした。

表 8-1 サブセンターの水源概要

番号	1	2	3	4	5	6
Blook 名	Dehri	Bikramanj	Piro	Charpokhari	Udwantnagar	Kolwar
Sub-centre 名	Suwara	未定	Katar	Garhani	Eksuna	Kulharia
標高	105 m ± (350' ±)	90 m ± (300' ±)	80 m ± (270' ±)	70 m ± (240' ±)	60 m ± (200' ±)	53~56 m (178'~188')
地 表 水	Sone 河から取水する High level canal より高位置にあり、かつ canal からの距離からも遠く、canal の水を利用することは不可能に近い。	Sub-centre の位置を選定中のため、調査できなかつた。	地区の東半分は30~50m 標高が高く、水があまりに多い。西半分には village channel それに接続する field channel が分布するもの上流から流す水が少なく水不足である。	地区南方には Ahar や village channel が分布するが水不足である。また、地区外近傍には河川からかんがい水を揚水している (10 HP ポンプ揚程 8 m, 取水管 6" 揚水量 0.045 m ³ /sec ±)	Canal system の tail end であるため水量不足である。地区外には Ahar の発達もみられる。	Canal system の tail end からはなれている。このため水路も発達しておらず地表水利用によるかんがいは不可能である。
地 下 水	P.T.W.I. 27本と S.T.W.I. 1本によってかんがいされている。山地よりのため、地下水はそれほど豊富ではない。	同 上	P.T.W.I. 2本と P.O.W.I. が2本ある。平野中間部であるので地下水は比較的豊富である。	P.T.W.I. 4水がある。しかし、深度が浅く、連続揚水が不能である。平野中間部であるので、やや深さを深くすれば豊富な地下水が利用できる。なか、S.T.W.I. 1本は殆んど使用されていない。	P.T.W.I. が2本分布するのみである。平野中央部にわたるため地下水は豊富である。	P.T.W.I. 3本と S.T.W.I. 1本によりかんがいされている。補水として P.O.W.I. も1カ所ある。平野中央部であるので地下水は豊富であり、周辺部に井戸が多い。
水源の将来計画に対する所見	深層地下水の利用が適当であろう。	未 検 討	地下水の利用が適当であるのが、地表水の利用についても検討を要する。	河川水からの揚水を主に地下水利用も検討する。	地表水利用が適当であるが、地下水利用もあわせて検討する。	地下水利用が適当であるが、輪中方式の貯水も検討する。
予備実施設計	未 検 討	未 検 討	地下水利用	地下水利用	未 検 討	地下水利用

8.2. Suara (Ⅷ 1)

Suara Sub-Centre は 1969 年以來 Suara 村全体 266 ac を集約農業普及の対象として活動をおこなって来た。丘陵性山地に接近した地区ではあるが同時に Sone 河にも近く、そのため地下水も比較的豊富のようで、すでに Private Tube Well for Inrigation (以下 P.T.W.I と略記する) が Stete Tube Well for Irrigation (以下 S.T.W.I と略記する) が 1 本地区内に掘さく利用されている。井戸分布図は 図-4 に、井戸規模は表 8-2 にそれぞれしめした。

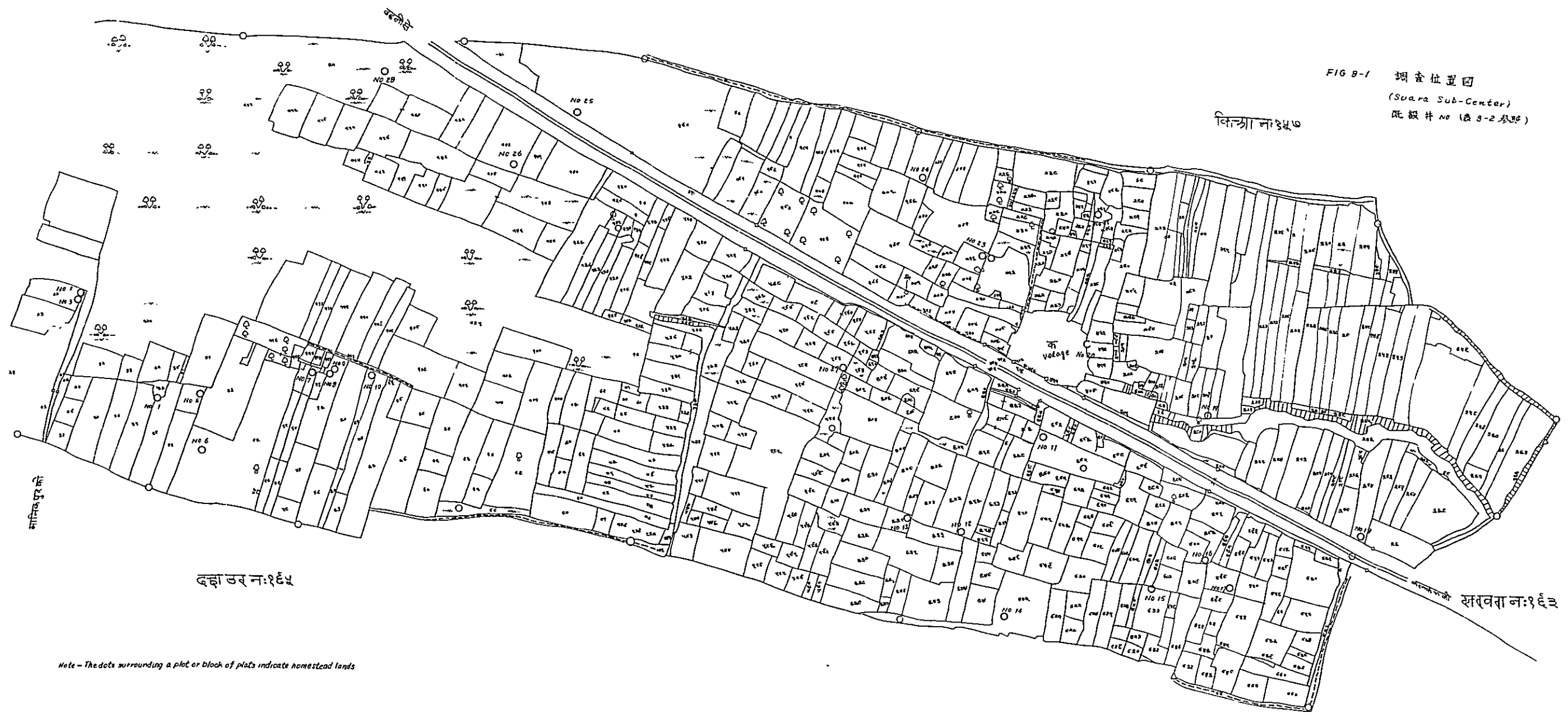


FIG 8-1 調查位置圖
(Suara Sub-Center)
既設井 No (表 8-2 参照)

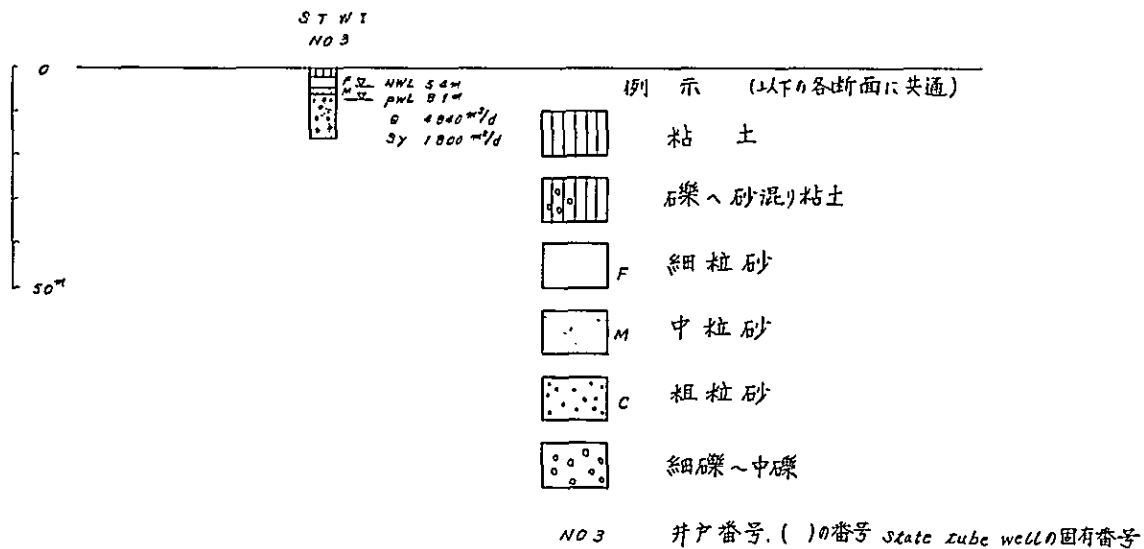
Note - The dots surrounding a plot or block of plots indicate homestead lands

本 Centre はソン河から Barrage で取水している High Level Channel より高標高にあるため、地表水の利用が困難で、すでに 28 本の井戸によって揚水されているが、まだ水不足の部分が残存している。P.T.W は、すべてポンプ室を地下にもうけており、井戸全体の深度は 17 ~ 20 m 前後、Tube の口径は 3" ~ 4" うずまきポンプで揚水している。揚水量は実測出来なかったが、0.005 ~ 0.01 m³/sec の範囲と推定される。標準的な井戸によるかんがい面積は Rabi 作で 10 ~ 12 ac Summer 作で 5 ac 土、Khalif 作で 10 ac 土といわれている。

唯一の S.T.W.I. は深度 16.5 m、Tube の口径は 12"、12.5 HP のタービンポンプ（日本ではボアホールポンプと呼ぶもので立型タービンポンプのことである）で 0.056 m³/sec 揚水している。水位低下量は 2.7 m 前後であり、比湧出量は 1800 m³/d ($= \frac{4840 \text{ m}^3/\text{d}}{2.7 \text{ m}} \doteq 1790 \text{ m}^3/\text{d}$) である。また、この井戸によるかんがい面積は 5 ケ年（61 ~ 65 年間）平均で Rabi 作 228 ac、Summer 作 67 ac、Khalif 作 212 ac と記録されている。

さく井記録によると、深度 2 ~ 3 m まで粘土層、6 m までが細粒砂ないし中粒砂、以下 16.5 m まで砂礫層となっている（図 8-2 参照）。山ぎわで、かつ、ソン河の上流にあたるため、砂礫層の発達が顕著であるものと思われる。なお、他の Sub-Centre 周辺部では砂礫層の存在はほとんど知られていない。

Fig 8-2 SUWARA SUB-CENTRE



なお、揚水の水量、水質（電気伝導度）は、S.T.W.I（ $\#3$ 、表8-2参照）でしか測定できなかった。前者は 28.7°C 、後者は $295\mu\text{ /cm}$ （Kcl換算、 0.0024 mol / l ）であった。

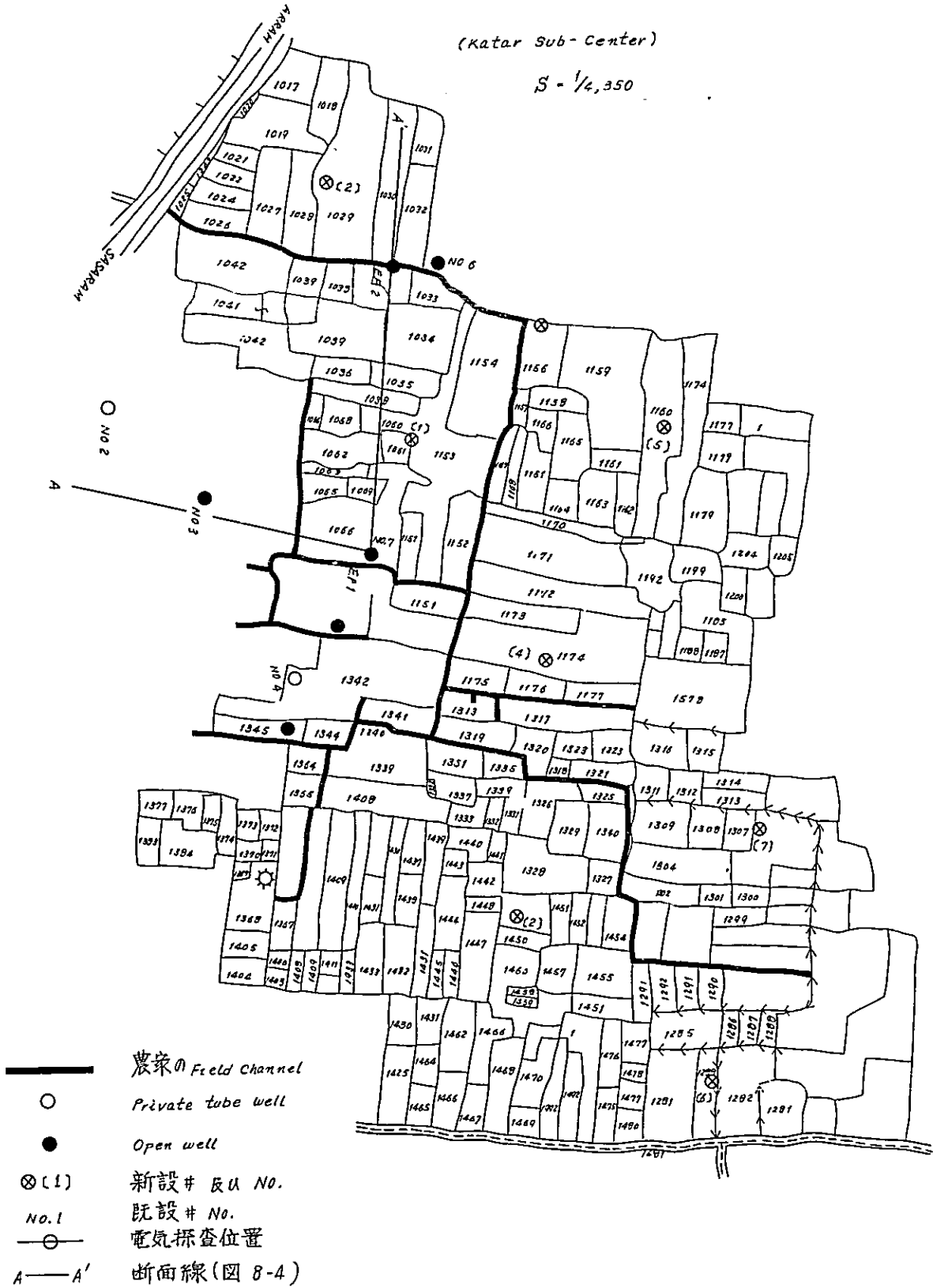
8.3. Katar（ $\#3$ ）

Katar Sub-Centreは1971年以来65A.C.を集約農業普及活動の場としてきたが、今後は100A.C.に拡大しようとするものである。図8-7にみられるようにVillage Channelが地区南方まできており、それに連続するField Channelもある程度発達しているが、上流からの流下が少なく水不足である。井戸は、地区内にP.T.W.I.（ $\#4$ ）があり、深度52.5m、口径0.10m、5HPのうずまきポンプで、 $0.0085\text{ m}^3\text{ / sec}$ （ $=880\text{ m}^3\text{ / d}$ ）の取水をおこなっている。地区外南方にある井戸 $\#2$ は公衆飲料用のもので、深度143m、口径0.457m、22.5HPのタービンポンプで $0.05\text{ m}^3\text{ / sec}$ （日揚水時間は約4時間）の揚水をおこなっている。この井戸の自然水位は6.30m、揚水水位は7.9m+である。その他の井戸はすべて深度4~6.3mの浅井戸で、 $\#5$ および $\#6$ は農業用のものであるが、動力やポンプはセットされていないので応急用として使用されるものと思われる。地区外南方にある $\#2$ （S.T.W.D）の地質柱状図および電気探査（2点）の結果は、図8-4にしめした（p-a曲線は参考資料3参照）。

Fig 8-3 調査位置図

(Katar Sub-Center)

S - 1/4,350



地質柱状図 (P . H . E . D 所有) によると、 3 5 ~ 4 0 m、 5 4 ~ 6 6 m、 8 8 ~ 9 2 m、 1 0 7 ~ 1 2 6 m 間に砂層があり、良好な帯水層になっている。特に、 1 0 7 ~ 1 2 6 m 間の砂層は中～粗砂からなっていて、特に良好な帯水層である。砂層以外は褐色粘土からなっており、これは賦圧層をなしているものと思われる。後述する Kulharia Sub-Centre 付近に比して、粘土層のしめる割合が多い。さく井完成時の揚水試験によると水位低下 5 5 m で 5,680 m^3/d すなわち比湧出量 1,060 m^3/d とかなり大きな値をしめす。なお、 P . T . W . I (仮 4 #) の深度は 5 2.5 m といわれ、第 2 帯水層から取水している可能性もあるが、詳細は不明である。

電気探査の結果では、深度 7 0 ~ 8 0 m を境にして、上部が 4 5 ~ 5 0 $\Omega\text{-m}$ の、下部が 1 0 ~ 1 5 $\Omega\text{-m}$ の比抵抗値をしめしている。水温は、深井戸 (深度 3 0 m 以上のもの) で 2 7 ~ 2 9 $^{\circ}\text{C}$ 、浅井戸で 2 2 ~ 2 5 $^{\circ}\text{C}$ と差をしめしている。ただし、仮 3 # は井戸深度は 5.9 m であるが深井戸と同様な水温をしめしている。O . B . S ないしは O . B タイプになっているのかもしれない。電気伝導度は両者ともほぼ同様であるが、深層地下水の方が若干低いようである (表 8 - 2 参照) 。ともあれ、水源は Branch Canal からはなれた末端部で不足しているから地下水による水源確保が望ましい。また、深井戸の発達が少ない地区でもあるので、新規に地下水利用をするとしてもさしたる問題はないものと思われる。なお、北半分はやや比高が高いようであり、このため Field Channel によるかんがいをより困難なものとしている。

表 8 - 2 井戸利用状況調査

井戸番号	所在区分	口径 m	深度 m	ポンプ 種類	時力 IP	揚水量 m ³ /s	基礎高 m	NWL (E.B)	PWL	s	水温 °C	電気伝導度 μS/cm	electric motor kw	受益面積		
														Rabi	Sum. (garma) Kharif	
KULHARIA SUB-CENTRE (No.6)																
1 (10)	S.T.W.I.	0.150	69	S	なし	0.0483 (4170)	0.42	5.58	-	-	2.7.7	4.60	0799230 (4/7)	100	75 (target)	1.2.5
2	P.O.W.	2.0	8.2	なし	なし	(飲雑用)	0.30	5.62	-	-	2.4.6	1.310	-	-	-	-
3	P.O.W.	1.58	7.5	なし	なし	"	0.20	5.70	-	-	2.4.3	7.50	-	-	-	-
4	P.O.W.	2.00	7.3	なし	なし	"	0.25	4.50	-	-	2.2.2	6.60	-	-	-	-
5	P.T.W.I.	0.10	75.6	C	5	0.0149 (1290)	-	-	-	-	2.7.5	5.00	90810 (3/30)	11~12	4~5	2.0
6	P.O.W.	1.85	6.7	なし	なし	(飲雑用)	0.40	2.20	-	-	(20.6)	(4.50)	-	-	2	-
7	P.T.W.I.	0.17	-	C	5	0.0067 (580)	0.70	1.68	1.70	30min 0.02	2.3.6	5.40	0669429 (4/3)	10	3	1.0
8	P.T.W.I.	0.075	5.40	C	5	0.0152 (1320)	0.30	2.20	-	-	2.2.2	7.50	559242 (4/13)	10	25	1.5
9 (21)	S.T.W.I.	0.15	8.1.5	C	1.5	0.0257 (2220)	-	-	-	-	2.7.6	4.35	206955 (4/7)	12.5	1.0	0 (canal利用)
10 (17)	S.T.W.I.	0.15	8.2.5	C	1.2.5	0.0355 (3050)	-	-	-	-	2.7.4	5.20	886036 (4/7)	17.5	50	60
11 (11)	S.T.W.I.	0.15	8.00	T	1.5	0.0359 (3100)	-	-	-	-	2.7.8	5.10	78543 (4/7)	17.5	50	1.50
12 (19)	S.T.W.I.	0.15	7.5.6	S	1.2.5	0.0399 (3450)	0.90±	4.06	7.00	115min 2.94	2.7.6	5.42	9819973 (4/7)	17.5	50	1.50
GARHANI SUB-CENTRE (No.4)																
1	O.B.S.	2.875	85.5	C	5	(0.0112) (970)	0.20	(689)	(890)	5min (0.02)	2.6.5	6.30	03570515(4/11)	13	2	8
2	O.B.S.	3.075	82.5	C	5	(0.0079) (576)	0.20	(557)	(705)	2min (2.48)	2.7.7	6.43	077445 (4/11)	3	1	8
3	O.B.S.	1.875	7.80	C	5	0.0057 (504)	0.70	2.92	(629)	57min (3.37)	2.6.7	5.90	-	-	-	-
4	O.B.	2.075	3.050	なし	なし	-	0.30	1.78	-	-	(2.7.7)	(5.70)	-	10	2	1.3
5	S.T.W.I.	0.305	10.60	T	1.5	(0.064) (5340)	0.60±	2.88	(634)	6min (3.76)	2.7.4	5.60	00007.0 (4/7)	10	1	-
KATAR SUB-CENTRE (No.3)																
1	P.O.W.	1.48	5.3	なし	なし	-	0.40	3.60	-	-	-	-	-	なし	なし	なし
2	S.T.W.D.	0.457	14.30	T	2.2.5	(0.050) (4320)	0.60±	6.30	7.90	30min 1.6	2.7.6	4.20	00327.2 (4/17)	なし	なし	なし
3	P.O.W.	1.10	5.9	なし	なし	-	0.50±	3.25	-	-	2.8.8	3.15	-	なし	なし	なし
4	P.T.W.	0.10	5.2.5	C	5	0.0085 (880)	0.30±	不明	-	-	2.7.0	1.90	01722.6 (4/17)	8~10	5	no need
5	P.O.W.I.	1.78	5.2	なし	なし	-	0.40	2.80	-	-	2.2.4	5.30	-	-	-	-
6	P.O.W.I.	2.05	6.3	なし	なし	-	0.60	2.60	-	-	2.3.5	4.40	-	-	-	-
7	P.O.W.O.	1.00	3.9	なし	なし	-	0.00	2.95	-	-	2.5.3	4.20	-	なし	なし	なし
SUARA SUB-CENTRE (No.1)																
1 (No.11)	O.B.S.	0.075	1.68	C	5	-	0.20±	5.37	-	-	(25.5)	(3.88)	121687.8 (4/15)	12	5	1.0
2	P.O.W.	2.33	9.2	なし	なし	-	0.65	6.05	-	-	(24.0)	(1.340)	-	なし	なし	なし
3	S.T.W.I.	0.305	1.6.5	T	1.2.5	0.056 (4840)	1.20±	5.43	8.12	25min 2.09	2.8.7	2.95	022970.4 (4/15)	22.8	6.7	2.1.2
EKAUNER SUB-CENTRE (No.5)																
1	P.O.W.	1.93	6.40	なし	なし	-	1.20	2.98	-	-	2.2.2	6.33	-	-	-	-
2	P.T.W.I.	0.064	2.74.5	C	5	-	0.00	-	-	-	-	-	-	5	1.5	1.0

注 1. 番号：() でしめした番号は L. I. D. (=Lift Irrigation Department) の井戸番号である。

注 2. 所有区分の略号：

S.T.W.I. = State Tube Well for Irrigation

P.T.W.I. = Private Tube Well for Irrigation (O.B.S.およびO.B.を含む)

P.O.W.I. = Private Open Well for Irrigation

S.T.W.D. = State Tube Well for Drinking

Pu.O.W. = Public Open Well

Pu.O.W.O. = Public Open Well for Other use

注 3. 口径：P.O.W.I. および Pu.O.W. 以外はすべて tube の径をしめした。(m)

注 4. 深度：P.T.W.I. で掘進深度と管挿入深度が異なるものは、前者を記入した。

注 5. ポンプ種類の略号：

S = Submergible pump

G = Centrifugal pump

T = Turbine pump (いわゆる Borehall pump)

注 6. 揚水量：動力を使って揚水中のもののみしめした。ただし() は試算値。

注 7. 基準桁高：水位測定時の基準点の地盤からの高さで、井戸桁高のことが多い。

注 8. NWL : Natural Water Level のことで、地盤からの深度である。

注 9. PWL : Pumping Water Level のことで、地盤からの深度である。

注 10. 水温：() の値は、揚水停止時のものである。

注 11. 電気伝導度：() の値は、揚水停止時のものである。実測値そのもので 1.8°C に換算してはいない。

注 12. Electric meter : 積算電力計のメーターとその測定日時() でしめした。水位測定日時と同様である。

注 13. 受益面積 : SUWARA 表 3 を除き、すべて聞き取りで誤差が大きい。

8.4. Garhani (Ⅳ 4)

Garhani Sub-Centre は 1969 年以來 53 ac を集約農業普及活動の場としてきたが、1972 年以後は 100 ac に拡大しようとするものである。図 8-5 にみるように Ahar が地区南端に建設されており、あるいは近傍に Distributory の末端部がみられるが十分な水量の確保ができない。このため、地区内には 4 本の P.T.W.I がみられる。これら P.T.W.I は 1967 年の大かんばつを契機に、既存の浅井戸中に掘さくされたものである。すなわち、上部は口径 1.9 ~ 3.0 m で、深さ 7.8 ~ 8.6 m の浅井戸で、この井底から深度 30 ~ 50 m までボーリングがおこなわれているが、Tube は井底から約 5 m ほどしかセットされていない。すなわち、O.B といわれるものの典型的なものである。ボーリング深度までストレーナーのついた Tube をセットしない理由は、砂層用の Brass Strainer が高価であることおよび井戸所有者の耕地が少ないから高価な Brass Strainer を用いて多量の揚水をする必要がないためといわれる。また、本地区のこれら P.T.W.I は、Tube (3") とポンプの suction pipe が直結されておらず図 8-6 にしめすような構造になっている (他地区の P.T.W.I はすべて直結されている)。ポンプはすべて 5 HP のうずまきポンプであって、ポンプ室は地表下 2 m 前後の位置にある。

Fig. 8-5 調査位置図
(Garhani Sub-Center)

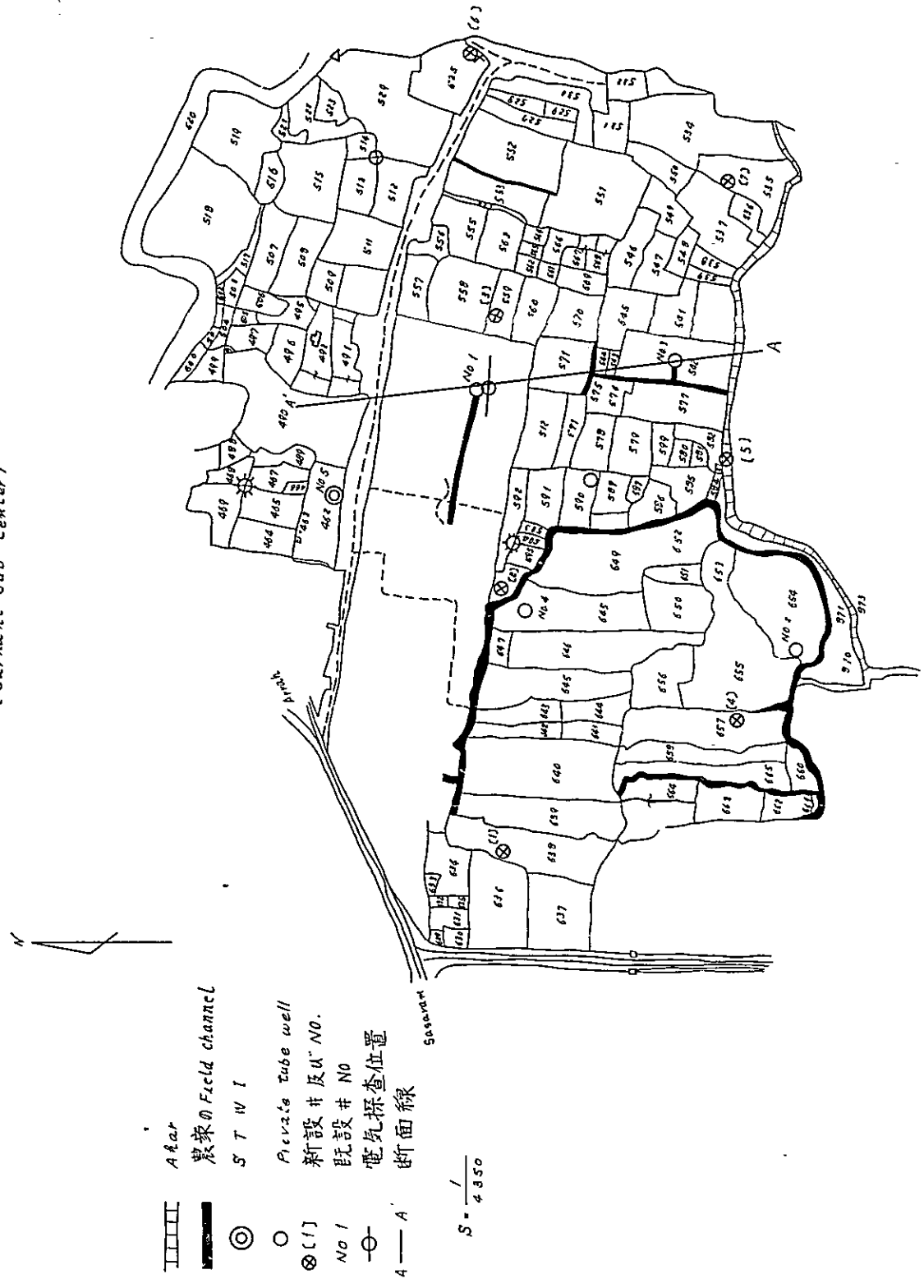


Fig. 8-6 GARHANI SUB-CENTRE

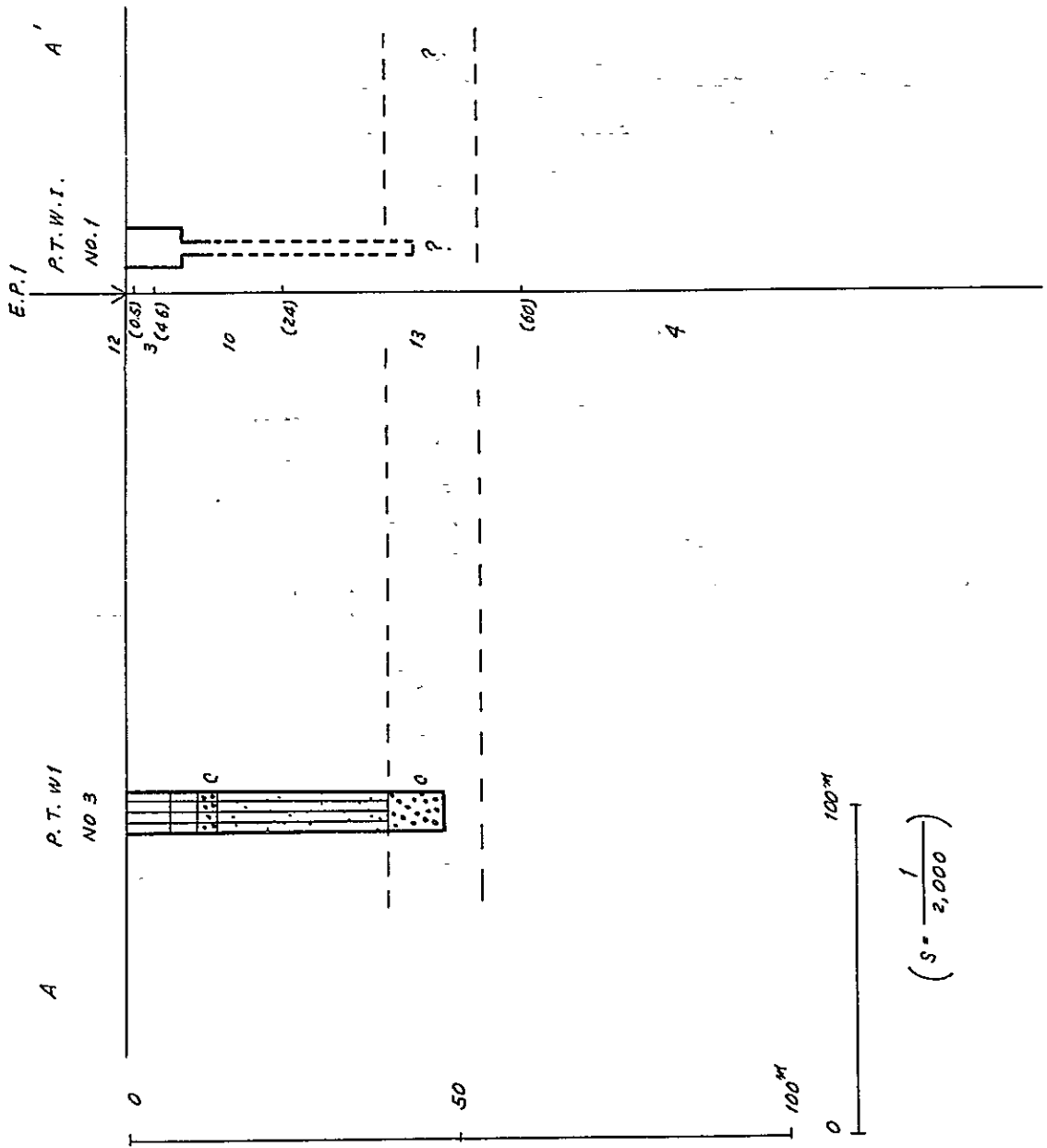
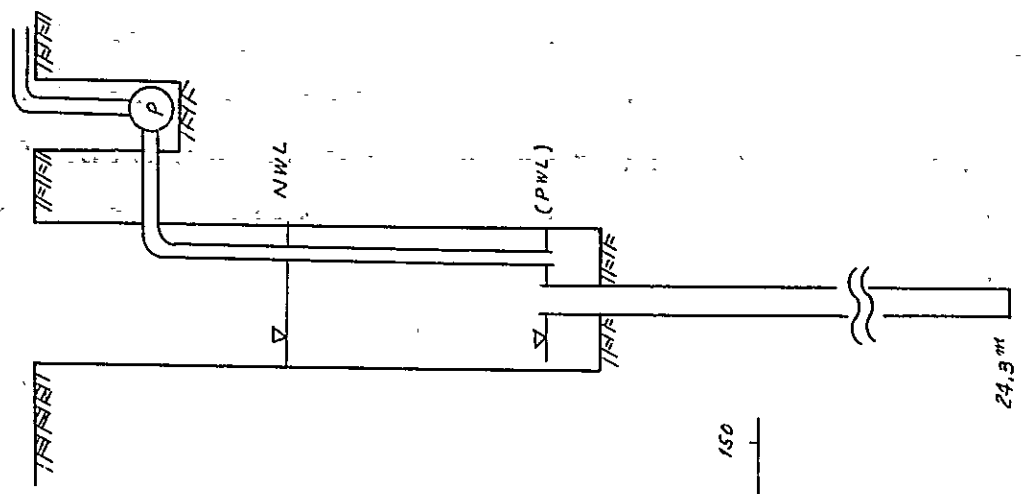
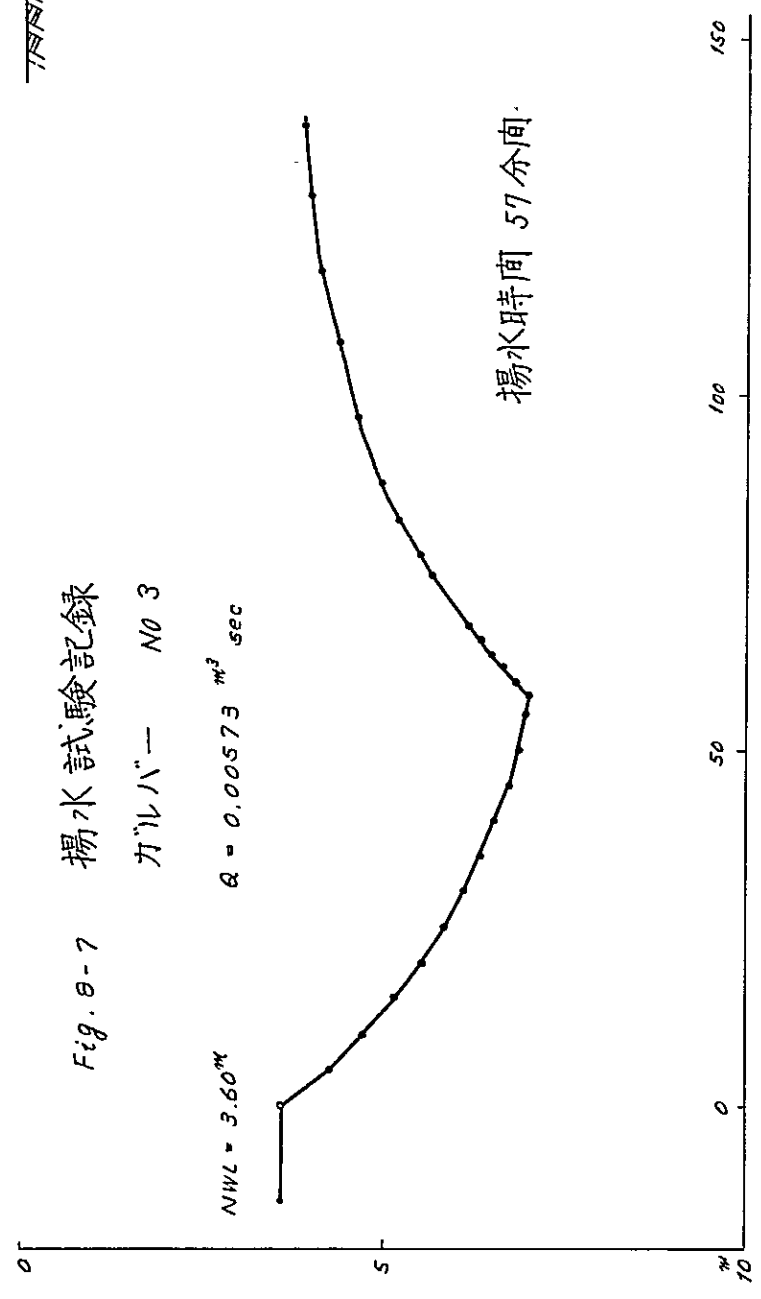


Fig. 8-7 揚水試験記録

カルバー No 3

$Q = 0.00573 \text{ m}^3 \text{ sec}$



このような井戸で揚水をすると揚水約1時間後に水位は3.5 m前後低下し(図8-7参照), 揚水を中断せざるを得ない。なお, 井戸No 4はP.T.W.I(O.B.S)ではあるがポンプがセットされていず牛によって揚水している(Persian Wheel)。井戸No 5は, S.T.W.Iで地区に隣接しているものである。1966年から1967年の大かんばつによる飲料水不足を補なうために1967年に掘さくされたもので, 2年間P.H.E.Dの管理のもとに飲料用として使用された。しかし, 現在はL.I.Dに移管されているがほとんど利用されていないようである。本井戸は水位低下4 m±で $0.064 \text{ m}^3/\text{sec}$ (試算値)ぐらいの揚水が可能である。もし, 本井戸が完全に利用されれば, 本Sub-Centreの約 $\frac{1}{3}$ がかんがい可能となる。地下の地質状況はP.T.W.I(No 3)によると深度11~14 m, 40~48 mにかけて粗粒砂層が知られている。電気探査(1点)によると深度60 mの上部が $10\sim18 \Omega\text{-m}$, 下部 $4 \mu\text{m}$ の比抵抗値となり, 後者(下部)はかなり粘土質の部分からなると推定される。しかし, S.T.W.I(No 5)は深度106 mで, 水位低下3.46 mの時, $5.340 \text{ m}^3/\text{d}$ (ただし試算したもので, 実測できなかった)の揚水が可能である。したがって, 推定比湧出量は $1.540 \text{ m}^3/\text{d}$ となりかなり大きな数値をしめす。このため, 低抵抗値をしめす深部にも, 湧出能力の大きい被圧性の地下水が賦存しているものと推定される。一方, 地下水温は $26.5\sim27.7^\circ\text{C}$, 電気伝導度は $560\sim643 \mu\text{U}/\text{cm}$ であって, 各井戸ともほぼ同一の帯水層から採水しているものと判断される。また, S.T.W.I(No 5)を揚水すると周辺部にあるP.T.W.Iの水位に干渉をおこすといわれるので, 深度40~48 m層からの採水が影響しているものと推定される。この干渉実態調査のためNo 5の揚水試験を実施したが, 停電等のため成果を得ることが出来なかった。

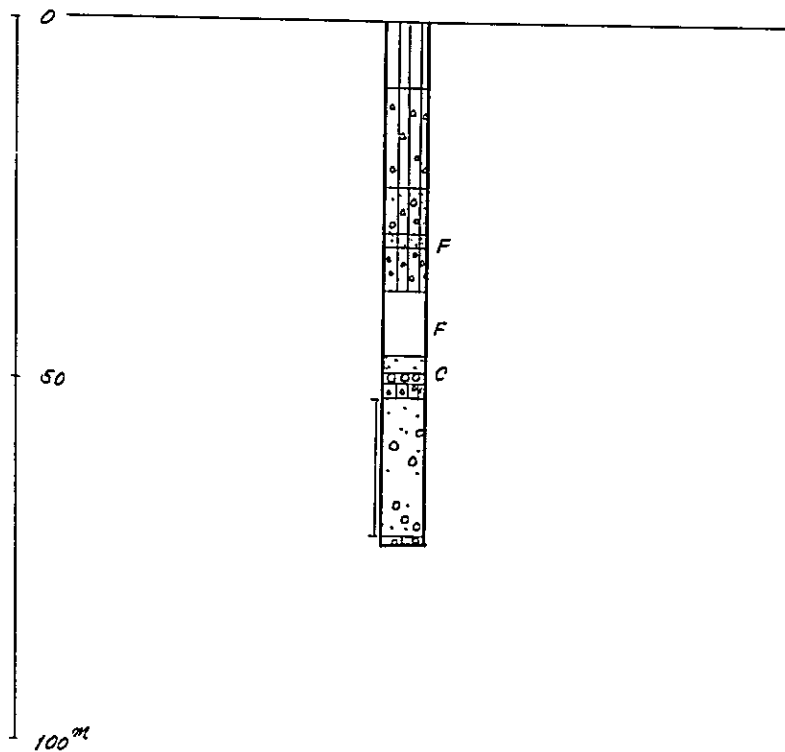
なお, この地区近傍には小河川があり, 10 HPのポンプによってかんがい揚水されている例もみられた。しかし, 水利組合との協議, 年間を通して取水可能な水量の流下があるかどうかの確認, かんがい施設建設期間の制約等があるので, 地下水利用による水源計画を樹立するのが最良と考える。

8.5. Ekauna (No 5)

本Sub-Centreは, 1972年のKkarif作より開設される予定で対象面積は 100 A.C. である。近傍のKasap Sub-Centreが種々の理由により続行不能となったため, 変更されるものである。本Sub-CentreはCanalのTail Endにあるが, 他地区と同様十分な水量がまかなわれない。一方, P.T.W.Iは深度30 m, 口径 $2\frac{1}{2}$ 程度のものが2本あるのみで

ある。今後の水源計画にあたっては、地表水（ Canal ） 利用と地下水利用の両者について比較検討をすべきであろう。近傍の Farm Area の地質柱状図は図 8 - 8 にしめしたとおりである。揚水試験の結果は不明であるが、地層の分布状況および本 Sub-Centre の位置からして、地下水はかなり豊富に揚水できよう。

Fig. 8-8 EKAUNA SUB-CENTRE











8.6 Kulharia (No. 6)

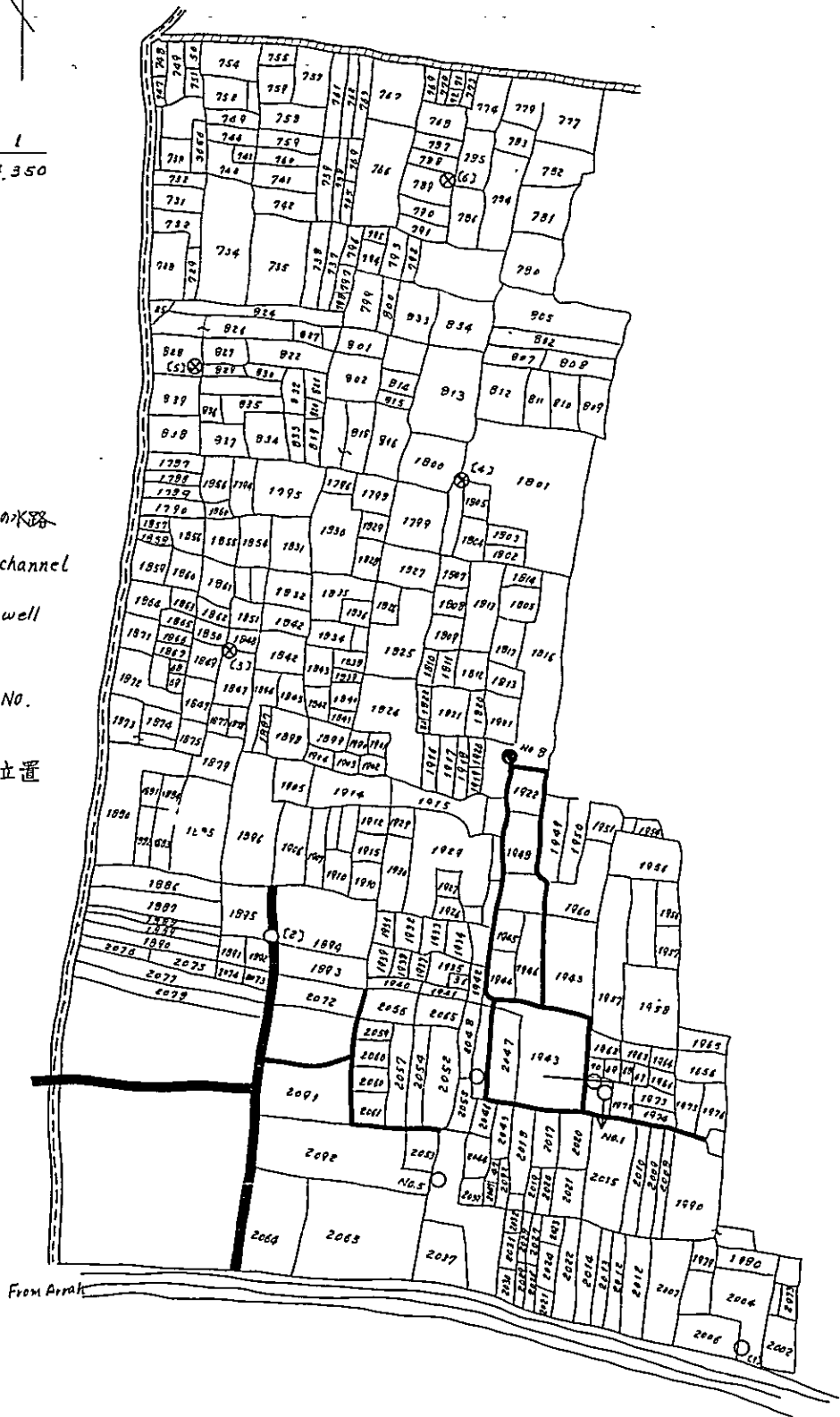
本 Sub - Centre は 1969 年から開設されているもので、対象面積は従来の 50 a c から 100 a c に拡大される予定である (1972 年 Kharif 作以後)。本 Sub - Centre 付近には水路が布設されておらず、降雨以外の水源としては、地下水とガンジス河のはんらん水(洪水)が利用される。しかし、当然のことながら、Rabi 作や Summer 作の水源としては地下水しか利用できない。地区内には P.T.W.I. が 3 本あり (図 8-9, 8-10 参照) 深度 54 ~ 76 m, 口径 3" ~ 4", 5 HP の りずまきポンプで揚水している。揚水量は 0.007 ~ 0.015 e/sec であるが、日揚水は 3 時間前後であり、受益面積は Rabi 作で 1 ケ所あたり 10 ~ 12 a c Summer 作で 2 ~ 5 a c, Kharif 作で 10 ~ 20 a c といわれる (他 Sub - Centre の P.T.W.I. の受益面積もほぼ同様である)。井戸所有者の耕地面積が支配可能面積より小さい場合は、その井戸の余剰水を周辺の耕作者に有償で売水している。その価格は電気 1 KW あたり 40 パイサが相場である (Katar は 50 パイサ)。この価格は、電気料金が 1 KW あたり約 20 パイサであるので、その 2 倍の価格で売水すれば井戸やポンプ等の償還費や諸経費がまかなえるためである。すなわち、水量によって価格がきまるのではなく、あくまで電気料金が基礎になっている。したがって、No. 5 井の場合、1 KW の電気消費で 15 m³ の揚水が可能であり、1 m³ あたり 2.7 パイサになる。

No. 8 井の場合は 1 KW の電気消費で 21 m³ の揚水が可能であり、1 m³ あたり 1.9 パイサとなる。

Fig. 8-9 調査位置図
(Kulharca Sub-Center)

N
S = $\frac{1}{4,350}$

-  A kar
-  State Tube well 水路
-  農家の Field channel
-  Private Tube well
-  Open well
-  (1) 新設井及以 No.
-  No 1 既設井 No
-  電気探査位置



地区西方（境界より約 200m 西方）には S.T.W.I. Ⅱ1（L.I.D. Ⅱ10）がある。この S.T.W.I. からの水路の末端は、図 8-9 にしめされている。この S.T.W.I. の深度は 6.9 m、口径は 6"（上部は Housing 構造になっており 12" 口径）で 12.5～15 HP 程度の水中ポンプにより 0.048 m³/s の揚水が可能である。一方、S.T.W.I. の標準的な揚水量は 35,000 G.P.H.（≒ 3,800 m³/d）受益地は Rabi 作で 100 ac、Summer 作で 75 ac、Kharif 作で 125 ac といわれる。ただし、前述（第 7 章 7.3 参照）したような理由のため、水不足ではありながら農家からの配水申請があまりないようで、効率的に使用されているとはいえない。配水の価格は表 4-16 によっていた。ただし、1972 年 2 月 11 日以後は約 2 倍の価格に改正された。一方、本地区は、Flooded Area のため Canal 掛りになっておらず、このため S.T.W.I. および P.T.W.I. の分布密度の高いところにあたる。Ⅱ1 を中心として半径 1,400m の範囲の中には、少なくとも 4 本の S.T.W.I. が知られている（図 8-10、表 8-2 参照）。

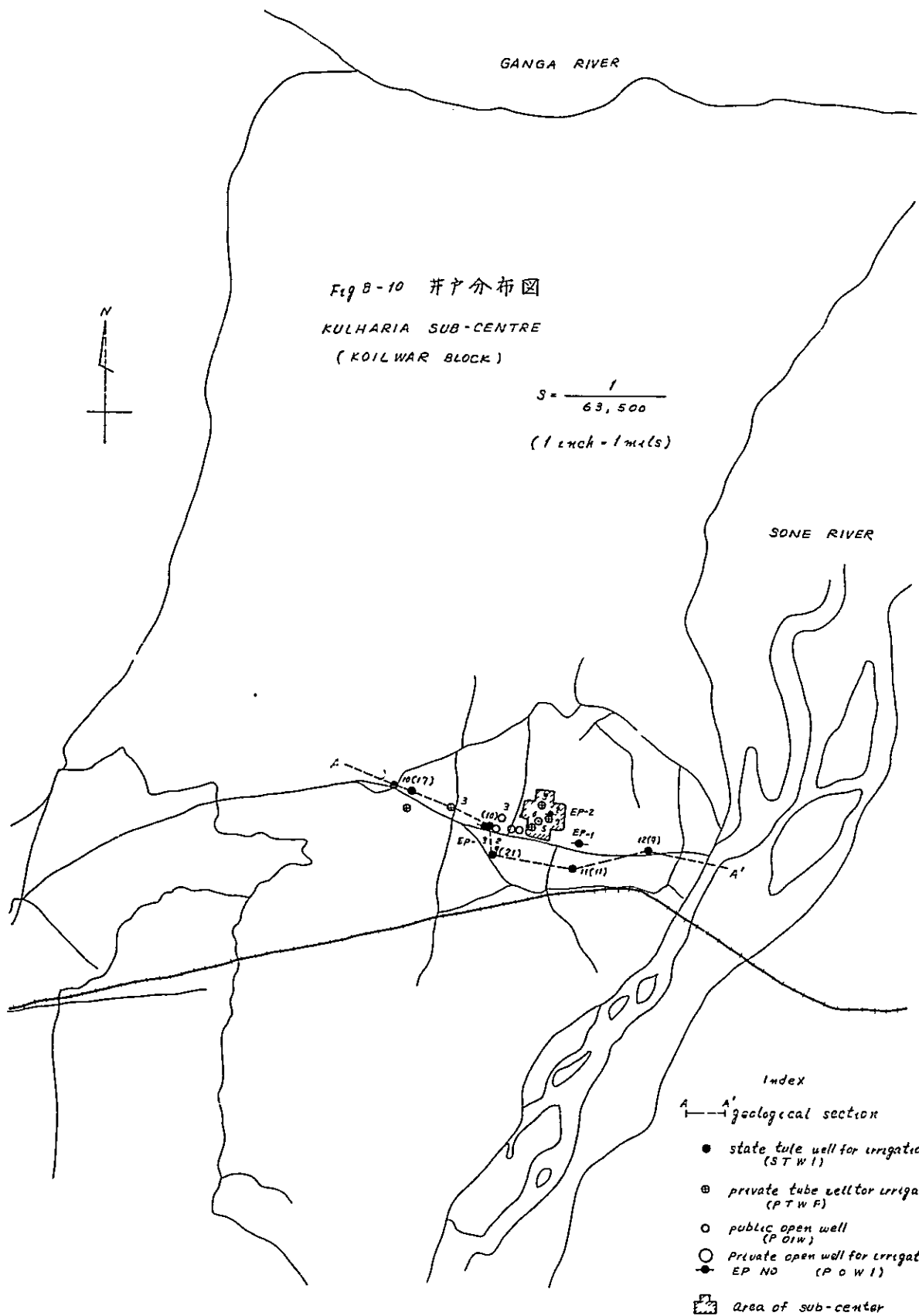


Fig B-10 井戸分布図
KULHARIA SUB-CENTRE
(KOILWAR BLOCK)

$$S = \frac{1}{63,500}$$

(1 inch = 1 mile)

- Index
- A—A' geological section
 - state tube well for irrigation (STWI)
 - ⊕ private tube well for irrigation (PTWF)
 - public open well (POW)
 - Private open well for irrigation (POWI)
 - EP NO (P O W I)
 - ▨ Area of sub-center

これら S.T.W.I. の深度は 76 ~ 83 m 土、口径は 6" (上部は Housing 構造であったり、あるいは、 $\#9$, $\#10$ のようにうずまきポンプが地下室にセットされている場合もある) で、1.25 ~ 1.5 HP のうずまきポンプ、タービンポンプあるいは水中モーターポンプによって揚水している。揚水量は $0.0257 \sim 0.0399 \text{ m}^3/\text{sec}$ であるが水位低下量は 2 ~ 3 m と少ない。したがって比湧出量は $1,200 \sim 2,300 \text{ m}^3/\text{d}$ とかなり大きい。S.T.W.I. および P.T.W.I. (N0.5) の水温は、 $27.4 \sim 27.7 \text{ }^\circ\text{C}$ とほぼ一定の値をしめし、電気伝導度は $435 \sim 542 \mu$ と比較的低い値をしめすのに対し、P.O.W. あるいは P.T.W.I. (ただし $\#5$ は例外) は $20.6 \sim 24.3 \text{ }^\circ\text{C}$ と S.T.W.I. に比し 3 ~ 7 $^\circ\text{C}$ 低く、電気伝導度は、ほぼ 500μ 以上の値をしめしている。特に深層地下水と浅層地下水の水温差は顕著であって、これは他の Sub - Centre でも若干の例外はあるが、共通した現象である。地下水位は P.O.W. の場合容易に測定され $4.5 \sim 5.7 \text{ m}$ のものが多かった ($\#6$ のみ 2.2 m)。P.T.W.I. の場合上部にある Open Well の水位は測定可能で $1.68 \sim 2.2 \text{ m}$ のものがあつたが、これらはすべて Tube Well とポンプの Suction Pipe が直結されており、このため深層地下水と分離されていることが多い。例えば、 $\#7$ の揚水に際して、Open Well の水位が全然変動しなかつたことから判断可能である。したがつて、揚水水位は測定不能であつた。ともかく、いずれの P.T.W.I. もポンプ室を設けて、5 HP のうずまきポンプを地表下 2 ~ 2.5 m の位置にセットしている。S.T.W.I. のうち、自然水位の測定可能なものは $\#1$, $\#12$ の 2ヶ所のみであり、揚水水位は $\#12$ のみしか測定できなかった。さく井記録等も参考に、自然水位をみると 4 月下旬では地表より 4 ~ 5.6 m であり、一方、揚水にともなう水位低下量は 2 ~ 3 m であるので、揚水水位は 6 ~ 8 m となる。このため、S.T.W.I. はもち論、P.T.W.I. でもうずまきポンプを使用する場合はポンプ室を掘り下げる必要があるわけである。また、既存資料によると $\#1$ (= S.T.W.I. 10) $\#10$ (= S.T.W.I. 17) のボーリング台帳には季節ごとの地下水位が記録されており (ただし、実測値かどうかは判然としない)、Winter で $4.8 \sim 5.4 \text{ m}$ ($16' \sim 18'$) Summer で 6 m ($20'$)、Monsoon で $3.4 \sim 4.5 \text{ m}$ ($11' \sim 15'$) と変動する。やはり、Summer における水位低下が最大で Monsoon season に比べて $1.5 \sim 1.6 \text{ m}$ 前後低下するようである。

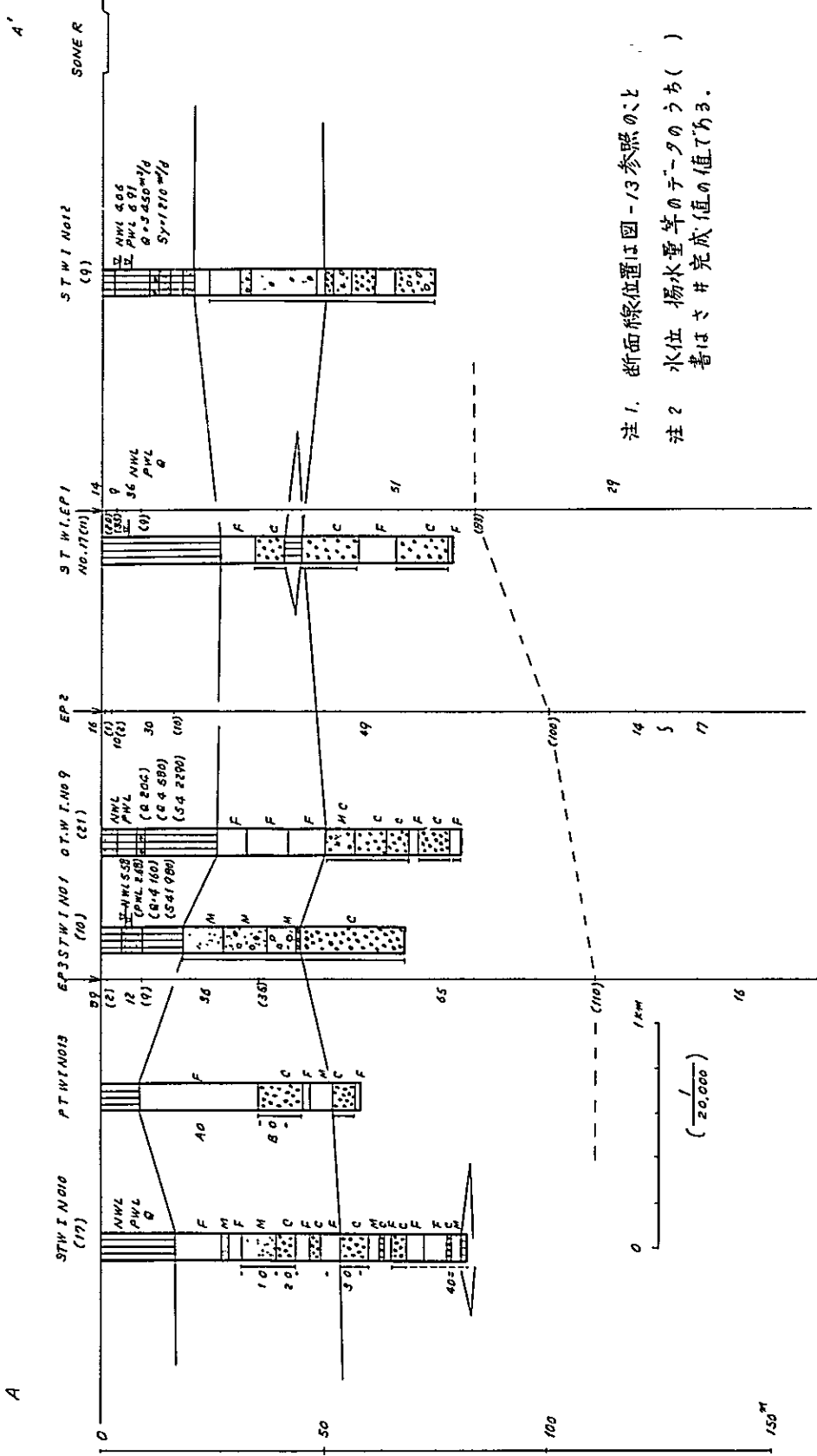
既設 S.T.W.I. および P.T.W.I. の地質柱状図あるいは電気探査の結果は図 8-11 にしめした。これによると、地表下 10 ~ 25 m 間は粘土層ないし砂質粘土層からなっている。

以下資料のある 80 m 付近まではほとんど砂層からなるが、深度 50 ~ 60 m ぐらいまでは細粒砂が優勢であり、以深部は粗粒砂の部分が多くなる。確認された粘土層は $\#11$ 井の深度 40 ~ 45 m 間、 $\#10$ 井の深度 80 m 以下の部分だけで非常に少ない。電気検層等をおこな

えば、難透水性の地層がこれ以上確認されるかもしれない。ともあれ、上述した井戸深度と地下水温および電気伝導度の差をあわせて考慮すると本地区の帯水層は50～60 m付近を境にして、大きく2分される可能性があろう。

電気探査（3点）の結果によると深度80～110 m付近を境にして、下部の比抵抗値が30 Ω -m以下と低い。

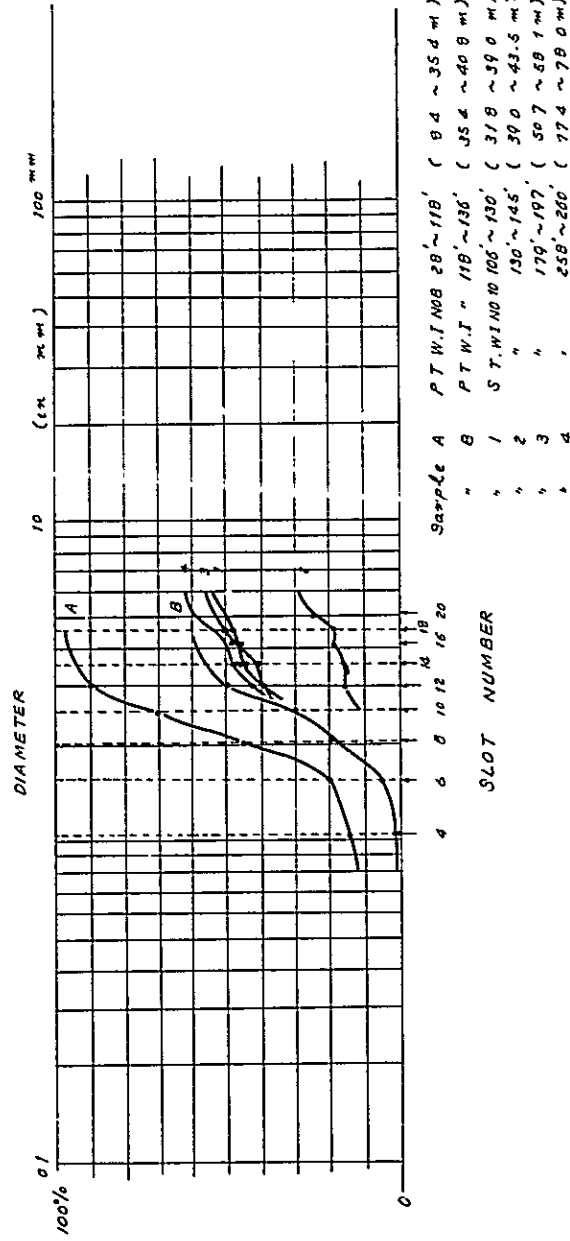
Fig 8-11 KULHARIA SUB-CENTRE



注 1. 断面線位置は図-13 参照のこと
 注 2. 水位 揚水壘等のデータのうち()
 書はさき井完成値の値である。

砂層は良好な帯水層であるが、細砂は地下水の移動にともなって管内に流入しやすい。このため、原則的には、中砂および粗砂から採水するようになっている。ストレーナーのロットナンバーは、砂粒子の構成状態によって決定される。M.I.D.では粒径加積曲線の40%径に相当するものを採用している（日本では40～50%）。既存資料および今回M.I.D.に依頼して求めた粒径加積曲線は図8-12にしめした。S.T.W.I. 10（版17）は、sample 2とsample 1, 3, 4とに2分される。sample 2はCoarse SandというよりはGravelに相当しよう。また、sample 1, 3, 4はMedium SandではなくGranule～Gravelに相当する。今回分析を実施したP.T.W.I. 版13ではsample Aの粗砂とsample BのGranuleの2種がみられた。これら分析結果と地質柱状図に記載されている名称は統一されていないので、基準化がのぞまれる。また、粒度分析が限られた範囲しか実施されていない点も問題となる。ともあれ、sample AおよびBの粒径加積曲線から均等係数あるいは有効径を求め、Hazen公式等を用いて、水温27℃における透水係数を求めると前者が $5 \times 10^{-2} \sim 6 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$ 、後者が $2 \times 10^{-1} \sim 5 \times 10^0 \text{ cm/sec}$ といずれもかなり透水性であることがわかる。

Fig 8-12 加積曲線 (KOILWAR BLOCK)
(KOILWAR BLOCK)

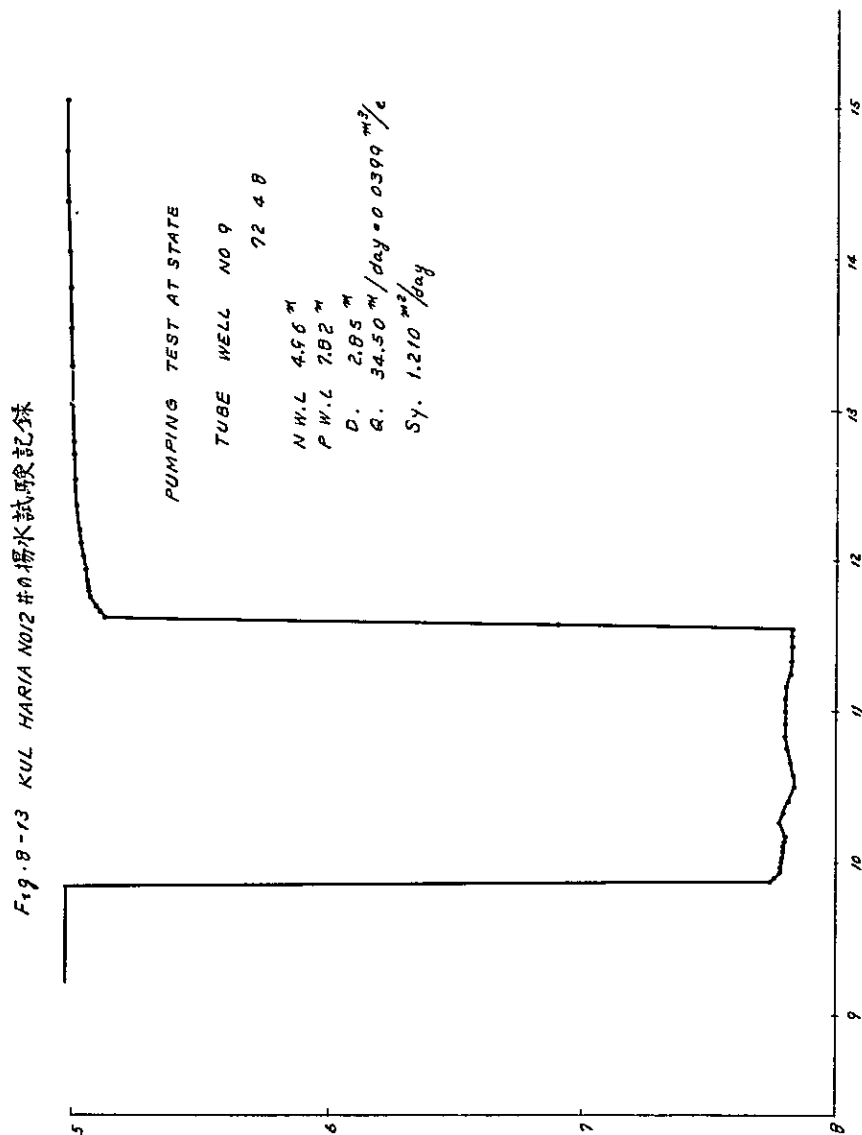


分回分析 均率標技的 4

既得資料

一方、揚水水位の測定可能な唯一の S.T.W.I. は No 12 (9) であって、ここでの揚水試験結果は図 8-13 にしめた。停電のため約 2 時間しか揚水できなかった。観測井はなかったの
 で、回復式を用いて透水係数を試算すると $3 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$ となる。粒度加積曲線から求めた
 透水係数と比べてやや小さめであるが透水性であることにはかわりない。

なお、公表されている水理定数は参考資料 4 (参考文献 3 参照) にしめた。いずれもガン
 ジス河沿いのものであるが本地区から 90 Km 以上離れた地点におけるものなので、解析には用
 いなかった。Shahabad District では、揚水試験をおこない水理定数を求めた例が少ないの
 で、これらデータを数多く、正確に求めるよう努力すべきであろう。



第9章 Tube well に関する予備実施設計

9.1 前提条件

予備実施設計は、Kulharia, Garhani および Katar の各サブセンターについておこなった。調査期間の制約があるので、地元農民の普及活動に対する理解とそれを吸収し、かつ、実行しようとする意欲の強いこれら3地区に限定せざるを得なかった。

一方、これら各サブセンターおよびその周辺部にある既設井は、前述のように、ほとんど揚水水位が測定できず、あるいはまた、観測井として利用できる既設井がなく、完全な揚水試験は1ヶ所も実施できなかった。このため水源計画に必要な浸透量係数・貯溜係数といった水理定数や揚水水位が不明なため、理論的な考察をおこなうことが出来なかった。したがって、ここにまとめた予備実施設計は、今後のさく井にともなって求められるであろうデータによって、絶えず修正されるべきである。

このため、既設井の揚水実態を参考にしながら予備実施設計をおこなうものとした。これらの実態は、前掲(表9-1)のとおりである。すなわち、小口径はP.T.W.I. (Private Tube Well for Irrigation)は深度30~76 m, 口径3~4"であり、5HPのうずまきポンプで0.009~0.012 m³/secの揚水をおこなっている。ただし、Galhani 地区のものは、深度が浅く、湧出能力が少で連続揚水は不可能である。

一方、S.T.W.I. (State Tube Well for Irrigation)は深度76~143 m, 口径6"~8" (ただし、上部はhousing構造で12"~15")であり、12.5~15HPのタービンポンプ(いわゆるボア-ホールポンプ・立型多段タービンポンプのこと)などで、0.037~0.064 m³/secの揚水をおこなっている。なお、近年、水中ポンプが一部で使用されている。

表 9 - 1 予備実施設計地区の地下水揚水状況

センター	深 度	口 径	揚 水 量	平均揚水量	ポンプIP	水位低下量
	m	"	m ³ /sec	m ³ /sec		m
<u>Kulharia</u> P.T.W. (No. 5, No. 7) No. 8	54~76	3" ~ 4" ↑ 6"	0.0067 ~ 0.0152	0.012	5	Unknown 不明
S.T.W. No. 1, No. 9, No. 10, No. 11 No. 12	76~83	6" ↑ 12" ~ 15"	0.0257 ~ 0.0483	0.037	12.5~15	2.94 (No. 12のみ)
<u>Garham</u> P.T.W. (No. 1, No. 2) No. 3	30~32 (掘さく) 12~14 (tube)	3	0.0057 ~ 0.0112	連続揚水量 算出不能	5	Unknown 不明 (2.5+)
S.T.W. (No. 5)	106	12	0.064 (試算値)	0.064	15	3.5+
<u>Katar</u> P.T.W. (No. 4)	52.5	4	0.0085 ~ 0.010	0.009	5	Unknown 不明
S.T.W. No. 2 (for drinking)	143	18	0.055 (試算値) 0.044 (新設時)	0.044	22.5	1.6+

9.2 計画諸元の検討

9.2.1 井戸深度

計画井の深度を決定するために、既設井の地質柱状図の収集と電気探査をおこなった。Kulharia地区ではNo.1井が83mと最も深い(図8-11参照)。この付近では、表層部15~25mが粘土層からなり、以深は砂層からなるが、上位部10~25mには細砂が顕著である。ストレーナーは、中~粗砂にセットしてあり、真ちゅう製の管に水平のスロットが切っただけである。あるいは brass strainer が用いられることが多い。鉄管に垂直方向のスロットを切った strainer も使われている。電気探査の結果によると、深度100m 附近から低抵抗層になっているようである。したがって、計画深度を100mとし、既設井との干渉をでききりだけ防ぐようにする。

一方、Garham地区では深度60m 附近から、Katar地区では深度75m 附近からそれぞれ低抵抗層になっている。しかし、地質柱状図によると(図8-4, 8-6参照)、これら低抵抗層中にも有力な帯水層が知られるので、計画深度はやはり100mとする。

しかし、施工時の深度は、一律に100mとするのではなく、浅めのもの(例えば80m) 深めのもの(例えば120m)を交互に配置し、平均で100m深度とした方がよい。また、ストレーナーも、隣接井同志は、同一深度にセットしないことが望ましい。

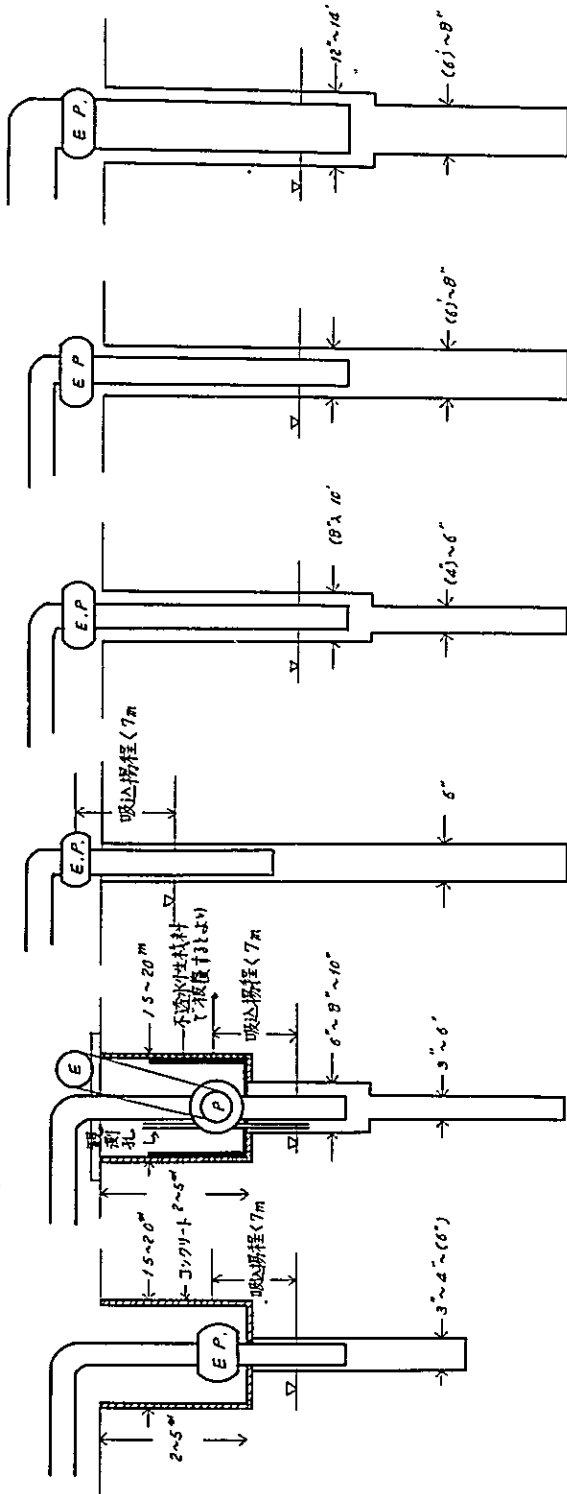
9.2.2 井戸構造・ポンプ・動力

図9-1に、代表的な井戸構造・使用状況・特長・インドでの経費等をしめした。タイプ1~3は、うずまきポンプを使用するもので吸込揚程が7~8m以下であることが絶対条件である。このため、うずまきポンプを地下室あるいは井戸内にセットすることになる。なお、タイプ2は、ポンプの動力が地面にありベルト掛になっていることと、ポンプ室下の tube の口径が2段になっている点(このような構造は実在しない)、タイプ1と異なる。タイプ2では、揚水水位や地下水位の年間変動量が不明であったり、あるいは干渉により地下水位の低下の懸念があれば、水位の低下状況に応じて、うずまきポンプからタービンポンプに変更できる。すでにタイプ1のみられる各サブセンターに適していると思われる。また、地上にある動力は、他の農作業(例えば脱こく)にも利用可能である。タイプ3は、地下水位の高いところでしか用いられないので、位置の選定が困難で殆んどみられない。

タイプ4~6は、タービンポンプ用のもので、housing 構造のもの(タイプ4・6)とそうでないもの(タイプ5)にわけられる。housing 構造を有するものは、大容量のポンプがセットできるので、それだけ多量の揚水が可能となる。湛水の予想される地帯にあっては、

動力部を地盤より高くセットすることにより、その被害をさけられる。なお、タービンポンプは、うずまきポンプより効率が低い。

Fig 9-1 井アタイプ比較



タイプ	タイプ1	タイプ2	タイプ3	タイプ4	タイプ5	タイプ6	
使用状況	Private tube wellの流入ポンプ 5HPのうずまきポンプ (例外はState tube wellの場合) コンクリート 2~5m 吸入揚程 7m 1.5~2.0m 不浸水性材料 (根腐り防止)	モーターと動力はLube oil 4"のものは例外あり (EKAVNA)	例外あり	なし	なし	なし	State tube wellの流入ポンプ 12.5~15HPのポンプ
特長	吸入揚程が7m以上に設計 揚水できぬ。 洪水や地下水の流入があるため ポンプ動力指法に注意。 吸入揚程の限界に近づく 井筒の設置に特別な注意 地元の設計に注意。	吸入揚程が7m以上に設計揚水 できなくなる。ポンプは 柱に変更する必要がある。 洪水流入の予想は ポンプ動力指法に注意。 モーターと動力はLube oil 4"のものは例外あり (EKAVNA)	吸入揚程が7m以下は地下水位 が高い。洪水量の管理は か使用できる。管理は あるか。このような場所には ないと思われ。 洪水試験の結果は よりに上げられる。	ポンプホルンで揚水するため 地下水位変動により揚水可能 になりはなし。 洪水試験の結果は よりに上げられる。	同	同	同
経費 (#02)	10,000 ~ 12,000 RS (420,000 ~ 520,000 円)	16,000 RS ± (3) (760,000 円 ±)	16,000 RS (3) (760,000 円)	15,500 RS (4) (744,000 円)	20,000 RS (5) (960,000 円)	24,000 ~ 32,000 RS (16) (752,000 ~ 1,305,000 円)	
備考	タイプ2のポンプは 水位が高い場合は に変更する。 タイプ3のポンプは 場所の固定が困難で 採用しない。					大容量のポンプ動力が 多いため、揚水量が多 い。 口径が小さく大容量の ポンプが挿入できず 割高になる。	

note. 1 経費は、インド国内での価格である。参考資料2参照のこと。
2. [] の経費は、推定値であって積上げ計算によるものではない。

近年、インドにおいて国産の水中ポンプが製作されるようになった。しかし、電力供給が非常に不安定であり必要時に揚水できないこと、電圧低下や採水層が砂層のため排砂をとれない高価な水中ポンプが故障しやすいことなどから、このポンプの使用を考えていない。

動力源は、集約農業の普及を目指す本事業であるので、常時利用可能で、かつ、経済的な水を確保することが大切である。この両方の条件を満たす動力源は、自家発電による電気よりもディーゼルエンジンの利用が適している。発電機の価格はかなり高い（表9-2・5項）。

表9-2 井戸・ポンプ・動力 維持管理費比較表

事項	タイプ1	タイプ2	タイプ4	タイプ5	タイプ6	参考 (タイプ1を電 気給水した場合)
0 掘削口径	6"	8" (上部は12")	8" (上部は2")	12"	18"	
1 井戸径	4"	上部10"・下部6"	上部10"・下部6"	8"	上部12"~14"・下部8"	4"
2 掘削井戸コスト	11,000Rs	15,000Rs	15,500Rs	20,000Rs	24,000Rs	11,000Rs
3 ポンプの種類、電力 吸込管口径	リザミキポンプ・5HP・2 $\frac{1}{2}$ "	リザミキポンプ・10HP・4"	タービンポンプ (ボアホールポンプ) 10HP・5"	タービンポンプ (ボアホールポンプ) 7.5HP・4"	タービンポンプ (ボアホールポンプ) 15HP・6"	リザミキポンプ・5HP (5HPリザミキポンプ) 385Rs (5HP WOL) 1,200Rs
4 ポンプのコスト	385Rs	1,525Rs	{4,540Rs}	{3,830Rs}	{6,140Rs}	
5 ジーゼルエンジンのCost	4,200Rs	(8,900Rs)	(8,900Rs)	(6,500Rs)	(14,400Rs)	
6 発電機のCost	-	-	2,210Rs	2,210Rs	2,750Rs	-
7 井戸、ポンプ、動力の コスト 2+4+(5or6)	15,585Rs	2,5425Rs	28,940Rs	30,330Rs	44,540Rs	12,585Rs
8 掘削揚水量	0.015 m ³ /sec HG2.6(f)	0.028 m ³ /sec HG2.6(f)	0.029 m ³ /sec BHM(B)	0.0136 m ³ /sec BH-5(f)	0.0417 m ³ /sec BHM(B)	0.0144 m ³ /sec
9 かんがい面積 (10時間/日として)	13.4A.C.	250A.C.	295A.C.	121A.C.	372A.C.	13A.C.
10 水源建設費	11,630Rs	10,170Rs	11,200Rs	25,100Rs	12,000Rs	9,680Rs
11 10時間揚水時の燃料費	81Rs	162Rs	162Rs	122Rs	243Rs	59Rs
12 1日10時間、10A.C. あたりの燃料費	604Rs	648Rs	625Rs	1008Rs	653Rs	454Rs
13. (6時間/日として)	80A.C.	150A.C.	155A.C.	73A.C.	223A.C.	77A.C.
14 10A.C.あたりの 水源建設費	19,480Rs	16,950Rs	18,650Rs	41,600Rs	20,000Rs	16,340Rs
15 6時間揚水時の燃料費	49Rs	97Rs	97Rs	73Rs	146Rs	35Rs
16 1日6時間、10A.C. あたりの燃料費	604Rs	648Rs	625Rs	1008Rs	653Rs	454Rs

注: [] は動力を含むポンプのCostに $\frac{1}{3}$ を乗じて、ポンプのみのCostとした。

: () は推定値(日本のCostを参考に推定した)

: ジーゼルエンジン利用の場合は、25%の補助が受けられるといわれるが、その値は見込んでいない。

表 9-3 自然水位および揚水試験記録（既存試料による）

サブセンター	井戸番号	井戸区分	自然水位変動			揚水試験記録			備考	
			SUMMER	MONSOON	WINTER	自然水位	揚水水位	水位低下量		揚水量
Kulharia	№ 1(10)	State tube well	-	-	-	-	-	7' (2.1m)	G.P.H. 38,000 (4,160m ³ /日)	試験期間 1947.9 下旬
"	№ 10(17)	"	20' (6.1m)	11' (3.36m)	16' (4.88m)	-	-	-	-	1962.9 中旬
"	№ 11(11)	"	20' (6.1m)	15' (4.57m)	18' (5.49m)	-	-	-	-	
"	№ 12(9)	"	-	-	-	-	-	68' (20.7m)	G.P.H. 42,000 (4,580m ³ /日)	1947.11 中旬

9.2.3 日揚水時間

現況の揚水は、モーターを用い、P.T.W.I.では、日2～3時間、専任のoperatorのいるS.T.W.I.では、3～8時間（図7-2・1例のみ）であった。これは、電力供給が不安定であることとかんがい面積が狭くそれ以上の揚水を必要としないことの両者に起因する。

ポンプエンジンは、日揚水時間が長いほど効率的である。しかし、現在の揚水の実態あるいは労働時間を考えると今回の計画を契機に揚水時間を急増させることは問題である。現在の揚水時間の2倍ないし3倍として、6～10時間案が考えられる。一方、新設井は、従来の個人使用というやり方ではなく、数人が共同で揚水（使用）することになり、また周年かんがいを目的とするものであるから、日6時間位の揚水時間とするのが余裕があり永続するものと思われる。

勿論、農民が運転操作に慣れ、かつ、維持管理費や償還金を節減しようとする意欲が生じてくれば、日揚水時間を長くし（例えば、10時間）、余裕の生じた水量で周辺部の耕地をかんがいすることも可能になる。

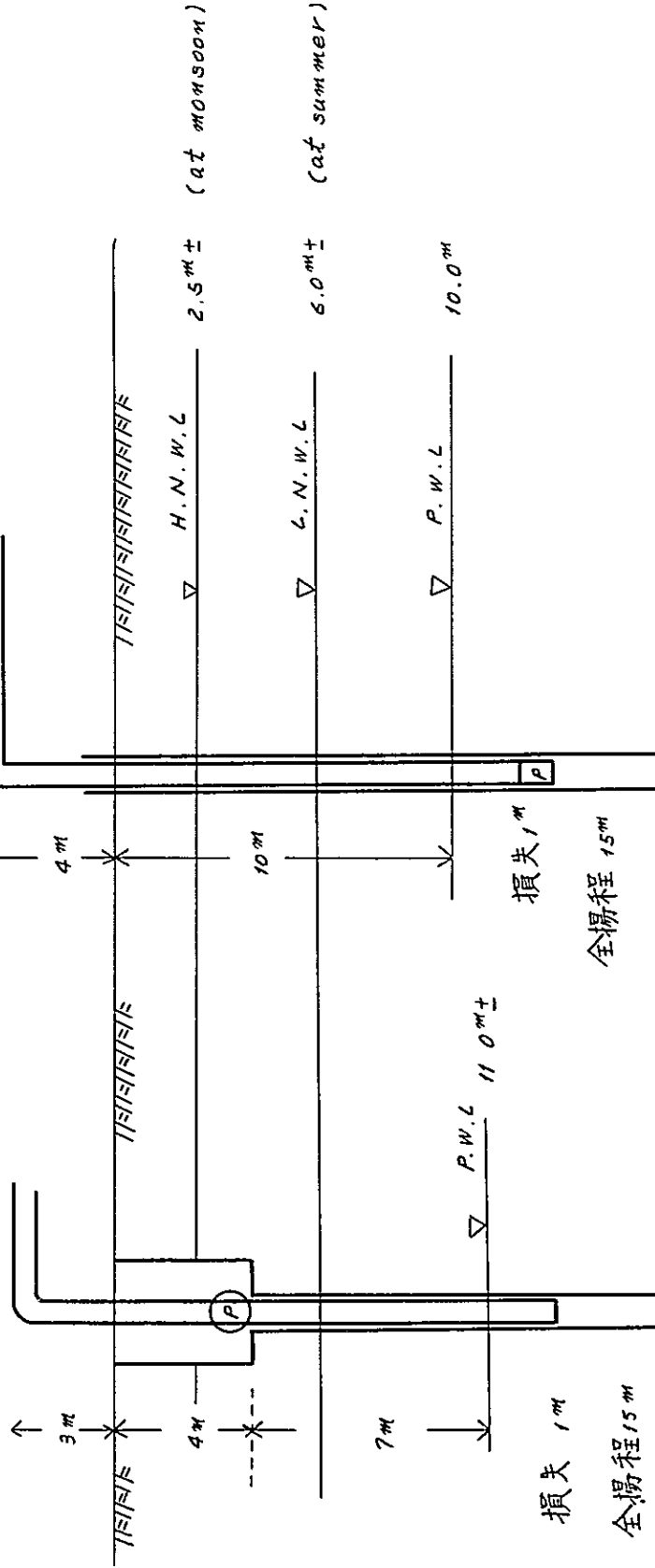
9.2.4 計画揚程

今回測定した4月の自然水位は、乾期のもので最低水位に近い。井戸の構造（深度）および位置によって差はあるが、最低深度は6m位である（表8-2参照）。一方、既存の地質柱状図に記載されている季節別の自然水位は、表9-3にしめしたように、Summerが最低で20'（6.1m）、Monsoonが最高で11～15'（3.4～4.6m）である。一方、この自然水位を基準に、うずまきポンプとタービンポンプについて揚程を求める（図9-2参照）。

Fig. 9-2 揚程計画図

うずきポンプの場合

タービンポンプの場合



9.2.4.1 りずまきポンプ

最低自然水位は6 mであり、さらに揚水時の水位低下を見込むとポンプ室を地下にもうける必要がある。安全をみて、4 mとするとMonsoon 期には地下水位がポンプ室の敷高より高くなるので水密性のコンクリートでポンプ室を覆う必要がある。ポンプからの吸込揚程は最大7 mとし、吐出揚程は地盤上3 mとし、摩擦損失水頭などを1 mとすれば、全揚程は15 mとなる。

9.2.4.2 タービンポンプ

タービンポンプを用いて、6"～8"の井戸から揚水すると、水位低下2～3 mで3,000～4,500 m³/日の揚水可能である(表8-2, 9-1参照)。したがって、最低水位6 mから、安全を見込んで4 mの水位低下とすれば揚水水位は10 mとなる。地盤上の吐出揚程は、本ポンプを利用した場合、揚水量が多くかんがい面積も大きいので将来のパイプ配管も考え4 mとし摩擦損失水頭などを1 mとすれば、全揚程は15 mとなる。

9.2.5 計画揚水量

井戸の口径と全揚程が決まると、井戸にセットできるポンプの馬力および揚水可能量が算出できる(表9-2, 3項・8項)。タイプ1～2は、5～10 HPのりずまきポンプか、タイプ4～6は、7.5～15 HPのタービンポンプがセット可能で、標準揚水量はタイプ1で0.015 m³/sec, タイプ6で0.0417 m³/secとなる。これらポンプの能力は、主としてインド製のものの値である。なお、タイプ3は、採用に問題があるので表9-2からは除外した。

一方、これらポンプによる計画標準揚水量は、既設井の揚水量(表8-2, 9-1)とほぼ合致しているか、若干上回っている。しかし、計画井の深度と一部の口径は大きくなっているため、標準揚水量以上の湧出量が期待される。

9.2.6 単位用水量

作物の用水量は、季節および成育段階によってかわる。Dr.H.Pandeyによる用水量は前掲(表4-11)のとおりであり、peakの用水量はKhalit およびSummer作のpuddlingにおけるもので10～15 mm/日である。しかし、Khalit 作は降雨に恵まれるが、Summer作ではあまり恵まれないので10 mm/日の補水を計画する。したがって、日用水量10 mm(10 A.C.あたり404 m³/日・6時間揚水の場合なら0.0187 m³/秒)として水源計画を検討することとする。

9.2.7 井戸かんがい面積

計画揚水量を単位用水量で計算すれば、井戸のかんがい面積が求まる(表9-2, 9・13

項)。日6時間揚水の場合、最少はタイプ1の8 ac、最大はタイプ6の22.3 acとなる。ただし、タイプ1は、前述したように、吸込揚程が大きくなり揚水不可能となることも考えられるので計画の対象外とすべきであろう。

なお、井戸のかんがい面積と農民の土地所有状況からして、新設井は数人の共同利用となる。すなわち「かんがい組合」の設立が望まれる。このような共同組織は、従来の農村地帯にみられなかっただけに、組織作りとその運営には種々の問題が生じよう。しかし、このような組織の育成も普及事業の目的の一つである。この目的達成のためには、かんがい面積が狭く、関係農家数が少ない方がまとまりがよいという実務上の要請もあわせて考慮すべきである。

9.2.8 井戸配置

井戸は、干渉や水位の低下をまねかないように配置することが望ましい。このための配置計画は、水理定数を用いた影響圏の計算や実測をもとに決めるのが正しい方法である。しかし、前述したように、今回の調査ではこの点の検討がおこなえなかった。一方、Little Irrigation Department および Minor Irrigation Department は井戸配置に関して下記のような内規を有している。

(1) 井戸口径4"以下のとき

井戸間隔 1,000' (300m以上)

(2) 井戸口径6"以上のとき

井戸間隔 1,500' (450m以上)

しかし、これは原則的なものであり、かなりの例外も知られているし、個人が自分の資金でさく井する場合は拘束されない。ともあれ、この内規がどのようなback dataをもとに算出されたものかは把握できなかった。

ところで、井戸配置は、単に井戸間の間隔だけで規制されるべきではなく、深度や揚水量も考慮すべきである。あるいは、ある程度の干渉もやむを得ない場合は認めるという事もありえる。

さて、各サブセンターの水源は、当面地下水を利用せざるをえない(表8-1)。この場合、小規模井(4"±)を数多く掘るか、大規模井(6"±)を数少なく掘るかの比較検討を要する。いま、計画上問題の少ないタイプ2を小規模井の代表とし、タイプ6を大規模井の例として取りあげ、日10時間および6時間揚水してかんがいする場合の井戸のかんがい面積・本数等をしめせば表9-4のとおりである(後述9.2.11(11)参照)。本表から

明らかのように、井戸本数の最も多いのは、A'案で20本、井戸間隔は276mとなり、井戸本数の最も少ないものはB案で9本、井戸間隔436mとなる。また、その他の案についても井戸間隔は350m前後となり、B案を除き上記の内規の間隔を大幅に下回ってしまう。

一方、ある限られた範囲から同一量の地下水を揚水するとし、かつ、事業費を度外視すれば、数多くの小規模井で揚水した方が地下水の側からみても有利である。すなわち、揚水水位や地盤沈下等の地下水障害が発生したとしても、その範囲全体に平均的に発生すると予想されるからである。このため、事業費その他種々の要素を総合的に検討して、井戸配置＝水源計画を樹立すべきである。

なお、参考までに、参考文献4にのべられている井戸間隔についての見解を以下に紹介する。しかし、これも、水理地質学的なback dataをもとに検討されたものではない。すなわち、High Yield state tube wellで0.9Kmの、Smaller(6"/4") tube wellで0.2Kmはなすべきとされている。また、Shahabad Districtの南部ではState tube wellの間隔は1.2Km、smaller tube wellでは0.4Km必要としている。逆に、Ganga河やSone河の近傍では、もっと間隔をせまくすることも可能であろうとしている。したがって、今回の予備実施設計地区はSmaller tube wellの場合、0.2Km間隔か、それ以下でよいということになる。ともあれ、dataを用いて井戸間隔を具体的に検討する必要がある。

9.2.9 水源施設の経済比較

かんがい面積10acあたりの水源施設費は表9-2(10項・14項)にしめした。これは、井戸、ポンプおよびディーゼルエンジンの合計金額(同表・7項)をかんがい面積(9項・13項)で除して求めたものである。この結果によると、タイプ2が最も安く、タイプ5が逆に最も高い。タイプ5は、タービンポンプで揚水するものであるが、井戸径したがって吸込管径が小さく、井戸・ポンプおよびエンジンに費用を要する割には揚水量が少なく割高となるためであろう。したがって、経済的にはタイプ2が有利となる。

燃料(ディーゼル油)は、タイプ5を除き、ほぼ同一である(表9-2・16項)。したがって日揚水時間が一定の場合は、タイプ2が最も有利な案といえる。次案としては、タイプ4および6などが考えられる。

なお、ディーゼル油利用の場合、電気料金に比して約1.3倍のコスト高になるが、農民が必要に応じて揚水・かんがい出来るというメリットは大きく、燃料費は勿論、建設費の償還も容易である。稲・小麦などの高収量品種に充分なかんがいと肥培管理をおこなった時の収

獲高は、参考文献5に詳しい。

9.2.10 配水方法

本来、集約農業の普及活動は基盤整備としての圃場整備もおこなうべきものであろう。しかし、1957年3月末までに普及活動を完了させるという一応の目標があること、農家自身が労働力を豊富に有し、ほとんど農機具らしきものを持たない現時点では、潰地や交換分合をとまなり圃場整備には、ほとんど意欲をしめさない。このため、当面は通年栽培（年3作）の可能性とその成果を農民自身に、自分の耕地をもちいて実際に体験させることが、普及事業を永続させ、かつ、波及させるためのポイントと考えられている（アラ－センター専門家の見解）。

このため、今回の普及活動期間（1975年3月）内では、かんがい水源は確保するものの、配水路の整備はおこなわず既設の field channel や一時的な土水路あるいは田越しかんがいによって配水しようとするものである。永久的な水路を設置するとすれば、圃場整備と合わせて実施する必要がある、期間内での達成はおぼつかない。

しかし、実施設計ないし事業の段階では、潰地や交換分合をとまわらない配水土としてパイプラインによるかんがいを可能な限り検討すべきであらう。各サブセンターとも、ほぼ一様な勾配であるので自然沈下により、大部分の範囲がかんがい可能であらうが、パイプライン等による配水の必要な範囲も生ずるものと思われる。

9.2.11 水源計画諸元

以上、水源計画案についての基礎数値の検討といくつかの案についての比較をおこなってきた（表9-2参照）。結論的には、実際の揚水がうまくおこなわれるような余裕のあるものであって、そのうえ経済的である案が採択されるべきである。このような観点で表9-4を更に比較検討するとA'案（タイプ2で日6時間揚水）とB案（タイプ6で日10時間揚水）が最も有力となってくる（前述9.2.8）。この両案について更に比較検討した結果を表9-5にしめした。

表 9-4 水源計画案ごとの井戸間隔および概算事業費

水源計画案	支配面積	井戸間隔	新設井戸本数	概算事業費	備考
A案(タイプ2 日10時間揚水)	25.0 A.C. (1.00 ha)	(350) ^m	12 本	366,000RS	6"相当 (タイプ2 12本)
A'案(タイプ2 日6時間揚水)	15.0 (6.0)	(276)	20	609,000RS	6"相当 (タイプ2 20本)
B案(タイプ6 日10時間揚水)	37.2 (14.9)	(436)	9	408,000RS	6"相当 タイプ6 (タイプ2 6本 3本)
B'案(タイプ6 日6時間揚水)	22.3 (8.9)	(336)	14	701,000RS	6"相当 タイプ6 (タイプ2 12本 2本)

注：概算事業費は表-10の単価にそれぞれの本数を乗じ、その金額に諸経費等として20%を加算したものである。

表 9-5 井戸規模別による優劣比較

事項	A'案(タイプ2・日6時間揚水)	B案(タイプ6・日10時間揚水)	優位のもの	備 考
技術面				
地下水水位	揚水水位は全体に低下する。 地下水降着が発生するとすれば、ほぼ全域にかこる。	揚水水位は、揚水井周辺で大きく低下する。 地下水降着が発生するとすれば、揚水井の周辺におこりやすい。	A' A'	枯上層の圧後状下盤を検討すべきである。
井戸間隔	やや狭い(276m間隔)	妥当である(436m間隔)	B	表一参照。井戸間隔を定量的に検討すべきである
経済面				
面積あたり事業費	日6時間揚水のため本数が多く(20本)、事業費は割高となる。	日10時間揚水のうえ大容量ポンプを用いるので本数が少なく(9本)、事業費は割安である。	B	同一タイプのポンプ・エンジンおよび井戸を利用する場合の事業費は、一般に大容量、大口径のものほど割安になる。
維持管理費	燃料費はほぼ同一であるが、ポンプの換作、修理等に経費と労力を要する。	燃料費はほぼ同一であるが、ポンプの換作、修理等に経費、労力を要しない。	(B)	人件費が比較的安いので、労力はあまり問題にならない。
運営面				
かんがい組合	井戸1本あたりのかんがい面積が比較的小さく、かんがい組合の形式や井戸管理がやりやすい。	井戸1本あたりのかんがい面積が比較的大きく、それだけ関係農家数も多く、かんがい組合の形成や井戸管理もむずかしくなる。	A'	共同作業の体験のない農民が対象であるので、関係農家数が少ないほど組合が作りやすく、運営もしやすい。
労働時間	日6時間揚水であり、労働時間は急増しない。	日10時間の揚水であり、共同管理とはいいながら、労働時間が急増して、管理が困難である。	A'	過渡的段階として、日6時間揚水は妥当とおもわれる。
配水路	井戸1本あたりのかんがい面積が少ないので、小規模な閉水路や漸定的な水路で配水可能である。つぶれ地が少ない。	井戸1本あたりのかんがい面積が大きくなるので、配水路を整備する必要があり、つぶれ地を生ずる。	A'	パイプライン(地下埋設)は、つぶれ地を必要としないが、操作がやや困難である。しかし、検討の要あり。
故障対策	エンジン・ポンプ等の故障が発生した場合、近傍の井戸から補給しやすい。	エンジン・ポンプ等の故障が発生した場合、近傍の井戸から補給しにくい。	A'	

表9-5の比較結果によると、A'案がB案より、事業費と井戸間隔を除き有利である。しかし、普及に主体をおく本計画にあっては、経済性（経費）を無視するわけにはいかないが、一般の事業のようにとらわれる必要はないと考える。井戸配置についても、現段階の内規は必ずしも充分検討されたものではないと考えられ、むしろ、これからの地下水収支計算の過程で検討されるべきであろう。したがって、今回の予備実施設計としては、第1案としてA'案、次案としてB案を推奨するものである。

以下、A'案の計画諸元を要約する。なお、この諸元は、予備実施設計対象地区に共通するものである。

(1) 平均深度	100m (330')
(2) 井戸構造	タイプ2 (図9-1)
(3) 口径	0 ~ 4m間 1.5 ~ 2m
	4 ~ 30m間 (8") ~ 10"
	30 ~ 100m間 6"
(4) 井戸間隔	27.6m
(5) ポンプ型式	うすまきポンプ
(6) 動力	ディーゼルエンジン10HP
(7) 吸込管径	4" ~ (6")
(8) 吐出管径	4" ~ (6")
(9) 全揚程	15m
(10) 揚水量	0.028m ³ /sec
(11) 日揚水時間	6時間
(12) かんがい面積	15A.C. (6ha)
(13) 配水方法	既設field channel 田越しかんがい 一部パイプライン

第 10 章 予備実施計画

9章でまとめた計画諸元を用いて、実施計画を検討する。

10.1 Kulharia

Kulharia Sub-Centre 内には、図 8-9・表 8-2 にしめしたように P・T・W・1 が 3 本ある。また、地区外西部には、S・T・W・1・NO・1 があってこの末端水路コンクリートライニングが本サブセンター内に布設されている。水源計画にあたっては、上述の P・T・W・1 の 3 本は現状のまま、すなわち、日 3 時間揚水すると 9.6 ac のかんがいが可能となる。

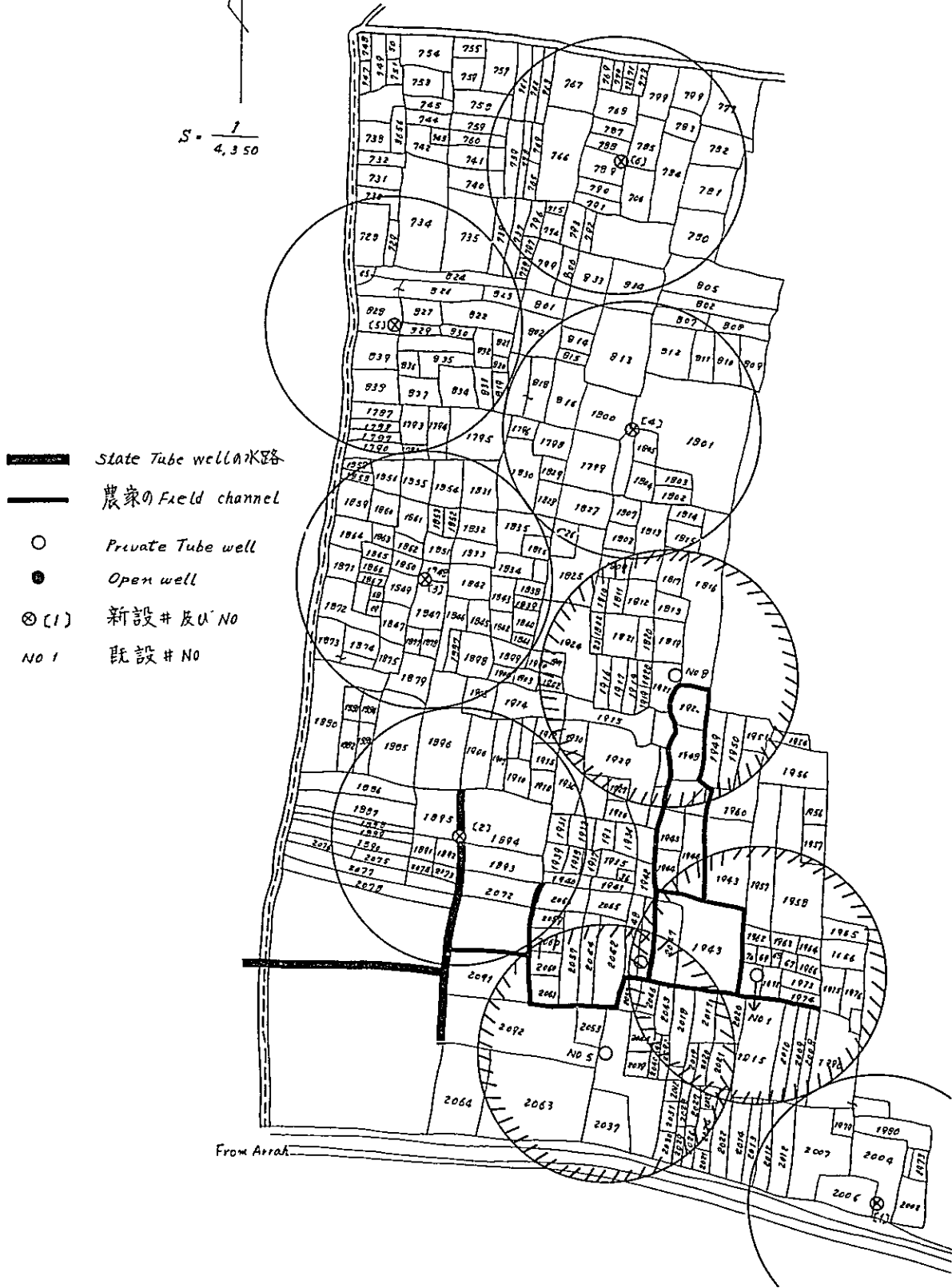
一方、S・T・W・I・No 1 (a) は、電力が不安定で適期に揚水できないため、本サブセンターの水源としては利用しない。したがって、新設井による要かんがい面積は 90.4 ac (表 10-1) であり、また標準計画井の本によるかんがい面積は 15 ac (表 9-2.13 項) であるので 6 本新設する必要がある。また、15 ac は、半径 138 m の範囲に相当するため、井戸間隔は 276 m となる(表 9-4)。これを図上にプロットすると 図 10-1 のとおりである。

井戸配置は、原則としてつぎのような考えにたっておこなった。

- (1) 新設井同志あるいは新設井と既設井との間隔は 276 m とする。
- (2) 標高の高い部分に井戸を配置しやすくする。
- (3) 既設水路を可能な限り利用するようにする。

Fig 10-1 新設井配置計画図
(Kulkarna Sub-Center)

N
S = $\frac{1}{4,350}$



1 0.2 Garhani

Garhani Sub-Centre内には、P・T・W・1・4本が設置されている。(図8-5表9-1)しかし、これらの井戸の規模(深度)が小さく、このため、湧水量が小で現況のポンプでも連続揚水ができない。一方、これらの井戸を存続させるとすると、井戸間隔276mでも新設井を掘削するスペースが殆んどなくなってしまう。したがってこれら既設井を廃止することにして、新設井を配置する。

すなわち、100A・Cあたり7本の井戸を必要とする(表10-1・図10-2)本地区では、field Channelやaharが配水路として利用できよう。

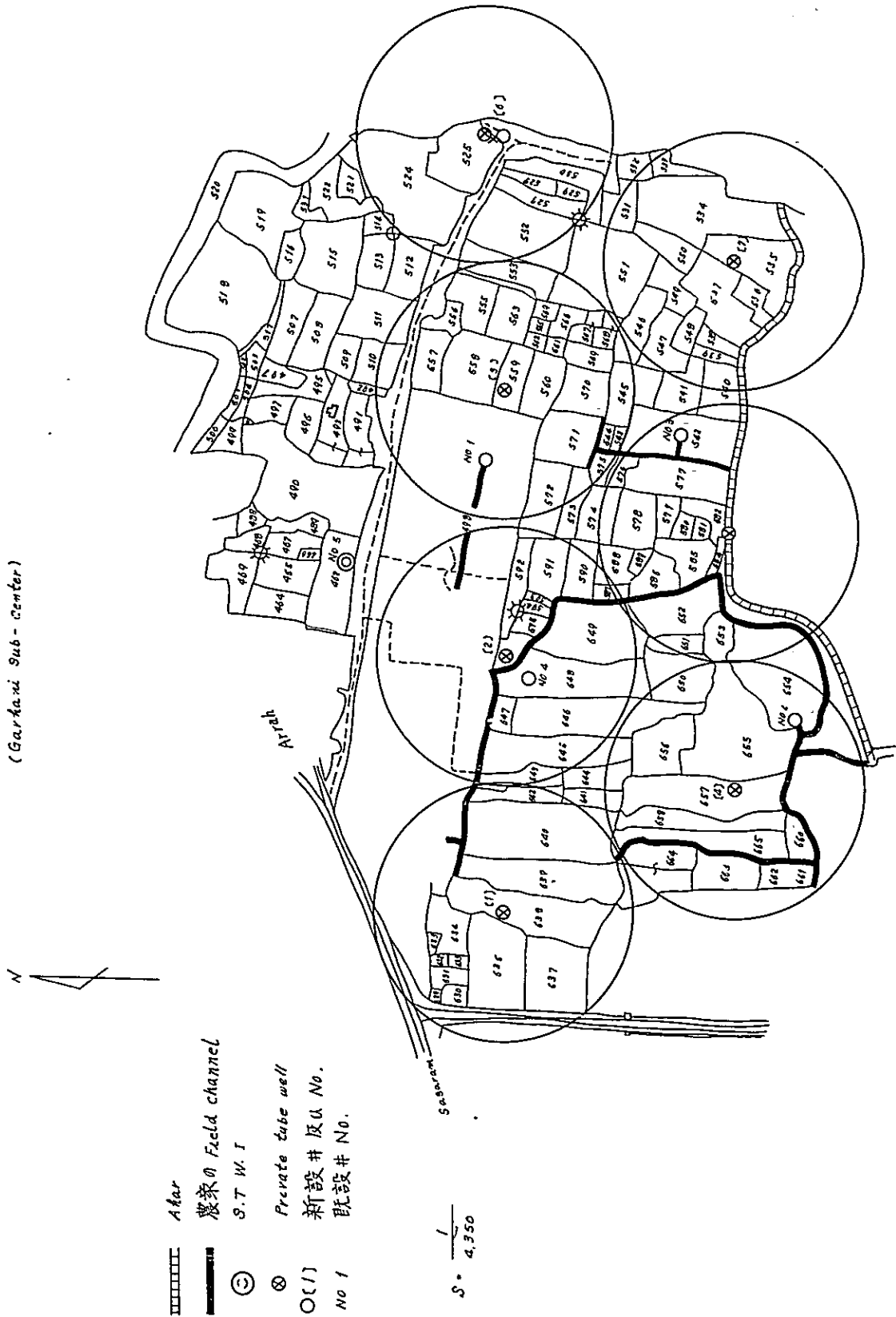
なお、既設井5はS・T・W・1であって地区内北部にあるが、配水路はなく、電力供給も不安定であるので、現在はほとんど利用されておらず、また、当分利用されそうにもない。このため、新設井の配置計画にあたっては、この井戸の存在を無視し、本地区の水源はすべて新設井でまかなうものとする。

表10-1 水源計画の要約〔A案(タイプ2・1日6時間揚水)〕

サブセンター	面積	既設Prinatl tube wellによるかんがい面積 1日3時間揚水(本数)	新設井による 要かんがい面積	新設井(タイプ2)の必要本数	概算事業費
Kallaria	100 A.C.	A.C. 9.6 (3本)	90.4 A.C.	6.04本 6本	183,000 Rs
Garhani	100	既設井は廃止して 新設井のみ利用する。	100.0	6.7本 7本	213,000 Rs
Kator	100	4.8 (2本)	95.2	6.3本 7本	213,000 Rs
各サブセンター 観測井				観測井 3本	43,000 Rs
合計	300	A.C. 14.4 (5本)	285.6	(23本) 20本	(652,000 Rs) 609,000 Rs

〔 〕は、観測井を含んだ本数および金額

Fig. 10-2 新設井配置計画図
(Garhaxi Sub-Center)



1 0. 3 Katar

Katar Sub-Centre 内には P . T . W . 1 . が 2 本あり、平均揚水量は $0.009 \text{ m}^3/\text{sec}$ である (図 8 - 3 表 9 - 1) 。したがって、これら P . T . W . 1 . によってかんがいされる面積は 僅か 4.8 a c である。

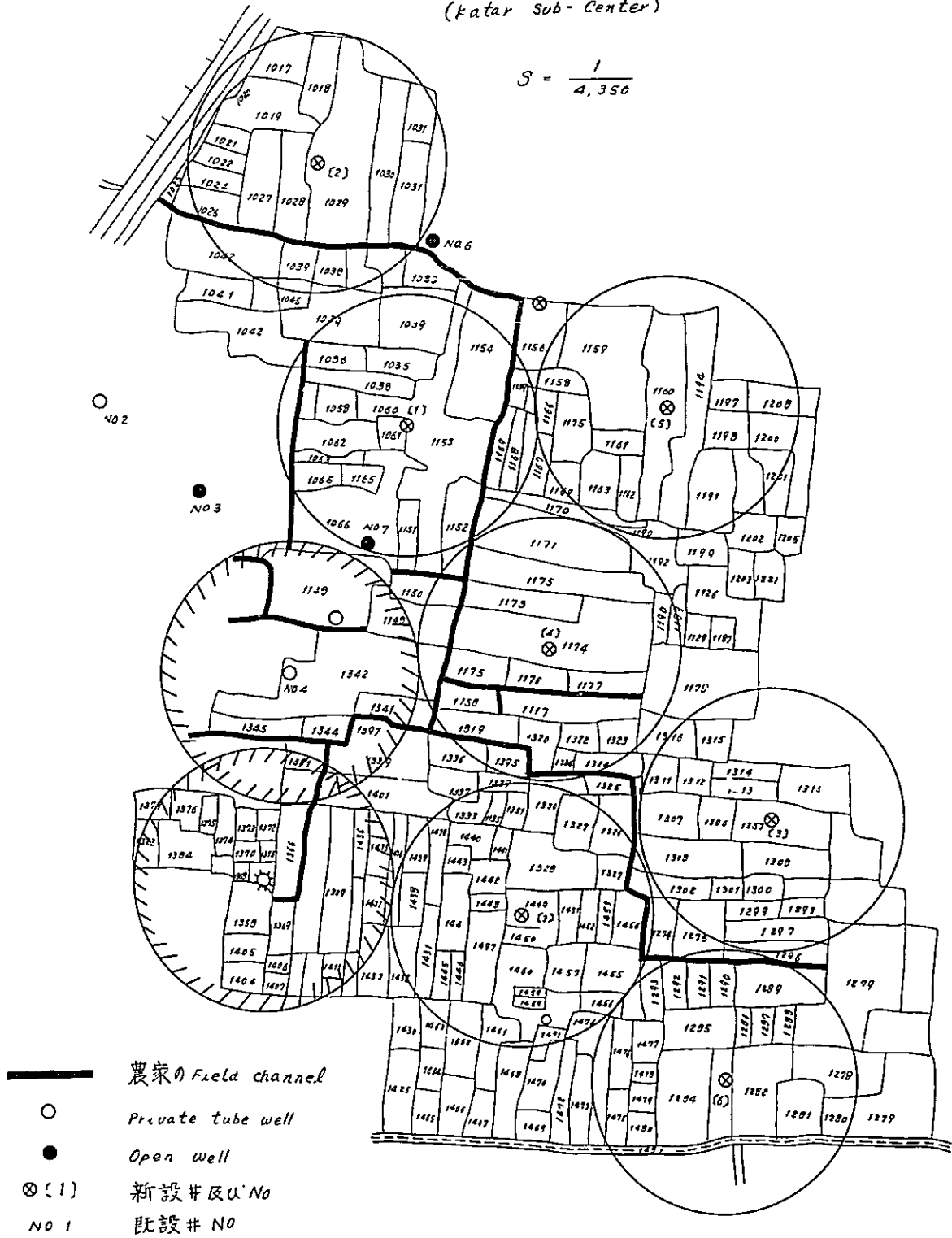
新設井による要かんがい面積は 95.2 a c で、7 本の新設を要する (表 1 0 - 1) 。この井戸配置は 図 1 0 - 3 にしめしたが、ほぼ妥当なものとなった。地区東部の upland を除けば field channel を利用してほぼ導水できるものと思われる。

1 0. 4 予備実施設計地区の業務内容 (総括) 上述した各サブセンターの水源計画は 表 1 0 - 1 にしめしたように、タイプ 2 の井戸 2 0 本の新設を計画する。また、各サブセンターに地下水位および地盤沈下量を測定するための観測井を少なくとも 1 本新設する必要がある。

したがって、合計 2 3 本のさく井を必要とすることになる。

Fig 10-3 新設井配置計画図
(katar sub-center)

$$S = \frac{1}{4.350}$$



1 0.5 供 与 機 材

さく井および揚水に要する機材のうち、インド側で生産されていないものは勿論、生産されていてもその性能の低いもの、調達に時間のかかるものについては、原則として供与すべきであると考え。このような観点からまとめた供与機材のリストは表10-2にしめした。インド国政府から、これら機材の輸出許可を早急に得る必要がある。

なを、タイプ6に要するタービンポンプ（ボア-ホールポンプ）は、現在日本ではほとんど製造されていない。

ともあれ、インド国政府の財政事情もあり、また、普及事業を短期間に円滑に実施しようとするれば関係農家の負担を出来るだけ小額にする必要があり、日本からの供与機材等が農家の負担対象とならないとのことであれば、表10-2以外の機材を供与することも考えられる。このためインド国政府と供与機材の品目とその取扱いについて詳細に打合せする必要がある。

表 10-2 供用機材一覧表

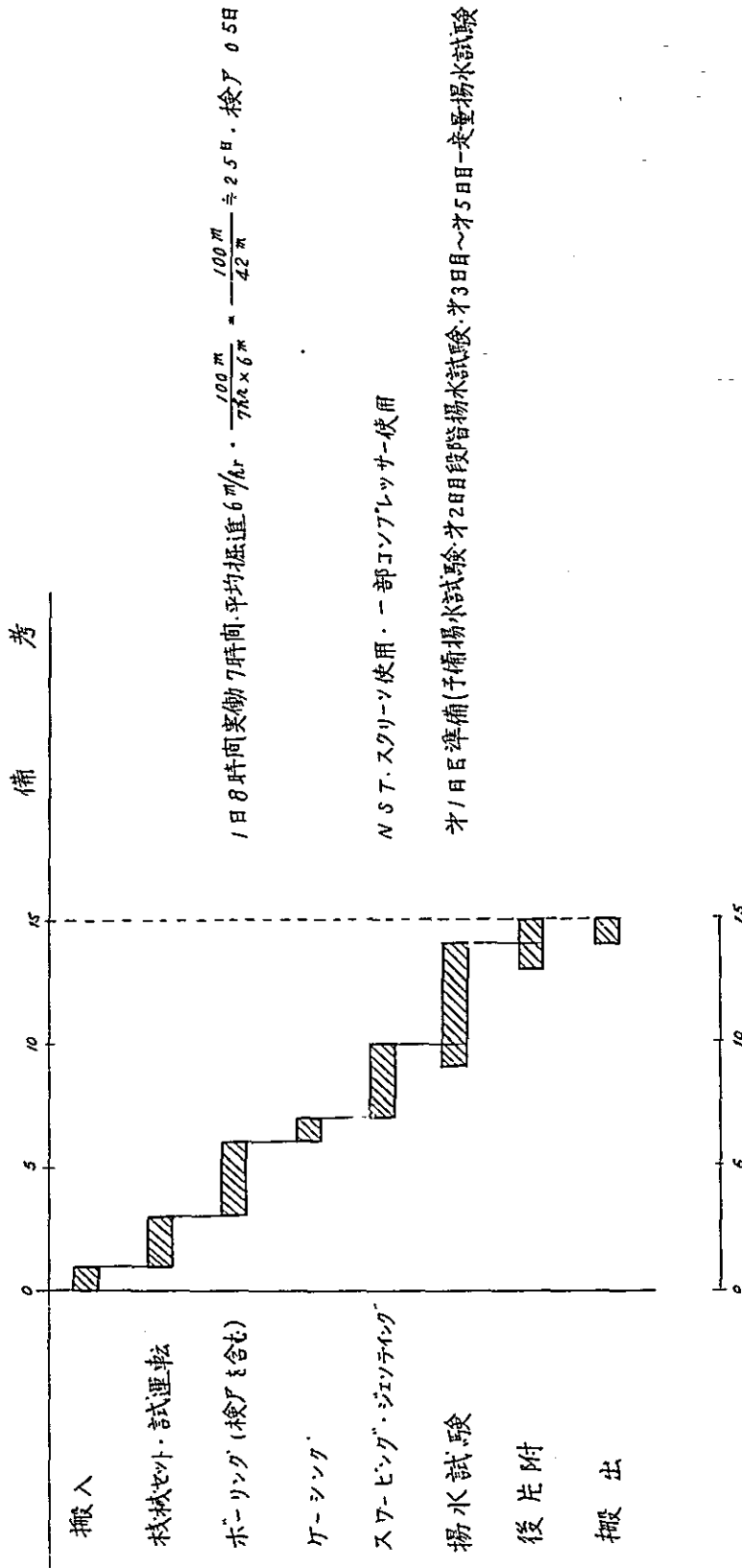
機材名	仕 様	数 量	特 長	備 考
大口径さく井機 (搭載型)	本体(ドリル) 20"ー200m掘進可	1 台	高性能の大口径さく井機は、インドで製作されて いない。エンジンのポンプ・附属品も同様である。	
	エンジン 39Ps 空冷 ウォーターポンプ (エンジンつき) 附属品(やぐら ピット・ロッド)	1 セット		
	トラック 8 ton	1 台	さく井機のとっつけ、試運転、整備は、日本国内 で行なう必要がある。また、インド製のものの調 達には時間を要する。	
揚水試験器具	コンプレッサー 7 $\frac{1}{2}$ ・5m ³ /min・53Ps	1 台	調達に時間を要する。	
	揚水管 4"	1 セット		
	送気管 1 $\frac{1}{2}$ "	1 セット		
ストレーナー	N.S.T 型 6"	600 m	インドで使用中のしんちゅう製ストレーナーは高 価ではあるが目ごまりしやすい。径、同じ値段 で性能のよいN.S.T. ストレーナーを使用する。	30m×20本=600m
うずまきポンプ	10HP (H=15m・Q>0.028m ³ /sec)	20 台	調達に時間を要する。	
ディーゼルエンジン	10HP	20 台	調達に時間を要する。	

1 0. 6 さく井年次計画

計画井1本の工期は図10-4にしめしたように15日間とする。なお、ボーリングに要する泥水用の水は、さく井機械搬入時までに準備しておくものとする。さく井そのものは15日間で完成するがポンプ室・ポンプ小屋および揚水セットの据付け等に少なくとも1カ月位を要しよう。

揚水用の新設井を20本予定している。また各サブセンターに観測専用の井戸を少なくとも1本(口径2~3, 深度100m, 工期15日)掘さくする必要がある。このため、23本のさく井をおこなう。これらさく井の年次計画は、下記のような条件のもとで立案した(図10-5参照)。

Fig 10-4 さく井 1本の標準作業工程 (深度 100 m・タイ7'2)



備考 1 ホーリング用水(泥水用水)は、機械搬入時までに別途準備するものとする。

2. ホンプ室(コンクリート壁、一部不透水性材料で被覆)・ホンプ小屋(レンガ)の建設およびホンプ・エンジンのセッットにさく井完了後約1ヶ月を要するものとする。

- (1) さく井機一式は、1973年1月下旬までにアラールに送付されている。
- (2) 最初の2本は、インド側技術者養成のため日1本の割合で技術指導を行なう。
3本目からはインド技術者自身で掘削する(1本15日)。
- (3) 毎年12月末から1月上旬にかけての15日間と7月中旬から11月下旬にかけての135日間はさく井工事を実施しない。前者は、正月休みであり、後者はモンスーンのためである。

このような条件のもとであれば、さく井開始を1973年2月上旬とすると、23本目のさく井は1974年7月中旬に完成することになる。したがって、最後に完成する井戸も1974/1975年のKhalif作とRabi作には利用されることになり、協定期限の1975年3月までには一応の普及事業が計画全域にいきわたることになる。

なお、さく井は、サブセンターごとに完了させるという方法ではなく、かんがい組合が設立されそうな気運があり、さく井の同意が得られた順に実施することになる。このためにも機動性を有する搭載型が望ましい。上記サブセンターのさく井が完了後は、残りのサブセンターのさく井を実施することになる。

1.0.7 今後の調査方針

今回実施した調査結果をもとに、今後の調査方針と課題を略記する。

- (1) 予備実施設計の対象となったKulharia, garhani およびKatarの各サブセンターの用水は地下水に依存せざるを得ない。本調査団としては、実際の運営がおこなわれやすいA案を第一案として、第二案としてはやや経済性を重視したB案を提示した。各案あるいはその他の比較案もそれぞれ長短を有するが、最終的にどの案を採用するかは、インド政府および農民の意向にかかわっている。

どの案を採用するにしても、地下水利用に干渉が発生し地下水位が低下していくものかどうかの検討が、水理地質学的なデータをもとにおこなわれていない。実施段階では、水理定数および水理地質条件をさらに把握し、地下水収支計算による地下水位変動の予測と実測によるチェック等をおこない、必要に応じて計画を修正すべきである。

- (2) シャハバード地区全体の長期水源計画は、すでにのべられているように地表水と地下水の両者について比較検討を行なうべきである。地下水においては、より

広域な地下水盆を単位として地下水収支解析とその結果にもとづく採水計画案や事業費を概算し、地表水利用計画と充分なる比較検討を行なう必要がある。

1 0.8 事業推進にあたっての具体的な課題

- (1) さく井完成後、電気検層を必ず実施し、粒度分析の結果を参考にストレーナー位置を決定すべきである。
- (2) 段階揚水試験および一定量揚水試験を実施し、水理定数および影響圏等を実測あるいは試算をおこなう。
- (3) 各サブセンターに少なくとも1カ所は、水位観測専用井をもうける。
- (4) 観測井および揚水井については、毎日観測あるいは一斉観測をおこない、地下水位の動向を把握しておく必要がある。
- (5) 観測井については、地盤沈下量（抜け上り量）も観測する必要がある。同時に上質試験をおこなって地盤沈下発生の可否を検討する必要がある。
- (6) 地区ごとに地下水収支計算をおこない、地下水位の将来変動予測をおこなう。
- (7) インド技術者にさく井機の使用方法を指導し、自力でさく井できるようにする。
- (8) 地下水利用計画やその管理・保全策等にたずさわられる技術行政官を養成する必要がある。
- (9) 各さく井は、農家が共同で利用することになるだろう。このために、組織結成が急務であり、同時に事業の説明会を開催し農家の意識を向上させる。
- (10) 普及事業は、パイロット的なものであり、この成果の良否が今後の活動を左右する。このため、農家自身に具体的なメリットがないと普及事業の推進が困難である。少なくとも、日本おら供与される機材の減価償却費や材料費は農民の負担外とすべきである。
- (11) かんがい施設の施工分担、機材購入方法、農家負担率および支払い方法等を定める。
- (12) 揚水の配水は、Field Channel等の既設水路をかなり利用できる。したがって、複数の井戸からの揚水を一本のField Channelをもちいて導水することもあろう。このような場合には、複数のかんがい組合間で揚水協定を作ったり、あるいは、かんがい組合の上部機関を設置し調整を計る必要がある。

なお、標高差のためパイプラインや開水路の新設を要する範囲も生じよう。

(3) Garhami Suh-Centre 内にある既設の P・T・W・1・4 本を廃棄し、新たに井戸をもうける計画としている。このことに関し、既設井の所有者および利用者から同意を得る必要がある。

参 考 資 料 1

電力料金

47. 4. 14

1. 聞き取り先 Electric Dep. Arrah (Assistant Eng.) 18 P /KW
2. 電力料金
 - (1) For agricultural use : meter charge 18 P /KW
meter rent 3 Rs/month
 - (2) For industrial use : meter charge 20 P/KW
meter rent 3 Rs/month
 - (3) For commercial use : meter charge (<100 KWH) 30 P /KW
" (>100 KWH) 35 P /KW
fixed charge 5 Rs/month
 - (4) For domestic use : meter charge (< 50 KWH) 30 P /KW
" (> 50 KWH) 35 P /KW
fixed charge ?
3. 電力仮設料金 (農業用のみ)
 - (1) 既設電力線から 100 feet 以内の時 無 料
(440 Volt)
 - " 100 feet 以上 " 3 Rs/feet 依頼者負担

besides this

 - (2) Security 40 Rs/IP
 - (3) Service connection charge 100 Rs (一定)
 - (4) 既設電力線 (11,000 Volt) から、変圧する場合
4,200 Rs/カ所 (平均単価)
 - (5) (4) の場合で、使用動力が 20 IP 以上の時 (1カ所で 20 IP 以上か、4カ所で 5 IP 以上)

Government payment

 - (6) (5) の基準に達しない場合は、設置者が均等負担となる。
4. 例 (1) 440 Volt の電力線が 150 feet のところまで来ており、12HP のポン

ブを設置する時

$$3 - (1) : (150' - 100') \times 3 R_s = 150 R_s$$

$$3 - (2) : 12 \text{ HP} \quad \times 40 R_s = 480 R_s$$

$$3 - (3) : \quad \quad \quad 100 R_s$$

$$\text{計} \quad \quad \quad 730 R_s$$

例(2) 440 Volt の電力線が 80 feet のところまで来ており、12HP のポンプ
を設置する時

$$3 - (1) : \quad \quad \quad \text{nile}$$

$$3 - (2) : 12 \text{ HP} \quad \quad \times 40 R_p = 480 R_s$$

$$3 - (3) : \quad \quad \quad 100 R_s$$

$$\text{計} \quad \quad \quad 580 R_s$$

注. 電力線の電圧は家庭用 220 Volt, 一般工業用 440 Volt,

く 井 経 費

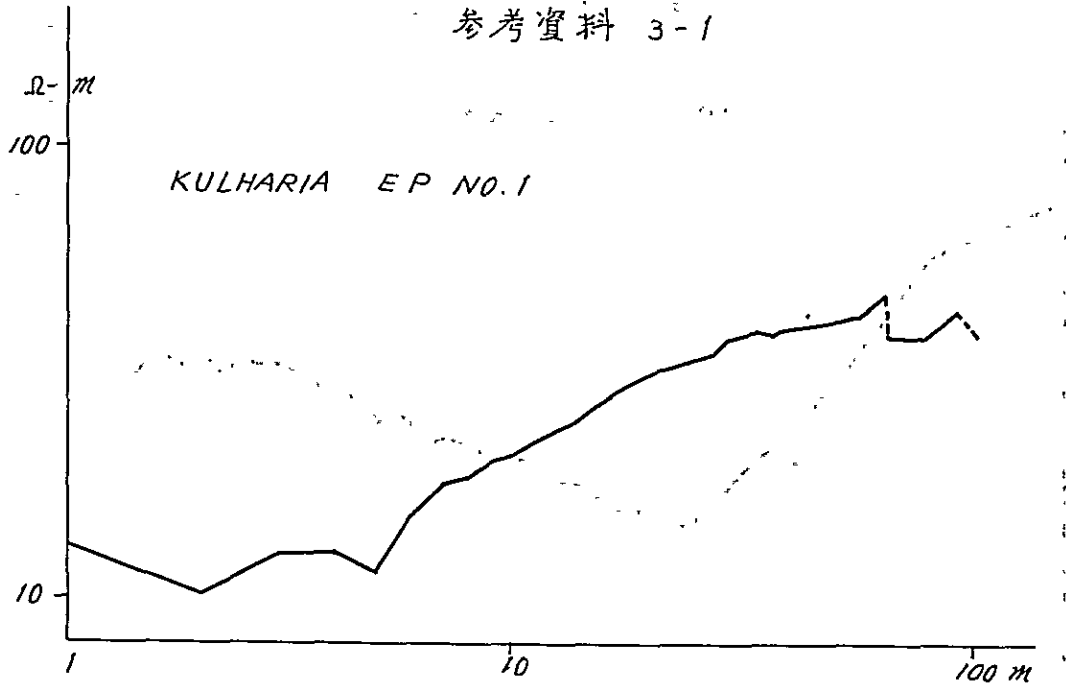
(単 価)				
堀 さ く 口 径 8 "	18 "	6 "	12 "	24 "
仕 上 り 口 径 6 "	8 "	4 "	4 "	8 "
所 管 M.I.D.	L.I.D.	M.I.D.	M.I.D.	L.I.D.
堀 さ く 費 (1) 12.25Rs/feet	2 2 0 0 0	1 0 0 0	1 3 0 0	3 4 0 0
鉄 管 費 (2) 19.30 "	(40.00±)	1 0 7 6	1 0 7 6	(40.00±)
ス ト レ ー ナ 費 (3) 71.00(fross)	(54.60±鉄)	45.00(brass)	45.00(fross)	(54.60± (鉄))
管 挿 入 費 (4) (2.00Rs/feet)	3.00	(1.50)	(1.50)	3.00
ベ ン ト ナ イ ト 費 (5) 15000 式	3 0 0 0 0	0.00	200.00	30000
グ ラ ベ ル 費 (6) 2.50Rs/cft	2.50	0.00	250	250
揚 水 試 験 費 (7) 450Rs/式	4 5 0 0 0	350.00	35000	60000
運 搬 費 (8) (1)に含む	(1)に含む	(1)に含む	(1)に含む	2600.00
仮 設 費 (9) (400Rs/式)	(400.00)	(0.00)	(400.00)	650.00
シ ー ム エ ン ジ ン 費 (10) (15.000Rs/台) (25%補助あり) 10HP	22000.00 15HP	25600.00 5HP (ウズ巻き)	25600.00 5HP (ウズ巻き)	22000.00 15HP
ポ ン プ 費 (11) 525 (ウズ巻き)	5000.00 (タービンポンプ, モーター 含まず)			5000.00 (タービンポンプ, モーター 含まず)

(経 費) 条件 1. 深度 100 m (330'), 2. ストレーナー 20 m (60'), 3. グラベル充填 80 m (240')

(1)	$12.3 \times 330 = 4,060$	$22 \times 336 = 7,050$ 40×270	$10 \times 330 = 3,300$	$13 \times 330 = 4,280$	$34 \times 330 = 11,200$
(2)	$19.3 \times 270 = 5,220$	$40 \times 270 = 10,800$	$10.8 \times 270 = 2,920$	$10.8 \times 270 = 2,920$	$40 \times 270 = 10,800$
(3)	$71. \times 60 = 4,260$	$54.6 \times 60 = 3,270$	$45 \times 60 = 2,700$	$45 \times 60 = 2,700$	$54.6 \times 60 = 3,270$
(4)	$2 \times 330 = 660$	$3 \times 330 = 660$	$1.5 \times 330 = 500$	$1.5 \times 330 = 500$	$3 \times 330 = 990$
(5)	150	300	0	200	300
(6)	$2.50 \times 0.15 \times \frac{ft^2}{90} \times 240 =$	$250 \times 1.4 \times 240 = 840$	$2.50 \times 0 = 0$	$2.50 \times 0.7 \times 240 = 420$	$2.50 = 2.8 \times 240 = 1,680$
(7)	450	450	350	350	600
(8)	0	0	0	0	2,600
(9)	400	400	0	400	650
小 計	15,290	23,770	9,770	11,770	32,090
(10)	15,000	22,000	} 2,560	} 2,560	22,000
(11)	530	5,000			5,000
小 計	15,530	27,000	2,560	2,560	27,000
合 計	30,820	50,770	12,330	14,330	79,090

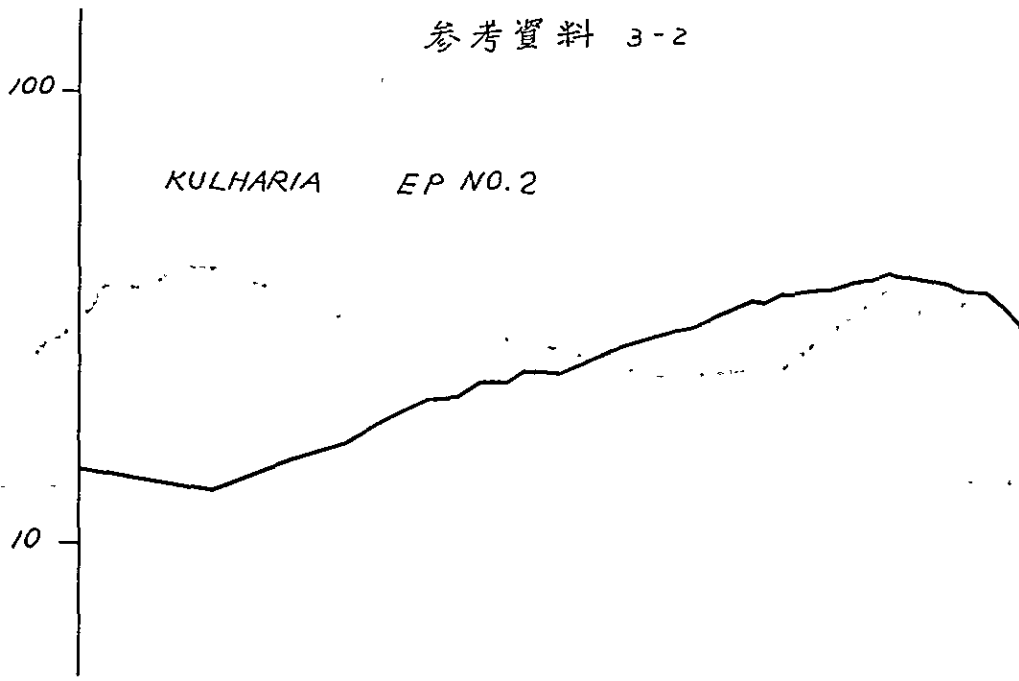
注 1. 200 gpP \div 199 grms per B.H.P. per hour. 注 2. () は推定値

参考資料 3-1



	0.9	3.5	8.7	83	$m(a)$
13.5	9	36	51	28	$\Omega-m(P)$

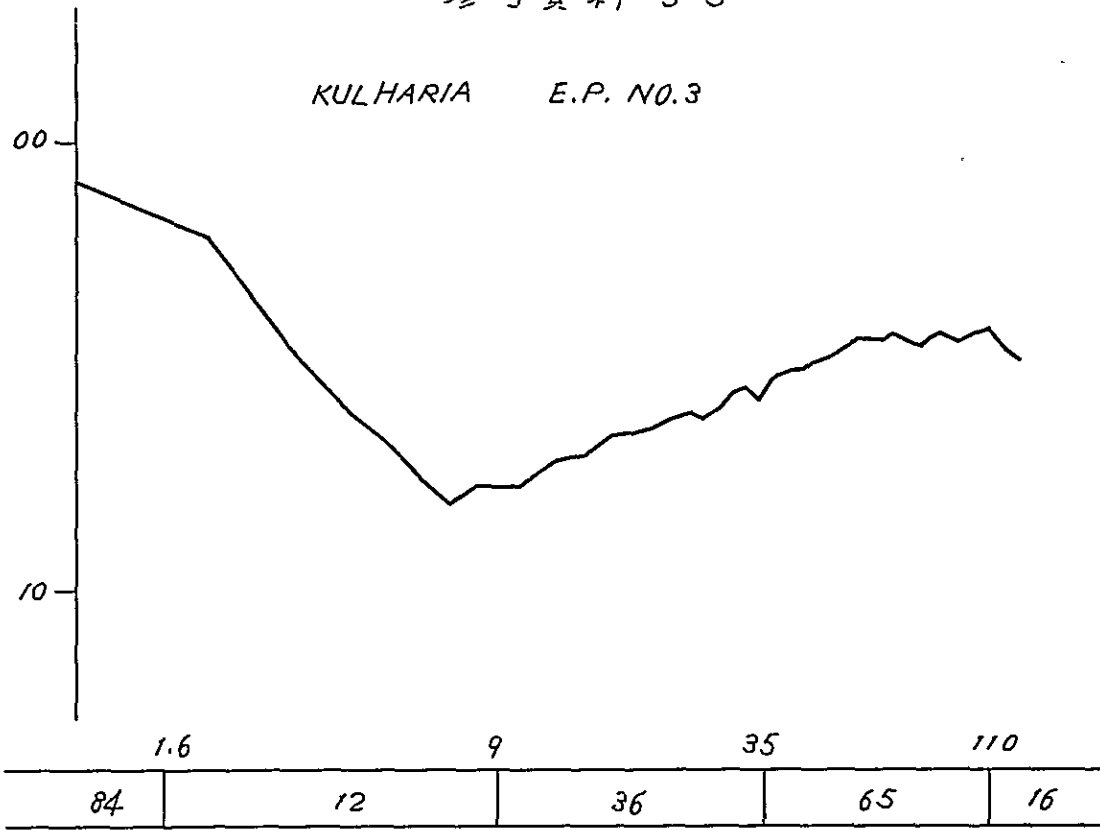
参考資料 3-2



	0.9	2.3	16	100	
16	10	30	49	14~17	

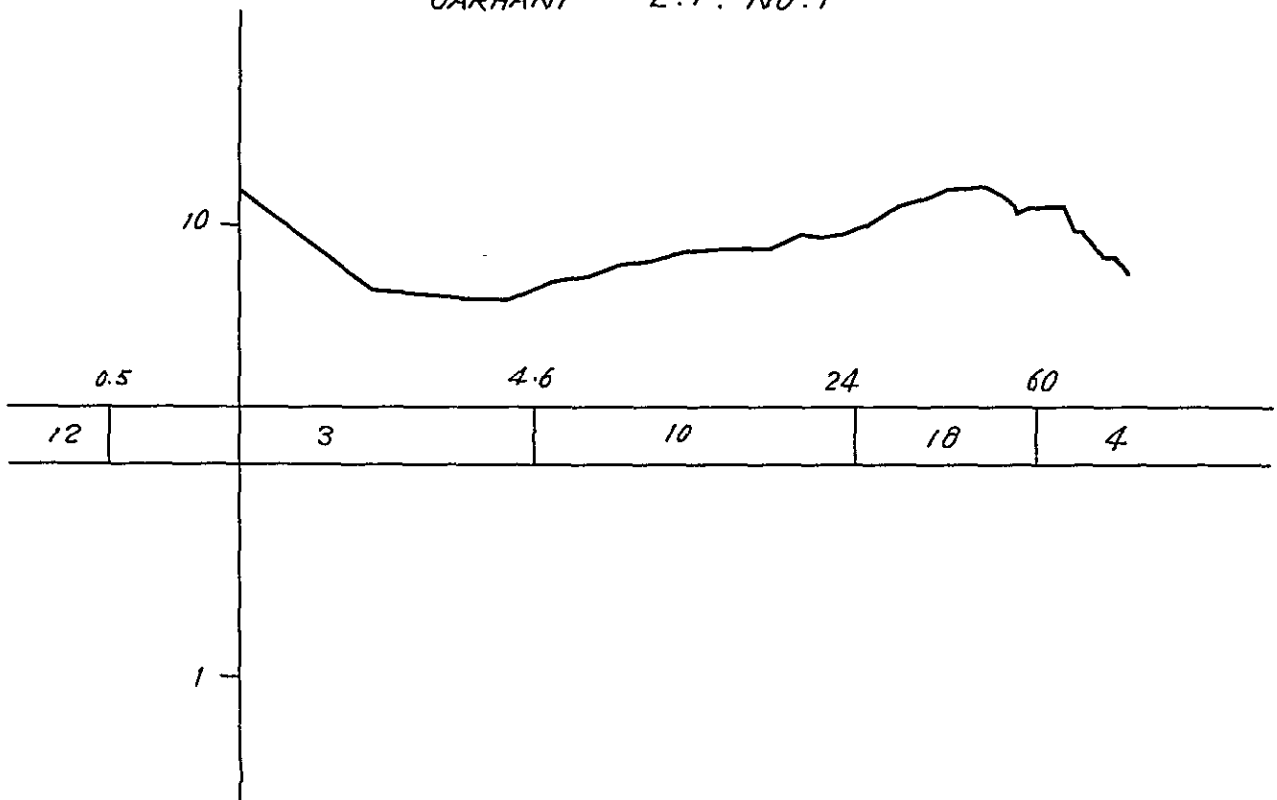
参考資料 3-3

KULHARIA E.P. NO.3

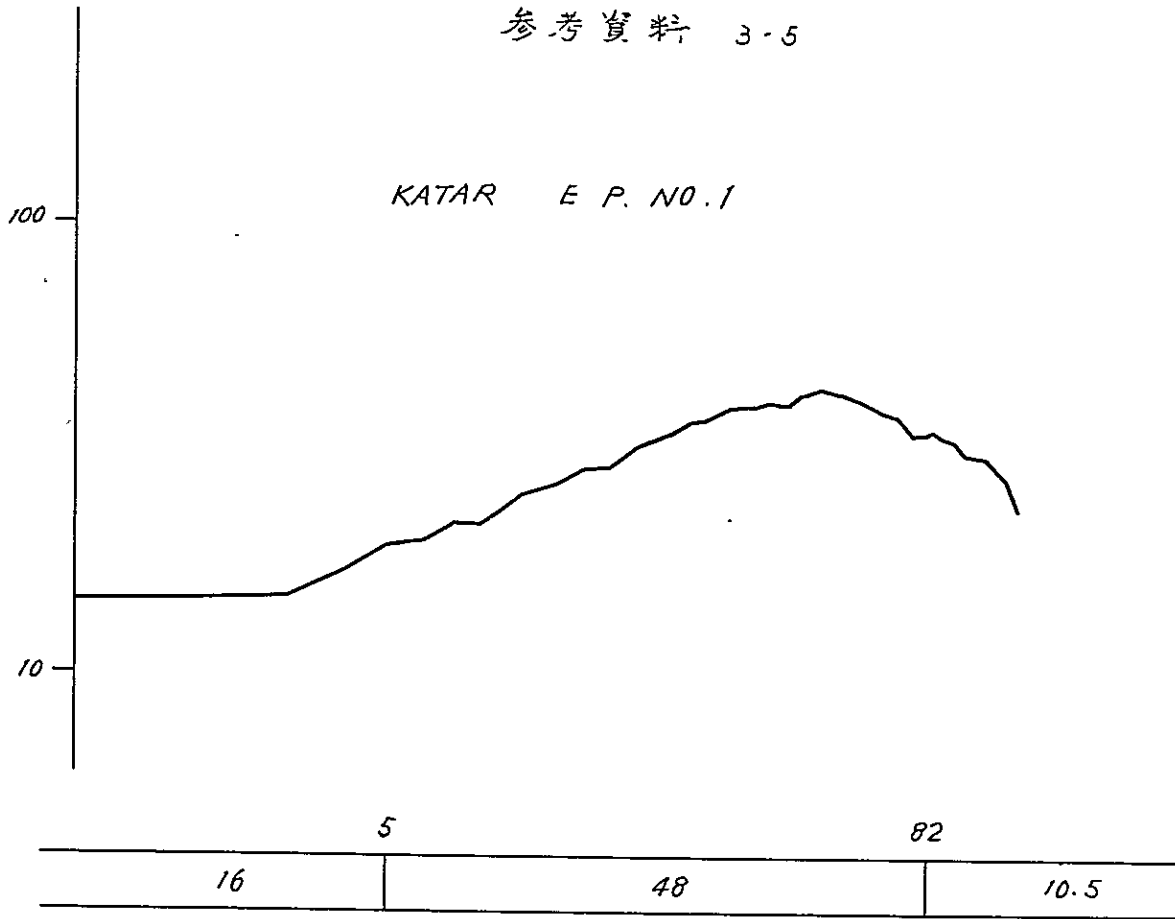


参考資料 3-4

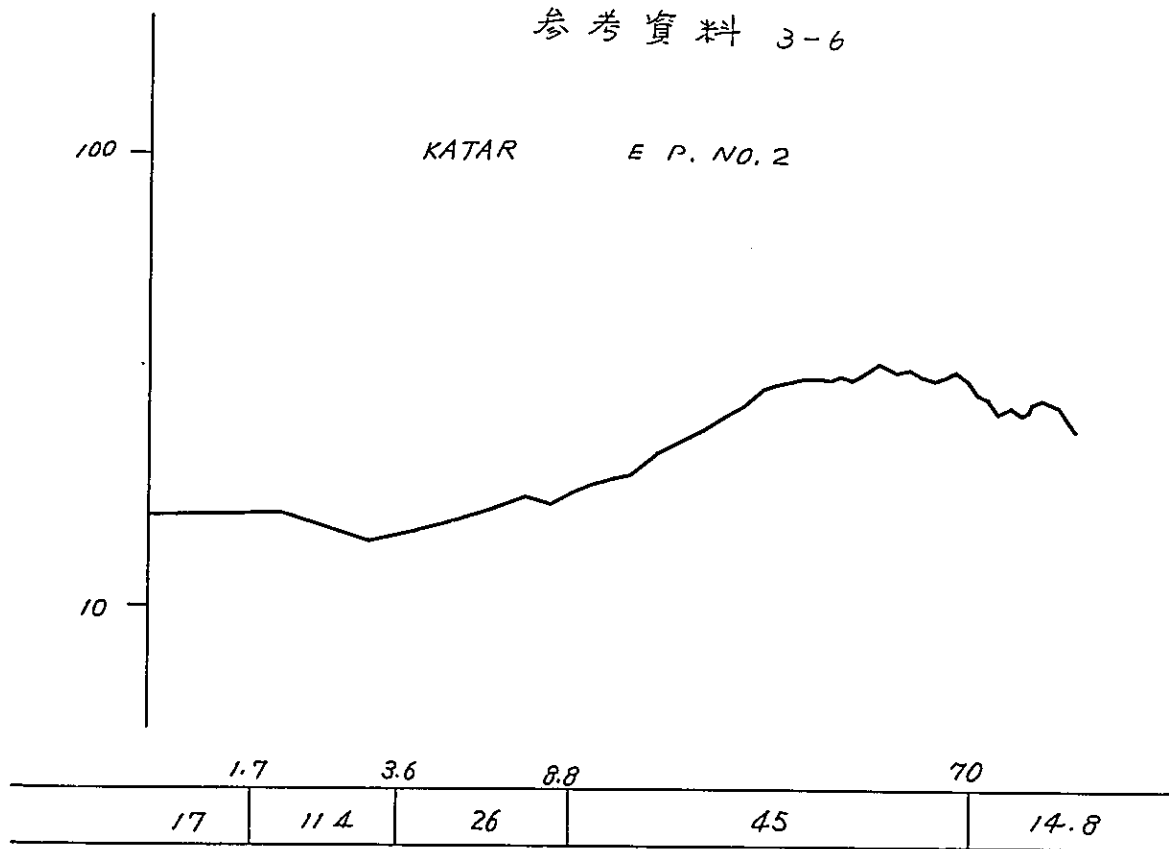
GARHANI E.P. NO.1



参考資料 3-5

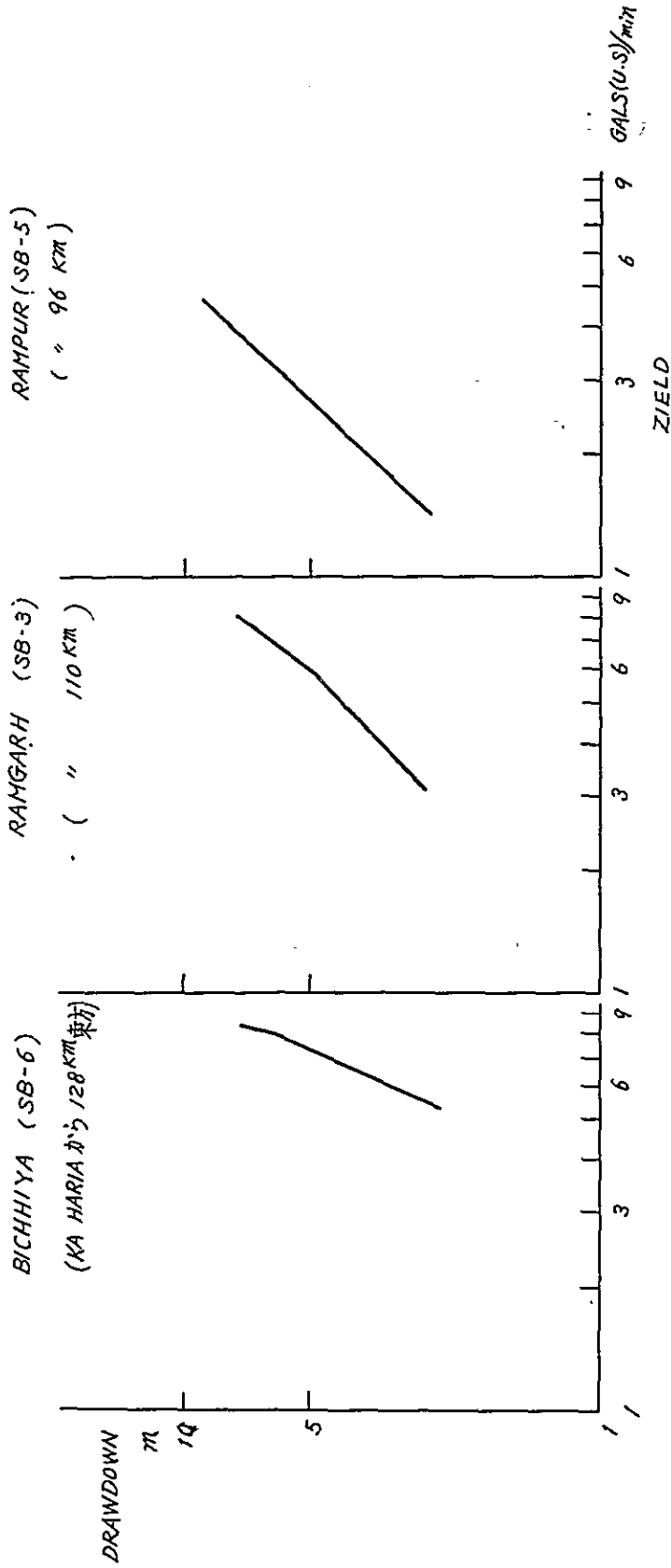


参考資料 3-6



揚水試験記録

(参考文献51:53)



RAMPUR (SB-5)
(" 96 KM)

RAMGARH (SB-3)
(" 110 KM)

BICHHIYA (SB-6)
(KA HARIA から 128 KM 東方)

N.W.L. = 7.38

N.W.L. = 5.30

N.W.L. = 4.11 m

ZIELD = 1.27

ZIELD = 1.88

ZIELD = 2.83 m³/min

S = 6.26

S = 4.14

S = 5.13 m

T = 267.100

T = 155.100

T = 330.400 GALS(U.S)/DAY/FT

= 0.0395

= 0.0227

= 0.0489 m³/SEC

= 3.970

= 14.57

= 4.169 m/DAY

S = 0.0022

S = 0.0755

S = 0.0062

帯水層深度 = 67~70 } (520)
104~128 }
158~174 }

帯水層深度 = 70~85 } (48m)
125~152 }
165~177 }

帯水層深度 = 127~146 m (r.p.m)

参 考 文 献 (Bibliography)

1. Administration and financing of irrigation works in India(1965).
2. Punjab National Bank (Shahabard), Lead - bank survey report.
3. Ray, D. K. and others (1966), Groundwater resources of parts of Shahabard and Gaya Districts, Bihar. Geol. Surv. Ind. Series B, no. 23.
4. Roy, A. K. and Sinha, Subrata (1968), Groundwater resources of Bihar with special reference to the problems of planning and development for irrigation purposes.
Geol. Surv. Ind.
5. Agricultural Extension Centre (Arrah, 1972), Progress report.no.2.

