

3. 要請書

REQUEST
FOR
TECHNICAL ASSISTANCE
TO
FEASIBILITY STUDY

PROJECT TITLE: FEASIBILITY STUDY FOR REHABILITATION AND
IMPROVEMENT OF DELIVERY WATER SYSTEM
ON BAHR YUSEF CANAL AND MAHAMUDIA CANAL

REQUESTING AGENCY: MINISTRY OF PUBLIC WORKS AND WATER RESOURCES
(MPWWR), ARAB REPUBLIC OF EGYPT

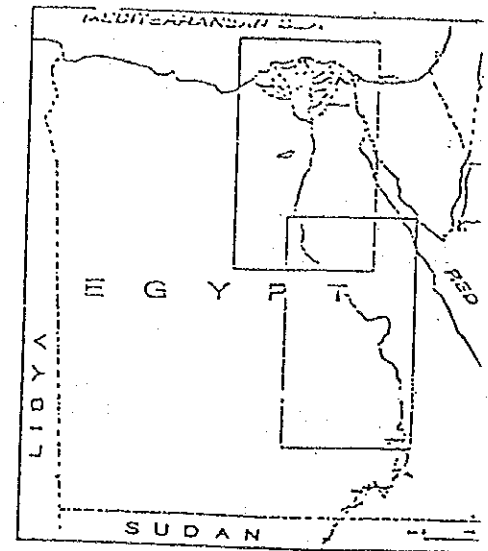
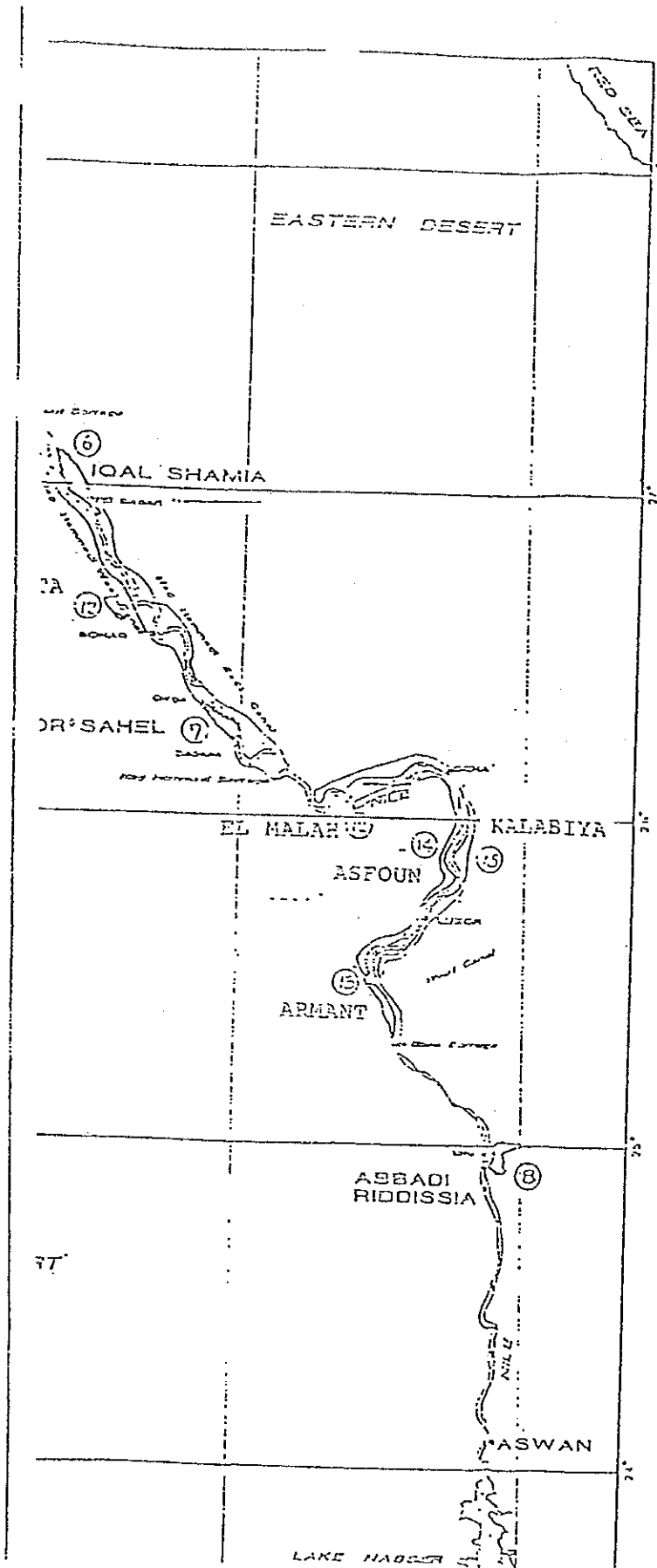
EXECUTIVE AGENCY: DEPARTMENT OF IRRIGATION, MPWWR

PROPOSED SOURCES OF ASSISTANCE : JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
(JICA), GOVERNMENT OF JAPAN

MINISTRY OF PUBLIC WORKS AND WATER RESOURCES

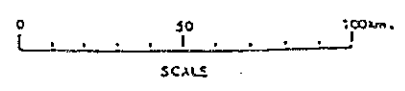
CONTENTS

	<u>Page</u>
Location Map	
I. BACKGROUND	1
II. GENERAL INFORMATION	3
II-1. Resources and Agriculture	3
II-2. Existing Irrigation Systems	6
II-3. Improvement Strategy for Irrigation Systems	12
III. STUDY AREAS	14
III-1. Bahr Yusef Canal and Its Command Area	14
III-2. Mahamudia Canal and Its Command Area	17
IV. OBJECTIVES AND SCOPE OF STUDY	20
IV-1. Objectives	20
IV-2. Scope of Works	22
V. PROPOSED WORK SCHEDULE	25
Annex-1. Organization Chart of MPWWR	
Annex-2. Organization Chart of Department of Irrigation	

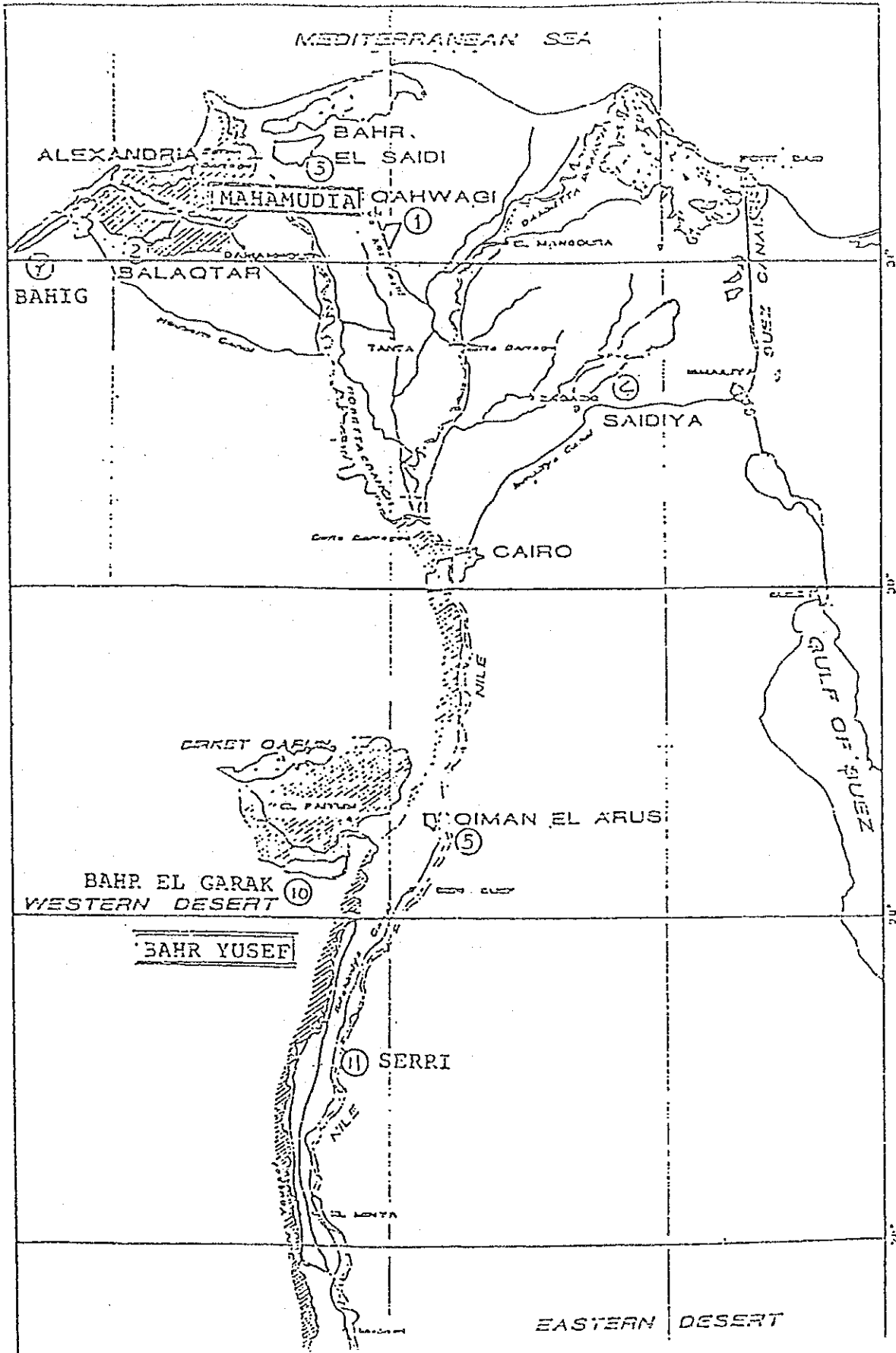


Name of canal	Common Area (Fedda)
1) Qahwagi	13,00
2) Balagtar	12,00
3) Bahr el Saidi	42,00
4) Saidiya	85,00
5) Qiman el Arus	7,00
6) Iqal el Shamia	16,00
7) Khor Sahel	12,00
8) Abbadi Riddissia	13,00
9) Bahig	37,00
10) Bahr el Gharak	52,00
11) Serri	120,00
12) El Malah, Tanta	70,00
13) Armant, Kena	40,00
14) Asfoun, Kena	
15) Kalabiya	200,00

Bahr Yusef 770,000
 Mahamudia 306,000



Arab Republic of Egypt
 Ministry of Irrigation
 National Irrigation Engineering Project
 Administration and Improvement of Water Conveyance Systems in One Line
 (Project No. EG/15/1971)



I. BACKGROUND

Egypt has a total area of some one million square kilometers (km^2) or 238 million feddans (fed). About 96% of the country is desert, and the remaining 4%, concentrated mostly in the valley of the Nile and its delta, is densely populated (averaging 1,300 persons/ km^2) and is agriculturally productive. This arable area of some 6.4 million feddan amounts to only 0.12 fed per capita, amongst the lowest levels of availability in the world.

The productivity of this limited land resource depends on irrigation. Virtually all the water available for irrigation is Nile water which has passed through Lake Nasser, a reservoir formed by the construction of the High Aswan Dam (HAD). Following completion of the HAD and the consequent provision of perennial water supplies (from 1968) to irrigated areas, cropping intensities, yields and water per unit of area increased. The Nile water available in Egypt is, however, a limited resource which is almost fully exploited.

In the past 20 years, whilst much of Africa has suffered as a result of the widespread Sahelian drought, Egypt has insulated itself against its effects by the storage provided by Lake Nasser. The reduced Nile flows have resulted in a volume of water stored in reserve in Lake Nasser far in excess of that available at the time of the 1988 flood.

If the prolonged Sahelian drought will persist and inflows to Lake Nasser over the past ten years are representative of those that can be expected in the future, the average natural inflow of 84 milliard at Aswan would be reduced to some 70 milliard and the secure yield available to Egypt would reduce to some 49 milliard against the allocated 60 milliard. The impact of this reduced water availability would be to reduce the water available for irrigation by some 2 milliard, assuming that all opportunities for water saving are exploited.

The possibility that water shortages will occur in future years reinforces the need to modernize and improve irrigation distribution systems to enable them to be operated to ensure equitable and efficient distribution of the available supplies.

The majority of the existing irrigation systems in Egypt were constructed in their present form in the first half of this century. The systems were not designed to provide the degree of control needed for the efficient distribution of water which is required by present circumstances. The deficiencies in design, together with a general

The Ministry of Public Works and Water Resources (MPWWR) aims at rapid implementation of the rehabilitation and improvement for the existing water distribution systems covering some 6.0 million fed in old lands, and has a schedule for 1.0 million fed within present five year "Egypt's Second Five-Year Plan For Socio-Economic Development (1987/88 - 1991/92)". It, however, will need years, if a progress will be so, to improve all irrigation systems in old lands.

MPWWR desire to increase a speed of execution for rehabilitation and improvement projects receiving cooperation of Japanese Government and other developed countries.

And MPWWR wish to request Japanese Government feasibility study for the Bahr Yusuf Canal, Mahamudia Canal and their command areas, where are the major cultivated in Middle Egypt and West Delta and need the urgent rehabilitation and improvement of their irrigation systems with top priority.

Feasibility studies and implementation of projects for improvement of irrigation systems are starting now at following areas by the assistance of UNDP, USAID and IFC or by ourselves.

Projects executing or scheduled as of 1989 are as follows

Name of canal	Command Area (Feddan)	Study	Implementation
1) Qahwagi	13,000	completd UNDP	USAID grant from Jan. '89
2) Balaqtar	12,000	"	"
3) Bahr el Saidi	42,000	"	"
4) Saidiya	85,000	"	"
5) Qiman el Arus	7,000	"	"
6) Iqal el Shamia	16,000	"	"
7) Khor Sahel	12,000	"	"
8) Abbadi Ridissia	13,000	"	"
9) Bahig	37,000	do by MPWWR	"
10) Bahr el Gharak	52,000	"	"
11) Serri	120,000	"	"
12) El Malah, Tanta	70,000	Italy will do	Italy will do
13) Armant, Kena	40,000	"	"
14) Asfoun, Kena	} 200,000	UNDP will do	IBRD will do
15) Kalabiya		"	"

4. Climate

The climate is characterized by a mild winter and hot summer. The temperatures are high in upper Egypt, with the mean monthly temperature at Aswan ranging from 16.8 °C (January) to 34.2 °C (August), and gradually decrease northwards to a range of 13.5 °C to 26.7 °C at Alexandria on the Mediterranean coast. Annual rainfall averages about 150mm at the northern periphery of the delta, and decreases sharply southward to some 20mm around Cairo. Upper Egypt is virtually rainless.

5. Water Resources

The Nile River accounts for more than 95% of Egypt's water resources. Based on the average natural inflow at Aswan of 84 milliard (from 1900 to 1959) the Nile Waters Agreement between Egypt and Sudan, (1959) allocated 55.5 milliard to Egypt and 18.5 milliard to Sudan, with assumed reservoir losses of 10 milliard per year.

The HAD has a live storage capacity of 107 milliard which provides over-year storage and thus permits a high degree of regulation. In the past 20 years, whilst much of Africa has suffered as a result of the widespread Sahelian drought, Egypt has been insulated against its effects by the storage provided by Lake Nasser. The reduced Nile flows have resulted in the volume of water stored in reserve in Lake Nasser falling substantially. There was critically little reserved storage at before 1988 flood.

Studies of water use in the Nile system downstream of Aswan indicate that the water consumed for irrigation (evapo-transpiration) each year amounts to some 33 milliard. This represents about 58% of the water released from Aswan, with the balance of the water being used for municipal or industrial purpose (4%), evaporated from open water surfaces (3%) or flowing to the sea and Fayoum depression (35%). It is estimated that opportunities exist for increasing the water available for use by some 6 milliard by reducing the water lost to the sea.

If the prolonged Sahelian drought will persist and inflows to Lake Nasser over the past ten years are representative of those that can be expected in the future, the average natural inflow would be reduced to some 70 milliard and the secure yield available to Egypt would reduce to some 49 milliard. The impact of this reduced water availability would be to reduce the water available for irrigation consumption by some 2 milliard, assuming that all opportunities for water saving are exploited.

The possibility that water shortages will occur in future years reinforces the need to modernize and improve the irrigation distribution systems to enable them to be operated to ensure equitable and efficient distribution of the available supplies.

6. Agriculture in Economy

Constraints to growth in the Egyptian agricultural sector have led to a decline in its share of national economy. In 1968 agriculture represented 32% of total GDP but this had fallen to 18% by 1984. During the same period the agricultural labour force as a percentage of the whole dropped from 57% to 37% and in just six years from 1978 to 1984 agricultural produce as a percentage of all exports fell from 35% to 25%.

The total cropped area has increased little in recent years, during a period of rapid population growth, although productivity has shown some improvement. The cultivated area rose from 5.7 million fed in 1970 to 6.0 million fed in 1985. During the same period the annual cropped area increased from 10.7 to 11.4 million fed giving a static cropping intensity of around 190%.

General increases in wealth due to growth in the economy combined with low consumer prices have led to a rate of increase in demand for foodstuffs which, at 5% annually, is greater than the rate of population growth. Between 1955 and 1969 the agricultural sector grew by 3% annually but due to increasing constraints, including low prices for some crops and increasing salinity and drainage problems, the rate since 1970 has decreased to 2.04% annually, being 1.96% in the crop sub-sector and 2.24% in the animal sub-sector.

7. Agricultural Constraints

The limited availability of water for irrigation is the primary constraint to longer term agricultural growth. In addition there is a shortage of good agricultural land which is exacerbated by the loss of fertile old lands to urban encroachment and the effects of waterlogging and soil salinity. The Government is undertaking a series of sub-surface drainage projects to relieve the waterlogging and salinity problems.

Outmigration of labour - both to cities and abroad - has resulted in labour shortages at times of peak demand. The labour constraint is, however, difficult to quantify. Undoubtedly, there are labour shortages at times of peak agricultural demand, manifested by high and rapidly rising labour rates. The main contributory factors appear to be migration of the rural labour to urban areas and other countries in the Middle East, and the impact to remittances on work incentives for agricultural labour.

Institutional constraints are important because the main source of growth in the agricultural sector will continue to be the old lands, where productivity is already high, requiring sophisticated, well-organized and high quality supporting services, particularly extension.

II-2. Existing Irrigation Systems

1. The Nile System

Irrigation in Egypt initially depended on the annual flooding of the Nile. The irrigated area was gradually extended by a canal system which evolved after the 1840's when perennial irrigation began on a significant scale. Releases of water to the system are now fully controlled by the HAD and the Old Aswan Dam.

Water delivery to Egypt's old lands is based mainly on extensive canal systems served by principal canals which offtake from the Nile upstream of the river's eight major barrages:

- The Esna, Naga Hanunadi and Assiut barrages in the Nile Valley;
- The two Delta Barrages at the heads of the Damietta and Rosetta branches of the Nile;
- The Zifta and Faraskour barrages on the lower reaches of the Damietta branch and Edfina barrage at the tail of the Rosetta branch.

These eight barrages serve about 80% of the irrigated area; the remaining 20% is served by pumping directly from the Nile. Currently, there are some 460 irrigation pumping stations, of which 178 are considered main pumping stations.

The overall efficiency of Egypt's Nile irrigation system, based on an overall balance of inflow (from Lake Nasser) and outflow (to the sea), is estimated at about 65%. Because of recycling in the system, the average efficiency of individual command areas is less than this. Drainage flows from irrigated areas in the Nile Valley and the Upper Delta return to the river and are available for re-use further downstream.

2. Irrigation and Drainage Facilities

The hierarchy of public canals includes principal canals, main canals, branch canals and sub-branch (or distributary) canals. The canals deliver water into private smaller channels (meskas) which serve usually about 50 - 200 fed, but in some cases up to 500 fed. Water is conveyed from the meskas, or in many cases directly from canals, to the fields by farm ditches (marwas) serving typically about 20 fed. The total length of the public canal system is approximately 31,000 km. The privately owned meskas extend to over 80,000 km. In most of the old lands the water in the canals and meskas is delivered below the elevation of the fields (nominally about 0.5 m below ground level), and farmers lift water into the marwas, traditionally using animal-driven sakias (water wheels) but now, increasingly, by means of small diesel-powered pumps. This system of low-level water delivery was instituted as a deliberate policy designed to discourage wastage of water.

The drainage system comprises: (a) open drains totaling 16,700 km in length; (b) sub-surface drains installed in an area of about 2.6 M fed; and (c) 73 main and 23 minor pumping stations. Sub-surface drains are being installed at an annual rate of about 170,000 fed, and will eventually cover most of the irrigated area.

3. Present System Operation

The public canal systems are operated by the Department of Irrigation (DOI) of the Ministry of Public Works and Water Resources (MPWR), which until October 1987 was known as the Ministry of Irrigation (MOI).

The Ministry has evolved a simple, adaptive, water management system which can operate quite effectively under conditions of plentiful water supply. Regulation of the existing canals, both at the head regulators and cross regulators, is mainly by vertical lifting gates. On some smaller canals there are regulator structures without gates but with grooves for operation by stoplogs; in practice these regulators are rarely used. Meska offtakes from main and branch canals typically take the form of a pipe, which in some areas is equipped with a simple slide gate at the inlet.

Principal canals run continuously, while rotation of supplies is practised at command area level, either between whole command areas, or between different parts of the larger command areas. Regulators are operated in accordance with the rotation schedule which varies according to the season and cropping pattern. The main rotations used are:

Two-turn rotations

- 4 days on / 4 days off (rice rotation):
Delta areas in summer
- 7 days on / 7 days off (cotton rotation):
Upper Egypt in summer and winter, some Delta areas in spring

Three-turn rotations

- 5 days on / 10 days off: most Delta areas in winter
- 4 days on / 8 days off: some Delta areas in winter

For maintenance purposes, there is a three week general closure of the entire system in winter, which takes place in January for Upper Egypt and in late January/early February for the Delta.

In most cases, regulation is based on maintaining constant water levels downstream of regulators, with no explicit control or measurement of discharges. Although these levels may originally have been related to discharge, the determination of the required levels appears now to be based mainly on accumulated experience, with adjustments being

made from time to time to avoid escape flows and to alleviate tail-end shortages. In general, the only points in the canal system at which discharges are routinely controlled and recorded are the heads of principal canals and the boundaries between irrigation directorates (broadly corresponding to civil governorates). Measurements at these points are based on channel ratings or structure calibrations supported by periodic current metering. Operating records are also kept for the main irrigation pumping stations.

Lower level structures are manually operated, with one or more resident labourers employed to operate them. Each district of 30,000 to 40,000 fed is supervised by a District Engineer, who provides the lowest level of management. He is responsible for checking and recording water levels in his area, and assessing the severity of any water shortages which may be occurring. Three or four District Engineers are supervised by an Inspector, who talks with them daily phone, records water levels four times daily and reallocates water, where appropriate, within the 100,000 to 150,000 fed under his control. The Inspector is also responsible for negotiating with the next level of management (the Directorate) for the release of additional water when needed. The Directorate can, in turn, request additional releases from the upstream barrage.

The Inspector generally requests the Directorate for appropriate water levels in his branch canals. He knows the corresponding discharge only roughly, as there is no direct measurement. Discharge measurement are made in the main canals once a week; this is, however, only a monitoring device, and operation of the system is by water level.

At the lower levels, the system is basically demand-driven, with farmers able to withdraw water at will from the canals and meska when it is available. Engineers, on the other hand, attempt to keep water available at the tail-end of canals, without allowing surplus water to flow into the drains. To maintain tail-end water levels, engineers are forced to adjust water inflow into their canals, thus putting demands on the next step of the distribution system.

At the national level, water releases are planned annually on the basis of a production "plan" suggested by MOA for the old lands, and negotiated with MPWWR to take account of total water availability and the needs of the new lands. The level of the Lake Nasser and its projected inflow influence the total water releases that MPWWR agrees with MOA. Actual daily releases from the HAD are decided by the MPWWR and conveyed to the High Dam Authority on a ten-day basis. This release rate may, in turn, be modified on a day-by-day basis in response to requests generated at the inspectorate and canal command level. Within the total set for the day, the Ministry of Power can change the rate of discharge so as to maximize the benefits from hydropower generation. The water year is from August to July, and the inflows from July to October provide about 70% of the total inflow during the year.

4. Maintenance

The Department of Irrigation is responsible for maintenance of the public irrigation canals through its "Irrigation Sector (IS) and of the drainage system through both the IS and the Egyptian Public Authority for Drainage Projects (EPADP). The EPADP is responsible for the maintenance of the sub-surface drainage system and of the open drains associated with the sub-surface drains. Pumping stations are operated and maintained by the Mechanical and Electrical Department (MED) of the Ministry.

The main problems associated with maintenance are low budgetary provision (about LE 10/fed/year) and the prolific growth of weeds in many canals and drains due to the greatly reduced sediment loads in the irrigation water, the presence of fertilizers in drainage waters and perennial use of the channels. The Channel Maintenance Project will address the problem of weed growth and aims to adapt the traditional maintenance programme, which is still oriented towards silt removal, to be more appropriate for present circumstances. Inadequate maintenance has resulted in the deterioration of many structures to the degree that they need to be replaced. Blockage of sub-surface drains is common and renders much of the drainage system ineffective.

5. Key Features of the present Irrigation Systems

While the HAD has allowed control over the seasonal availability of water, the control of water distribution is weak. The limited control which exists is further weakened by the poor condition of water control structures and the difficulty of measuring flows in the canals. The effect of these two factors is further aggravated by the poor state of maintenance of some canals. Common deficiencies include:

- inequitable distribution of water both between and within command areas, resulting in tail end shortages in some areas;
- inadequate water supplies at the tail of some meskas, particularly long, flat meskas;
- Wastage of water due to direct losses from canals and meskas to the drainage system, especially at night during winter.

An important feature of the present situation is that there is no direct control on the amount or timing of irrigation abstractions by farmers. In effect, water is taken on demand, although there is some informal scheduling within farmers' groups (e.g. along a meska) during critical periods. There is virtually no night irrigation during winter, and even during the peak summer months there is significant diurnal variation in demand. Formal constraints on water abstraction are imposed only by the rotation system and by turnout capacity (which was traditionally restricted

by the size of the intake pipes to sakia sumps). However, even these constraints are being eroded by the practice of extending "on" periods in response to farmers' complaints in cases of shortage and by the introduction of diesel-driven pumps.

The replacement of sakias with diesel-driven pumps has occurred rapidly over the last few years, and in some areas the use of pumps now exceeds 75%. There are obviously practical advantages to farmers in using pumps, but many farmers also explain that pumps are cheaper than sakias. Because of the low price of diesel fuel, the perceived running costs of pumps are small. The most common pump size has a capacity of about 25 to 30 l/s, which compares with 15 to 20 l/s for a typical sakia. In many cases, the original intake pipe is too small to allow water to be pumped from the sakia sump, so pump suction pipes are placed directly in the meska or canal. The use of pumps means that farmers are no longer restricted to taking water at fixed sites, although many farmers have built small masonry delivery basins along the canal banks. The greater capacity of pumps together with the proliferation of lifting points means that irrigation can be concentrated into a shorter period during the day than when lifting relied mainly on sakias.

The absence of control over farmers' abstractions is paralleled by minimal control over the distribution of water within command areas. In some instances, main or branch canal systems serving more than 10,000 fed operate without any effective regulation below the head. This is only partly due to the poor condition or lack of structures; it is also due to failure to make proper use of existing structures. At the regulators which are used, operation according to downstream levels means that the canal system does to some extent operate on a demand basis, particularly where water surface slopes are flat.

Channel storage plays a significant role in present canal operation and this, together with the flat slopes and low level concept, is the major reason why the existing system continues to operate reasonably satisfactorily despite the lack of regulation and enormous diurnal variations in irrigation abstractions. The available storage in canals and meskas has probably increased significantly over the years as a result of progressive enlargement of channels due to over-excavation during maintenance.

Many canal systems have undergone successive ad hoc modifications, so that the distribution of water no longer follows a clearly defined pattern. This process, which is evident in many command areas, is characterized especially by two-way inter-connections which allow some canals to take water from two directions, often to take advantage of two different rotation turns. Such connections sometimes occur across command area boundaries, and are also found at meska and field level. There are also instance, at meska and field level, of connections between irrigation channels and drains to permit irrigation from the latter, or of channels serving both functions.

Although direct irrigation (the abstraction by farmers of water directly from main and branch canals rather from low-level maskas) has undoubtedly increased with the introduction of pumps, some official direct irrigation has always occurred in nearly all areas. Direct irrigation is particularly common in Upper Egypt, but even in the Delta a considerable proportion of farmers obtain their water in this way.

Irrigation by pumping from drains is a common practice in many areas. Although farmers recognize the problems caused by using poor quality water, the fact that some farmers irrigate from drains even in winter, when canal supplies are generally not a constraint, suggests that this is done partly for convenience, and to avoid the constraints of the rotation system. In summer, irrigation from drains may be carried out in preference to night irrigation from canals.

Although the present system is very flexible and operates reasonably well in conditions of plentiful water supply, it is obviously vulnerable to any major reduction in water availability. Being demand driven, the existing system does not allow an overall shortage to be spread equitably between canal commands or individual farmers.

II-3. Improvement Strategy for Irrigation System.

Agriculture holds a central position in Egypt, and must provide the country's food requirements despite limited resources and the race between rich and poor to obtain surplus agricultural crops from producer nations.

Increase of agricultural production, in principle, can be achieved both through enhancing the productivity of the old lands and through making additional water available for the development of new lands.

The broad objectives of improvement of irrigation systems in old land can be stated as follows to contribute to that;

- to remove water supply constraints on the achievement of optimum crop production.
- to improve the overall efficiency of water use, i.e. in practice, to reduce the loss and wastage.

To achieve the objectives, following components shall be provided as a project for the improvement of irrigation systems.

(1) Water resources conservation and development

- * Rationalized water allocation of Nile Water
- * Development of groundwater and rainfall utilization
- * Re-use of drained water
- * Protection of water from Pollution

(2) Improvement of operation and control system

- * Barrages in Nile River
- * Main and branch canals
- * Meskas
- * Measurement system of canals
- * Communication system

(3) Rehabilitation and improvement of canal facilities

- * Regulators, spillways & bridges
- * Intakes of branch canals, culverts etc.
- * Canal sections and side slope protection
- * Pumping stations
- * Maintenance roads

(4) Construction of new structures to remove the constraints on the operation and maintenance practices of canal systems, if required.

- (6) Development of drainage re-use.
- (7) Development of groundwater to supplement irrigation demand, if feasible.
- (8) Improvement of on-farm level water management.
- (9) Other problems to be solved
 - * Pollution of water
 - * Weed control in canal
 - * Waterlogging and salinity

III. STUDY AREAS

III-1. Bahr Yusef Canal and its command area

1. History of Bahr Yusef Canal

Bahr Yusef Canal is originally natural river course and flow meandering in the west bank of Nile River. Since Pharaonic era Bahr Yusef Canal was being used for the flood irrigation of Fayoum Area and in 1240's year then Fayoum Governor Abu 'Othman en Nabulish dredged Bahr Yusef Canal and improved the irrigation system of Fayoum area. Original location of Bahr Yusef Canal was fixed on this age.

Dairout Barrage and Ibrahimiya/Serry Canal irrigation networks was established in 1860 - 70's year and Assiut Barrage in Nile River in 1902 year. Bahr Yusef Canal irrigation network was also maintained in this age up to present features even though some improvement and maintenance were done for the facilities such as regulators, locks and intakes of branches.

2. Water resources

Intake of Bahr Yusef Canal is the Dairout Barrage, which diverted water from Ibrahimiya Canal at 60.6km point of it.

Bahr Yusef Canal also feed drain water by seven drainage pumping stations.

Average intake water is 20 million cu.m per day in summer and 10 million cu.m per day in winter season.

3. Irrigation command area of Bahr Yusef Canal

Irrigation command area of Bahr Yusef Canal is about 770 thousand feddans and extends to four governorates (Minya, Beni Suef, Fayoum and Giza). Total length of Bahr Yusef main canal is 312.7 km terminating at Fayoum City, and Giza canal as biggest branch canal of it has 103.8 km length branched off at Lahoun regulator.

Command areas are showing below,

	(Unit; feddan)				
	<u>Minya</u>	<u>Beni-Suef</u>	<u>Giza</u>	<u>Fayoum</u>	<u>Total</u>
Valley(old land)	114,101	57,295	137,300	361,589	670,285
Reclaimed area	32,999	10,850	-	-	43,849
Expansion planed	-	5,000	11,000	40,000	56,000
<u>Total</u>	<u>147,100</u>	<u>73,145</u>	<u>148,300</u>	<u>401,589</u>	<u>770,134</u>

4. Water duty

Water duty in the Bahr Yusef command area for
old land in all governorates is 50 cu.m/day/feddan,
Reclaimed land
Irrigated by basen method is 60 cu.m/day/feddan,
by sprinkler is 40 cu.m/day/feddan,
by drip is 20 cu.m/day/feddan.

5. Rotation of water distribution

Rotation system distribute water to branch canal in Minya, Beny Suef and Giza Governorate is of 5 days on and 10 days off, and continuous flow system is in Fayoum area where is available an irrigation by gravity flow up to Meskas and on-farm level. Rotated irrigation in Fayoum area is on Meskas level controlled by farmers.

6. Operation of water distribution

Water allocation schedule in each blocks of command area is provided on the first of irrigation season based on the cropping schedule in both summer and winter seasons. These water requirements are accumulated on the each canal command area in governorates level and then integrated in national level.

According to this water allocation schedule, all irrigation facilities from High Aswan Dam, Barrages in Nile river and main and branch canals are operated through a year.

Water closure is scheduled for a period of 9th January to 1st February in upper Egypt area and 19 January to 10th February in Delta area, Bahr Yusef Command area is closed a irrigation water as a category of Upper Egypt. Subject of water closure is maintenance of canal and its facilities.

7. Monitoring and control of canals

There are many staff gauges in canal regurators up to distributors. Reading of gauges is made three times a day and data are collected by each branch of irrigation office in governorate commanding these gauges, and major data are turned into Cairo Office.

Canal system is monitored with these collected data taking the respnsibility in each levels, however, communication system is poor and it makes a delay of control of regurators and distribution facilities, resulting an overflow and loss of water.

8. Constraints to be removed in Bahr Yusef Canal and its command area

- 1) Inadequate control systems of water distiribution due to poor condition of water control structures which do not provide the efficient distribution of water in design to meet the requirement of present circumstance.
- 2) Deterioration of canal structures caused by age and inadequate maintenance.

- 3) Inequitable distribution of water both between and within distribution blocks, resulting in tail-end shortages in some areas.
- 4) Wastage of water due to direct losses from canals and mekhas to the drainage system, especially at night during winter.
- 5) Insufficient communication system, resulting the delay of on-time operation of canals.

9. Other problems to be solved in Bahr Yusef

- 1) Deterioration of regulator;
Age of existing regulators are about 100 years old, though some repairing and improvement has been done. Regulators crossed Bahr Yusef Canal are main traffic routes of rural areas which accerate the deterioration of regulators by heavy loading. Rehabilitation or replacement of regurators are necessary.
- 2) Deterioration of distributors and turnouts;
Especially gate structures become old, it may cause the operation loss and leakage loss.
- 3) Erosion and silting of canal;
Meandering of canal makes an erosion and sedimentation at curved points. Side slope protection and straightening of canal are necessary. And also silting of upper side and scouring of down side of regulators shall be saved in proper method considering the hydraulic conditions.
- 4) Necessity of additional regulators and spillway;
According to the hydraulic condition of canal and view points of operation of canal, new regulators and spillway may be needed in the canal.
- 5) Re-use of drained water;
Quality of drained water in upper Egypt is available to use for irrigation, re-use of drained water shall be considered on the study to save the water resources.
- 6) Waterlogging in old land;
Irrigated water to the reclaimed new land, which is higher than old lands, seeps to and raises up the groundwater level of old lands. Old lands along the new reclaimed area are abandoned due to waterlogging. Irrigation Directorates of Minya and Beni Suef are digging 138 wells to reduce the groundwater level. The study of drainage method for pumped-up water in these area shall be needed.

III-2. Mahamudia Canal and its command area

1. History of Mahamudia Canal

Mahamudia Canal was opened by Mohamad Ali Basha in about 150 years ago to use for a navigation and water supply to Alexandria. On that time only small area along Rosetta Branch was irrigated by the Sahel Malcos Canal. Farm lands were expanded to north and west direction along Mahamudia Canal since the opening of Mahamudia Canal.

To meet a demand of irrigation water, first steam engine pumps were installed at Atf of Mahamudia City in 1910's year, and in 1940's and 1950's power was changed to diesel engine and electricity in order. Further, in 1960's new pumps were installed at the beside of old pumping station to increase a capacity of supply.

Mahamudia Canal is presently very important canal not only for the irrigation but also for supply of domestic and industrial water to inside and outside Alexandria and for navigation.

2. Water resources

Intake of Mahamudia Canal is the Atf Pumping Stations in Mahamudia City. Atf Pumping Stations take the water from Rosetta Branch. Edfina Barrage which located downstream of Atf controls the water level as one of lower barrage of Nile River.

Mahamudia Canal also feeds surplus water by the tail end of East Khandak Canal by gravity inflow and drain water by Edco Main Drain by pumps.

Quantity of feeding water from Atf Pumping Stations, East Khandak Canal and Edco Drain is about 8.0, 2.0 and 1.0 million cu.m/day respectively. Total about 11.0 million cu.m/day is a water supply in average of 1988-89. At 2000 year, however, 1.5 million cu.m/day of water should be added to meet the demand of domestic and industrial use for Alexandria and Kafr El Dawar.

3. Irrigation command area of Mahamudia Canal

Irrigation command area of Mahamudia Canal is 306 thousand feddans. But some area about 26 thousand feddans along Rosetta Branch get the water directly from the Rosetta Branch through 5 feeder canals and when water level of Rosetta Branch is down and it is difficult to get water directly, water is supplied to those area from Mahamudia Canal.

4. Water allocation

5. Water duty

Water duty in Mahamudia Canal is 37 cu.m/day /feddan in summer season.

6. Rotation of water distribution

Rotation system distribute water is of 5 days on and 10 days off, however rice cultivating land is applied 4 days on and 4 days off.

7. Operation of water distribution

Water distribution is operated on the scheduled distribution plan as same as other area in Egypt. However, it seems that there is some complication on the water management because of that some small scale canals are connecting each other, and some one is connecting with drain on the convenience of famers.

8. Monitoring and control of canals

There is only one regulator in Mahamudia Canal at the point of 43.75 km. It will be cause of a difficulty to control canal operation when new pumps will be added at Atf and increased the capacity of canal.

9. Constraints to be removed in Mahamudia Canal and its command area

- 1) Inadequate control systems of water distribution due to poor condition of water control structures which do not provide the efficient distribution of water in design to meet the requirement of present circumstance.
- 2) Deterioration of canal structures caused by age and inadequate maintenance.
- 3) Inequitable distribution of water both between and within distribution blocks, resulting in tail-end shortages in some areas.
- 4) Inadequate water supplies at the tail of some meskas, particularly long, flat meskas.
- 4) Wastage of water due to direct losses from canals and meskas to the drainage system, especially at night during winter.
- 5) Insufficient communication system, resulting the delay of on-time operation of canals.

10. Other problems to be solved in Mahamudia Canal

1) Construction of new Atf pumping station;
Construction of new pumping station is necessary to increase the supply of water to Mahamudia Canal till the 2000 year. Capacity of pumps shall be decided following the study to find the possibility of saving the present demand of water for irrigation and others. Influence to the canal system, such as the affection of backwater to the East Khandak Canal which may reduce inflow and to Shahel Morcos Canal on intake point, shall also be studied on the hydrological and structural view points when water capacity of Mahamudia Canal is increased.

2) Widening and Protection of Side slope of canal;
There are much village and housing and/or paved road which was previously main traffic between Alexandria and Cairo on the banks of canal. It makes difficulty to widen the canal section and forces to rise up the water level of canal in case of increase the capacity of canal.

Side slope of canal beside housing is damaged or become a place to waste domestic rubbish, resulting pollution of canal. Sheet piling of side slope may need to recover them.

3) Water Pollution;
Domestic and industrial wastewater drains to the canal especially at the down stream of canal. It is serious problem for the irrigation and other water use, especially for the potable water of Alexandria. Separation of these wastewater from canal is necessary works to secure the quality of water.

Mahamudia Canal inside of Alexandria is completely damaged by the domestic and industrial waste and tail end of this canal is closed by them, if navigation purpose from Alexandria Seas is negligible, closing of the canal on these area and providing of by-pass route will be desirable.

4) Re-use of drain water from Edco Drainage;
It is not so much problem now, however study to re-use drain water shall be taken as futures problem when irrigation water is rationalised and saved the loss to drain, quality of drained water will become more seriously saline.

IV. OBJECTIVES AND SCOPE OF STUDY

IV-1. Objectives

Feasibility study for the rehabilitation and improvement of delivery water system in both Canals shall be brought the plans to remove the constraints and problems on the canals and their command areas which are described on chapter III.

Following points will take priority on the study,

- (1) Improvement of operation and control system for main and branch canals,
- (2) Rehabilitation and improvement of deteriorated facilities,
- (3) Construction of new structures to remove the constraints and problems on the operation and maintenance practices of canals,
- (4) Formulation of the guideline for the improvement on Meskas level irrigation, - The study for this formulation will be taken by a survey at sampled command areas and by NPWWR's previous studies. Fayoum area, however, shall be studied in detail due to different situation from Delta and Nile Valley.
- (5) Comprehensive study for the different apply of water duties in Fayoum, Beni Suef and Giza as an improvement.
- (6) Construction of Atf new pump station in the intake of Mahamudia Canal and study of problems affecting to canal system.

To formulate the project, following manner will be taken on the study,

(1) Phase I study

In Phase I study, necessary basic data shall be collected and compiled on the data base maps by inventory survey to identify the constraints and problems on the operation and maintenance for the canal system and to grasp the present agricultural and socio-economic status in the project areas.

Also survey of canals and their structures shall be done to analyze existing conditions from hydrological and structural view points to identify the problems of canals.

(2) Phase II study

Phase II study shall follow the Phase I study after completion of compilation of necessary basic data and shall finalize study on,

- to formulate the plans for the necessary rehabilitation and improvement of facilities of canals,
- to formulate the improvement plan for the operation and maintenance of irrigation systems,
- to justify the project in technical and economical view points,
- to provide the project implementation scheme together with the organizational set-up for the project implementation.

IV-2. Scope of Works

1. Preparation of Data Base Map by Inventory Survey (Phase I Study)

The following Data base maps shall be prepared by the inventory survey in order to identify the problems of operation and maintenance for the canal system, and to grasp the present agricultural and socio-economic status in the project areas.

1-1. Preparation of Basic Map

The following basic map shall be prepared based on map with scale of 1 to 25,000.

- a. To draw up the existing irrigation and drainage canal system on the map.
- b. To set up the irrigation blocks composing of irrigation unit areas of 500 to 2,000 fed. and to draw up the irrigation block boundary on the map, taking into consideration present water management in the canal system.
- c. To draw the administrative boundary in taking into consideration of the present village composition.
- d. To draw the present social infrastructure such as roads, electricity, etc.

1-2. Inventory Survey Content and Data Base Maps

The following inventory survey shall be made and the result shall be summarized on the Data base Map.

- a. Village and population distribution
- b. Land classification
- c. Land use
- d. Irrigation areas by irrigation blocks
- e. Irrigation requirements based on irrigation blocks
- f. Standard irrigation schedule
- g. Water level measurement stations along the canals
- h. Design discharge capacity at turnouts in the irrigation blocks or lateral canal basis

- j. Canal facilities to be rehabilitated and improved in respect to canal width, sediment and scouring in canals, regulators, turnouts and check gates, pump stations, maintenance road, etc.
- k. Present cropping intensity based on Irrigation Blocks
- l. Present crop yields based on Irrigation Blocks
- m. Present farm income based on Irrigation Blocks
- n. Present water management on farm level based on Irrigation Blocks
- o. Present distribution control in the canal systems
- p. Regular or periodic flow measurements at the major points in the canal networks

1-3. Hydraulic study of main and major branch canals

Following hydraulic study shall be made to identify the hydrological and structural conditions of existing canals and their structures,

for Bahr Yusef Canal,
for Mahamudia Canal, and
for Giza Canal

- a. Simulation of water flow of the canals at typical water requirement in winter and summer seasons
- b. Study of possibility of a night storage related to daily fluctuation of water flow.

2. Project Study for Improvement of Operation and Maintenance of Canal System
(Phase II Study)

2-1. Operation and Maintenance (O/M) Organization

- a. Government organization
- b. Farmer's group (Irrigation Association)
- c. Required facilities and equipment for O/M

2-2. Water Management in the Canal Systems

- a. Water allocation plan for each Irrigation Block depending on proposed cropping pattern.
- b. Water distribution control at each regulator and turnout
- c. Additional flow measurement at the particularly necessary points in the canal networks.

2-3. Rehabilitation and Improvement of the Canals

- a. Widening of canal sections
- b. Straightening of Bahr Yusef Canal, if it is feasible
- c. Construction of Atf new pump station in Mahamudia Canal
- d. Removal of sedimented material in the canals
- e. Rehabilitation or improvement of scouring places
- f. Installation of new regulator and spillway, if necessary
- g. Repair or replace of regulator and turnout gates
- h. Improvement of maintenance road along canal
- i. Installation of new staff gauges for distribution control
- j. Establishment of telecommunication system
- k. Quantity and cost estimation for the rehabilitation and improvement works

2-4. Preparation of Operation and Maintenance (O/M) Manual

- a. Water management (water control) manual
- b. Maintenance manual for facilities
- c. Operation manual for telecommunication system

2-5. Project justification, benefits and risks

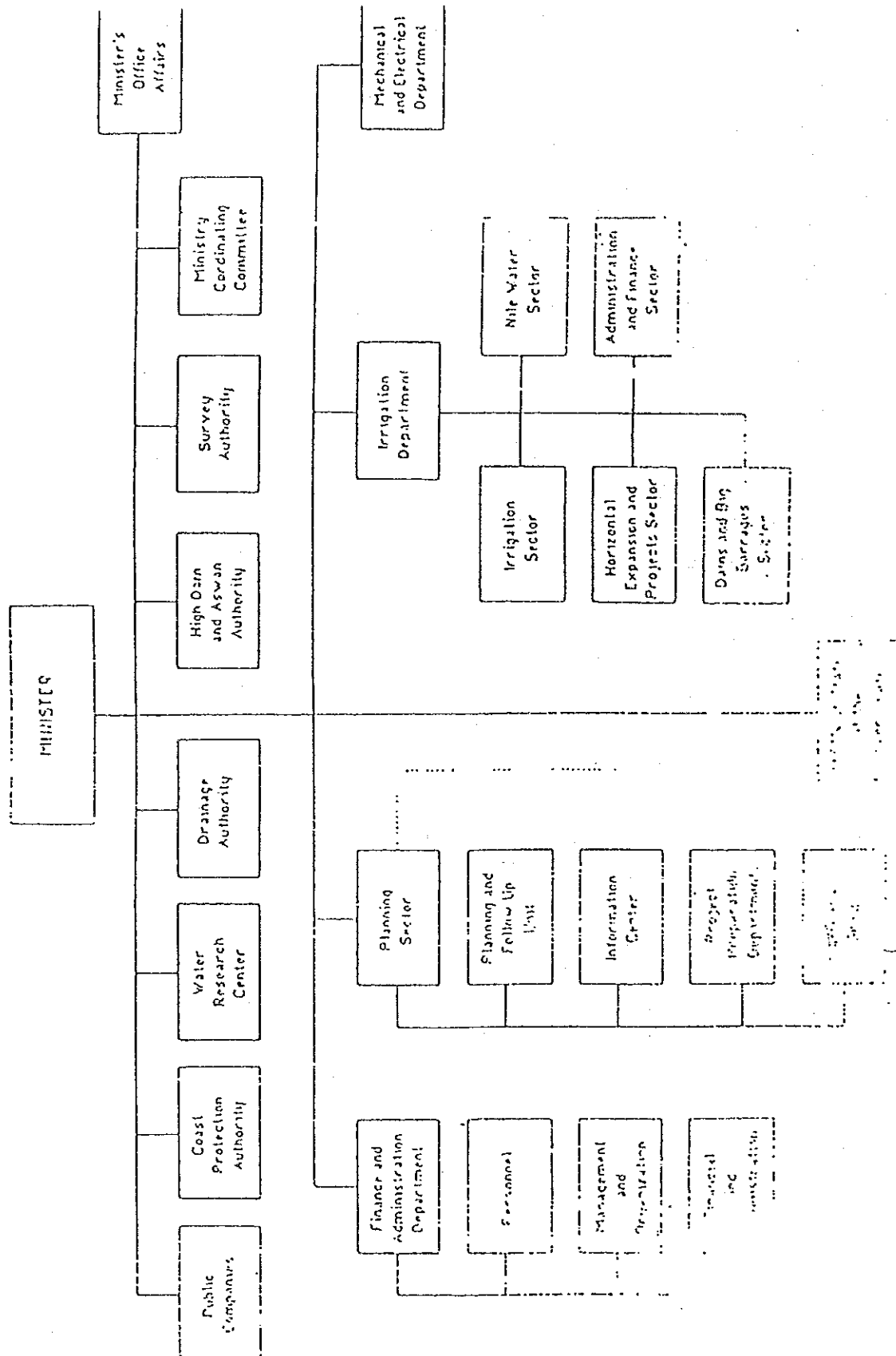
2-6. Preparation of the project implementation scheme and organizational set-up for the project implementation

V. PROPOSED WORK SCHEDULE

Description	1989				1990				1991				1992			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<u>Phase I</u>																
1. Preparation of basic map				■	■											
2. Inventory survey				■	■	■	■	■								
3. Hydraulic study				■	■				■	■						
<u>Phase II</u>																
1. Studies						■	■	■	■							
2. Plan formulation									■	■	■	■				
3. Preparation of O/M manuals													■	■		
1. Project Justification													■	■		
<u>Report</u>				△					△				△	△		
				I/R					In/R				D.F/R	F/R		

I/R : Inception Report
 In/R : Interim Report
 D.F/R : Draft Final Report
 F/R : Final Report

MINISTRY OF IRRIGATION



4. 要請書（和文仮訳）

実施可能性調査に関する技術協力要請

〈1989年 6月21日エジプト政府公共事業水資源省
→在エジプト日本国大使館〉

〈1989年 6月19日エジプト政府公共事業水資源省
→エジプト政府経済協力省〉

事業名 : バハル・ヨセフ用水路及びマハムディア用水路の灌漑施設（用水配分）改修
及び灌漑施設改善に関する事業の実施可能性調査
(Feasibility Study for Rehabilitation and Improvement of Delivery
Water System on Bahr Yusef Canal and Mahamudia Canal)

要請機関 : エジプト・アラブ共和国 公共事業水資源省
(Ministry of Public Works and Water Resources (MPWWR),
Arab Republic of EGYPT)

実施機関 : 公共事業水資源省 灌漑局 (~ 受入機関)
(Department of Irrigation, MPWWR)

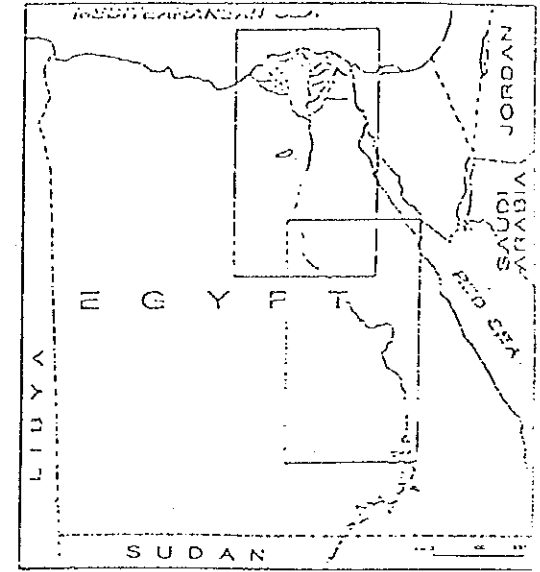
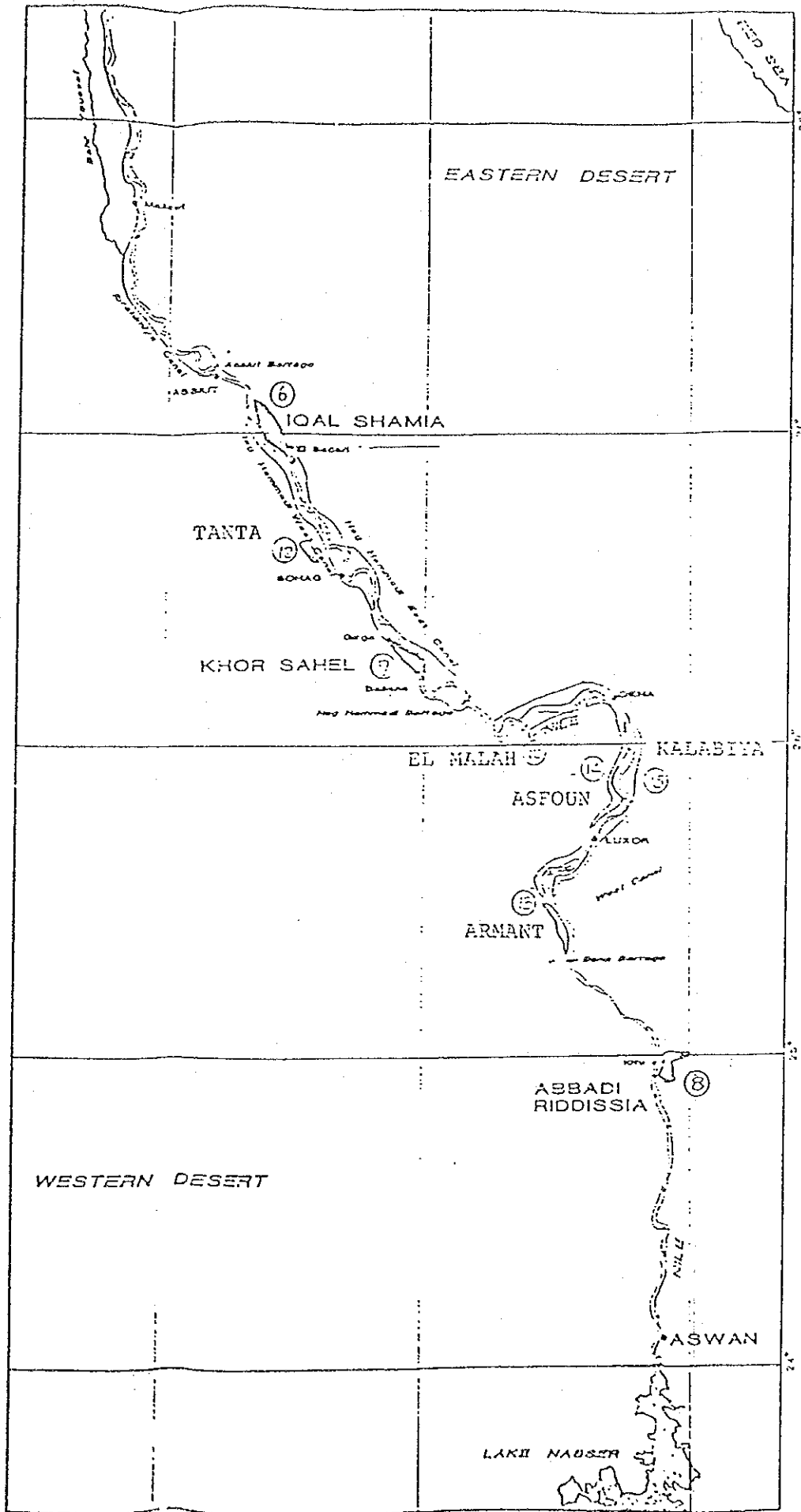
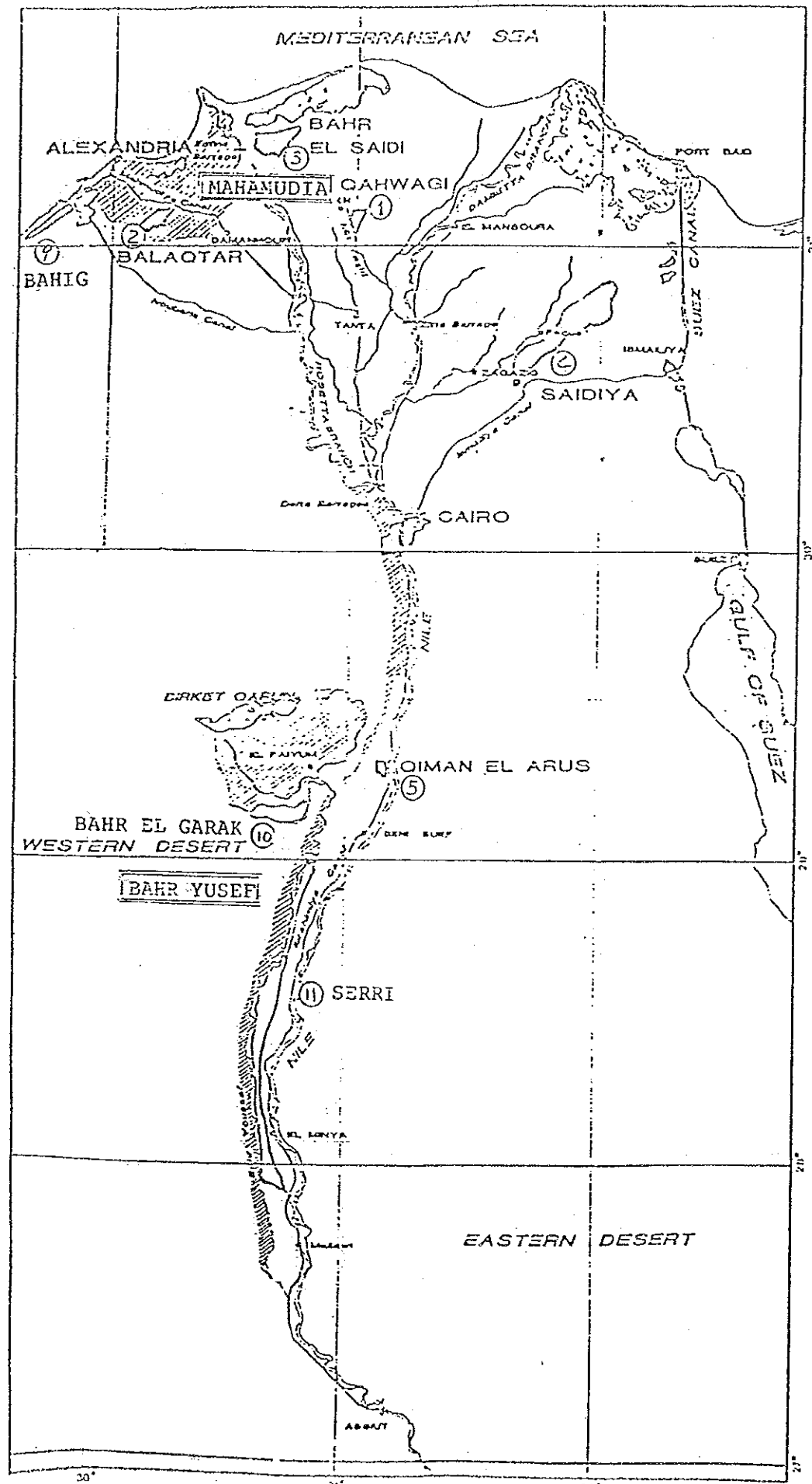
協力要請機関

: 日本国政府国際協力事業団

エジプト・アラブ共和国
公共事業水資源省

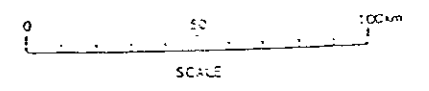
.....文中において〈 〉は、訳者の注書又は所見.....

※ この資料は、エジプト国公共事業省派遣専門家 新保義則氏が翻訳したものです。



Name of canal	Command Area (Feddan)
1) Qahwagi	13,000
2) Balaqtar	12,000
3) Bahr el Saidi	42,000
4) Saidiya	85,000
5) Qiman el Arus	7,000
6) Iqal el Shamia	16,000
7) Khor Sahel	12,000
8) Abbadi Riddissia	13,000
9) Bahig	37,000
10) Bahr el Gharak	52,000
11) Serri	120,000
12) El Malah, Tanta	70,000
13) Armant, Kena	40,000
14) Asfoun, Kena	
15) Kalabiya	200,000

Bahr Yusef 770,000
 Mahamudia 306,000



Arab Republic of Egypt
 Ministry of Irrigation
 National Irrigation Improvement Project
 Rehabilitation and Improvement of Water Delivery Systems in Old Lands
 (Project No. ICR / 25 / 012)

LOCATION MAP

目次

I	背景	-2
II	一般事項	-4
II-1	資源と農業	-4
II-2	現在の灌漑施設	-8
II-3	灌漑施設改善の戦略	-17
III	調査範囲	-19
III-1	バハルヨセフ用水路とその受益地域	-19
III-2	マハムディア用水路とその受益地域《略》	-23
IV	調査の目的及び方針	-24
IV-1	目的	-24
IV-2	作業方針	-26
V	作業スケジュールの提案	-30
	別紙1 公共事業水資源省の機構図	
	別紙2 公共事業水資源省灌漑局の機構図	

I 背景

エジプトの国土面積は、ほぼ100万km²(23,800百万feddan、〈1feddan(F)=0.42ha〉)である。しかし、国土の96%は、砂漠〈岩石砂漠、土漠〉である。残り4%は、ナイルの河谷とデルタであり、ここに人口が集中して(1,300人/km²)、農業生産が行われている。この農業的利用が可能な640万F〈約2.69万km²〉で食料を供給しており、人口1人当たりでは、0.12F〈5.0a〉となっている。これは、世界でも最低の水準である。〈エジプトの人口50,954千人/’87、日本では4.5a/人〉

この限られた農地からの生産は、灌漑に依存している。ナセル湖から流れ出すナイルの水は、ほぼ全量、灌漑に使用される。ナセル湖はアスワンハイダム(The High Aswan Dam)により堰止められた人造湖である。アスワンハイダムの完成とそれによる既耕地への通年給水は、作付率、収量及び単位面積当たりの灌水量を増大させた。もとより、ナイル河の水は、限られたものでしかないが、それは、ほぼ利用され尽くしている。

過去20年間、サヘル地帯の旱魃が拡大したため、アフリカ各地がその影響を被っている。しかし、エジプトにおいては、その影響をナセル湖の貯水により、排除してきた。ナイル河の流量の減少は、確実にナセル湖の貯水量の減少につながる。1988年の洪水以前は、その貯水量は、憂慮すべき状態にあった。〈87年までは、旱魃による貯水量の減少が問題となっていたが、88年の洪水でその問題が解決した。〉

もし、サヘル地帯の旱魃が長引き、ナセル湖への流入量が、過去10年間以上にわたり、減少したのと同じ事態が将来においても予想されるのなら、アスワンハイダムの計画流入量である840億m³/年が約700億m³/年に減少し、エジプトの計画利用可能量555億m³/年が490億m³/年に減少することが考えられる。

〈エジプトの計画利用可能量555億m³/年=

流入量840億m³/年-蒸発100億m³/年-スーダンの利用権185億m³/年〉

この水利用量の減少に伴う影響は、20億m³/年の灌漑用水の減少をもたらし、あらゆる手段によって水の節約が必要となる。

節水は、将来において、灌漑用水の配水方式の近代化と改善を必要とするものであり、それは、公正かつ能率的な水の供給が可能なものでなくてはならない。

既耕地における現在の多くの灌漑施設は、今世紀の前半に建設されたものである。そして、現在の用水配分方式・灌漑施設の改善と改修のための主要な投資計画を立案する必要

に迫られている。

公共事業水資源省の最終目的は、既耕地600万F（252万ha、既耕地全体の94%）に対する配水方式の速やかな改善と改修にあり、そのうち100万F（42万ha、既耕地全体の16%）は、第2次社会経済開発5ヶ年計画（1987/88～91/92（会計年度は7月～6月））に含まれるものである。その進捗が順調であっても、既耕地全体の関係施設の完成までには、30年を要するものである。

公共事業水資源省は、日本国政府及び他の先進諸国の協力により、これらの改善・改修計画の実行速度が早まることを期待している。

そこで、公共事業水資源省は、日本国政府に対しバハル・ヨセフ水路とマハムディア水路及びその受益地を対象として、実施可能性調査の実施を要請することとした。これらの地域は、それぞれ中部エジプト及び西デルタの主要な農業地帯であり、その灌漑施設の早急な改善・改修は最も優先順位の高いものである。

灌漑施設の改修に関する実行可能性調査及び事業の実施計画は現在、以下の地域でUNDP（The United Nations Development Program）、USAID（United States Agency for International Development、合衆国海外協力庁）及びイタリアの協力により、実施されている。

これらの地域では、1989年から事業の実施またはその予定がある。

水路名	受益面積 (1F=0.42ha)	調査	実施機関
Name of canal	Command Area (Feddan)	Study	Implementation
1) Qahwagi	13,000	compltd UNDP	USAID grant from Jan. '89
2) Balaqtar	12,000	"	"
3) Bahr el Saidi	42,000	"	"
4) Saidiya	85,000	"	"
5) Qiman el Arus	7,000	"	"
6) Iqal el Shamia	16,000	"	"
7) Khor Sahel	12,000	"	"
8) Abbadi Ridissia	13,000	"	"
9) Bahig	37,000	do by MPWWR	"
10) Bahr el Gharak	52,000	"	"
11) Serri	120,000	"	"
12) El Malah, Tanta	70,000	Italy will do	Italy will do
13) Armant, Kena	40,000	"	"
14) Asfoun, Kena	} 200,000	UNDP will do	IBRD will do
15) Kalabiya		"	"

II 一般事項

II-1 資源と農業

1 人口

エジプトの人口は、1986年11月現在で、5,045万人である。1976年から86年までの年間人口増加率は、2.8%である。人口のほぼ半分は、地方に住んでいるが、この割合は減少しつつあり、1960年には、62%であった。人口1人当たりの所得は、1987年にはLE555(エジプト・ポンド)であった。(LE2.73=US\$1(90/9), LE555=US\$203)

2 土地資源

農業的利用に使用される土地は、550万F(231万ha)の古くからの既耕地"Old Land"と90万F(37.8万ha)の新規開拓地"New Land"である。ただし、農業省(Ministry of Agriculture)によれば、New Landのうち50万F(21万ha)は耕作限界状態(above marginal production)〈経済的に農業生産が成り立っていないという意味か?〉にある。このため、実際の灌漑面積はナイルの河谷とデルタ地帯のより肥沃なOld Landを中心とした600万F(252万ha)である。Old Landは、エジプトの農業生産の97%を生み出している。New Landへの水平拡大"Horizontal Expansion"は、当初の期待どおりの利益を生み出すに至っていない。そして、このNew Landの生産性がなかなか向上しないため、現在、住宅・工場の建設及び(現在は禁止されているが)耕土を焼きレンガの材料に使うことにより、肥沃な農地が年間3万F(1.26万ha)も減少していることになる(国家都市政策調査による)。また、新たな開拓地の造成はなおも続けられているが、既耕地の改良と新規開拓を比べると、既耕地の改良の方が、生産高の増大の可能性が高く、また、増加する生産高を増加させるための費用も低い。〈新規開拓よりも既耕地の改良の方が有利である。〉

3 地形

Old Landの地形は、平坦で、北に向かい〈ナイル側の流れに沿い〉緩やかに傾斜している。土壌は、概ね(75%)沖積土で、粒子は細かいが、南部(ナイル河下流)に向かうに従って、粗くなる傾向がある。沖積土の深さは5~15mの範囲(ナイル中流アシュート4~13m。デルタではもっと深いという報告もある。デルタ東部ティナ25~31m)にあり、地中海(ナイル河下流)に向かうに従って、深くなっている。流水の作用により、沖積土は表面に堆積し、砂礫は深く沈殿する。Old Landの土壌は総じて肥沃であり、高い生産性を有

する。適切な灌漑と排水は、各種の作物と果樹の栽培を可能にする。塩害 (Salinity) と湛水化 (Waterlogging) は、通年灌漑を行いながら、十分な排水を行っていない地域に発生している。

〔塩類土壌 (ソロンチャク) の定義は、埴土では地表下75cm以内のどこかに電導度15ds/m(塩類濃度9600ppm)以上の可溶性塩類を有するものとされている。Waterloggingとは、土水路からの浸透と圃場における過剰灌漑の結果、地下水位が上昇し、地下水面からの毛管上昇によって塩類濃度の高い地下水を上昇させ、地表面からの激しい蒸発によって塩類が地表に集積し、塩分濃度を高め、土壌の物理性、化学性を悪化させ、耕地を荒廃させることをいう。いずれの問題も、エジプトでは、地下水位が地表下0.6~1.2mの深さにあるところで起きていとされる。農公団資料より〕

4 気候

気候は、温和な冬と暑い夏に特徴づけられる。上エジプト(Upper Egypt)の気温は、高く、アスワンでは、月平均気温は1月の16.8度から8月の34.2度の間にある。そして、北に向かうに従い気温は下がり、地中海岸のアレキサンドリアでは月平均気温は、13.5度と26.7度の間にある。年平均の降雨量は、デルタ地帯の北部周辺では150mmで、南に下がるにつれて減少し、カイロ周辺では20mmである。上エジプトでは、事実上、降雨はない。

5 水資源

エジプトは、水資源の95%を、ナイル河に依存している。1900年から1959年までのアスワンにおける年平均流量は、840億 m^3 /年であり、これに基づいて1959年のエジプトとスーダンのナイル水利協定では、貯水ロス100億 m^3 /年を除き、555億 m^3 /年 (1.760 m^3/s) をエジプトの、185億 m^3 /年をスーダンの利水量とした。

アスワンハイダムは、1.070億 m^3 の貯水容量を持っており、《流量に余裕のあるときは》状況をよく検討の上、次の年に貯水を持ち越すことができる。過去20年間、サヘル地帯の旱魃が拡大したため、アフリカ各地がその影響を被っている。しかし、エジプトにおいては、その影響をナセル湖(アスワンハイダムの人造湖)の貯水により、排除してきた。ナイル河の流量の減少は、確実にナセル湖の貯水量の減少につながる。1988年の洪水以前は、その貯水量は、憂慮すべき状態にあった。

アスワンにおけるナイル河の流下量に関する調査によると、灌漑による水の消費(蒸発散)は、毎年330億 m^3 であるとのことである。これはアスワンからの放流の58%にあたり、

工業（4%）、水面からの蒸発（3%）、地中海とファユーム盆地への流入（35%）と併せ100%になる。この研究によると、地中海への流入による損失を減少させることにより、60億 m^3 /年（190 m^3/s ）の利用可能な用水を生み出しうるということである。

もし、サヘル地帯の旱魃が長引き、ナセル湖への流入量が、過去10年以上にわたり、減少したのと同じ事態が将来においても予想されるのなら、アスワンハイダムの計画流入量（840億 m^3 /年）が約700億 m^3 /年に減少し、エジプトの計画利用可能量（555億 m^3 /年）が490億 m^3 /年に減少することが考えられる。この利水量の減少による影響は、農業分野での20億 m^3 /年の減少を意味し、あらゆる手段によって節水が必要になる。

節水は、将来において、灌漑用水の配分方式の近代化と改善を必要とするものであり、それは、公正かつ能率的な水の供給が可能なものでなくてはならない。

（最近の報道によれば、ナイル河の源流地帯であるエチオピア、ケニヤ、ウガンダ、タンザニア、ザイール、ルワンダ、ブルンジの各国では、従来、その農業を天水にのみ頼ってきたが、最近では、ナイル河源流の諸河川の流水の利用に注目し出したとのことである。それが実行に移された場合には、下流のエジプトへの影響は、必至である。）

6 農業経済

エジプトの農業分野における成長の阻害要素（Constraints）の存在は、国家経済における農業の比率を減少させた。1960年における農業のGNP（Gross National Product、国民総生産）に占める割合は32%であったが、1984年には18%に落ちた。同じ時期に農業就業人口の割合は57%から37%になり、1978年から1984年の6年間に全輸出量に占める農産物の割合は35%から25%になった。

耕地面積は、最近の人口の急激な増加にあわせ、わずかに拡大し、生産も幾分か増加を見た。耕作面積は、1970年の570万F（239.4万ha）から1985年の600万F（252万ha）に増加した。同時期に年間の作付面積は、1,070万F（449.4万ha）から1,140万F（478.8万ha）に増加し、作付率は約190%（1970年は188%）となった。

経済成長に伴い、国民の所得の伸びは、人口の伸びの割合よりも大きくなっている。これは、食糧政策により、食糧の消費者価格の上昇が年間5%と低く抑えられたからである。1955年から1969年の間の農業生産額の増大は、年間3%と低いものであった。これは、（小麦、米、綿、砂糖きび等の主要作物を含む）いくつかの農産物が低い価格に抑えられたこ

とと、《アスワンハイダムの完成による通年灌漑の普及による》塩害と排水不良に起因するものである。1970年から農業生産額の増大は、年間2.04%に減少した（decreased）。この中で、耕種部門は1.96%、畜産部門は2.24%であった。

《価格統制が厳しい耕種部門より、価格統制の無い畜産部門のほうが有利であるため、農民の意欲が畜産部門に傾いたのかもしれない》。

7 農業の阻害要素

農業生産の拡大が長期にわたり、阻害されてきた理由の第一は、灌漑用水に限りがあるということである。加えて、肥沃なOld Landが、都市的利用と湛水化（Waterlogging）と土壤の塩害により失われたため、優良農地が減少したことも挙げられる。政府では一連の暗渠排水事業により湛水化と塩害の軽減に努めている。

都市及び海外への労働力の流出は、農繁期の労働力の不足を招いている。労働面での阻害要素は、いうまでもなく、労働力の量的な確保の困難さにある。農繁期の労働力不足は明白であり、労働賃金の高騰は避けられない。地方から都市や中東地域への人口流出の主たる原因及び動機は、農業労働に比べ、出稼ぎが現金収入をもたらすという魅力である。

《イラクのクウェート進攻により多数のエジプト人出稼ぎ労働者が帰国しており、湾岸の危機が長引けば、失業者の増加により、社会不安が増大する可能性もある。》

土地そのものの問題点も重要である。つまり、農業分野での主な成長の要素はOld Landにあると考えられる。その農業生産は既に十分に高く、要求によく応え《収奪に耐える？》、適切な手入れにより十分な有機質と高い生産力をもった土壤となり、さらに十分な広がりを持っているのである。

《新規開拓よりも、条件の悪化したOld Landの改良の方が有利であるということである。》

《このほかに、主要作物の生産者価格が低く抑えられているのに比べ、家畜生産は有利であるため、貴重な農地がベルシウム（クローバー）、青刈りとうもろこし等の飼料生産に使われているとか、小麦では高生産性品種は草丈が低く、飼料としての藁が高く売れないのでなかなか普及しないという指摘もある。また、政府による作付統制が農家の生産意欲をそいでいるという指摘もある。》

II-2 現在の灌漑施設

1 ナイル・システム (The Nile System)

エジプトの灌漑は、基本的に毎年のナイル河の洪水に依存している。灌漑農地は、用水組織に組み込まれており、それらは1840年代〈ムハマッド・アリ王朝時代／トルコ系1805～1882年〉から整備が進められて来たものであり、大支配面積の灌漑施設が次々と建設された。それらの灌漑施設への用水の供給は、現在ではアスワンハイダムと旧アスワンダムにより、制御されている。

- 〈アスワンハイダム：中心コア型ロックフィルダム、1970年完成、
堤高111m、堤長3600m、堤体積43百万 m^3 、総貯水量1640億 m^3
建設費(融資総額)113百万ポンド (LE1=300円として、339億円)〉
〈旧アスワンダム：コンクリート重力式ダム、1902年完成、1934年嵩上
嵩上後堤高53m、堤長2142m、総貯水量50億 m^3 〉

Old Landへの配水は、幾筋かの用水路により行われている。そのうち主要なものはナイル河本流に設けられた次の8カ所の主要な堰 (Barrage)から取水される。

- ナイル河谷：○エスナ (Esna) 〈アスワンから170km、1908年完成、現在改修中〉
○ナガハマディ (Naga Hammadi) 〈アスワンから354km、1930年完成、現在改修中〉
○アシュート (Assiut) 〈アスワンから547km、1902年完成、1938年改修〉
アシュート堰は、バハルヨセフ用水路の水源

ナイル河がデルタに流れ込み東西に分流する地点〈カイロ北方20km〉：

〈東へはダミエッタ (Damietta)分流、西へはロゼッタ (Rosetta)分流という。〉

- デルタ (Delta) 〈アスワンから965km、1861年旧堰完成、1938年
新堰完成〉

デルタ地帯：

ダミエッタ分流(東流)：

- ジフタ (Zifta) 〈アスワンから1052km、1902年完成、1954年改修〉
○ファラスコウ (Faraskour) 〈河口堰、1988年完成〉

ロゼッタ分流(西流)：

- エドフィナ (Edfina) 〈河口堰(アスワンから1176km)、1950年完成〉

これらの8カ所の堰は、灌漑面積の80%を支配しており、残りの20%は、ナイル河から直接ポンプアップしている。現在、約460カ所の揚水機場があり、そのうち178カ所は規模の大きいものである。

エジプトにおけるナイル河の灌漑組織の利用できる用水量は、全てナセル湖からの流出と海への流失のバランスの上に成り立っており、《海への流失を除いた》有効に利用される割合《アスワンから海に至る全面積の灌漑効率》は、65%と想定される。反復利用があるため、個々の灌漑区域の平均的な灌漑効率は、この割合《65%》より低い。ナイル河谷やデルタ北部の灌漑農地から、排水として、河川に放流された水は、さらに下流で灌漑用水として再利用される。

2 灌漑及び排水施設

公共用水路は、基幹用水路 (Principal Canals)、幹線用水路 (Main Canals)、支線用水路 (Branch Canals)、小支線用水路 (Sub-Branch(or Distributary) Canals) に区分される。灌漑用水は、私的管理下の、より小さな用水路 (Meska メスカ) に供給される。メスカの支配面積は、50~200 F (21~84ha) で場合によっては、500 F (210ha) 以上のものもある。メスカによって運ばれた灌漑用水は、圃場配水路 (Marwa マルワ) により圃場に達する。マルワの支配面積は、約20 F (840 a) である。メスカを通さず、直接、公共用水路からマルワに導水する場合も多い。公共用水路の全延長は、ほぼ31,000kmである。個人の管理になるメスカの全延長は、80,000km以上である。ほとんどのOld Landの用水路の水位は耕地面より低く、たいていの場合、0.5m程度の差がある。このため農民は、用水路からマルワに用水を揚水しなければならない。そのため、伝統的な方法としては、畜力による水車 (Sakia サキア) があるが、最近では小型のディーゼルエンジンが利用されることも多い《トラクターのTOPの場合もある》。この低い水路から水を取り入れる方法は、水を浪費しないために十分配慮されたものとなっており、一種の取り決めとなっている《農民が勝手に変更できない》。

《公共用水路：公共事業水資源省の管理下にあり、農民は管理費用を一切負担しない。》

《メスカ：土砂上げ等の日常的な管理は、農民が行っているが、水門等の構造物の改修・補修は、公共事業水資源省の管轄となっている。》

《エジプトでは、ファユーム盆地のように傾斜がある特別な地域を除き、圃場に隣接する用水路やメスカの水面は、必ず、耕地面より低く設定されており、農地に導水するためには、なんらかの方法で揚水する必要がある。これは、自然流下で用水を過剰に灌漑するこ

とのないようには考えられた巧妙な方法である。これを徹底するため、デルタ地帯では、水面が耕地面から、1 m低くなるような工事さえ行われた。)

排水のための施設は、以下のとおりである。

- (a)開水路の排水路 全延長 16,700km
- (b)圃場下に排水暗渠が敷設してある農地 2,600万F (109.2万ha、Old Landの47%)
- (c)主要73カ所、その他23カ所の排水揚水機場

圃場下の排水暗渠の敷設は、毎年17万F (7.14万ha、Old Landの約3%)の割合で進められており、将来、ほとんどの灌漑農地に敷設が行われることとなっている。

3 現行の灌漑施設の運営方法

公共用水路は、公共事業水資源省灌漑局 (Department of Irrigation) が運営している。公共事業水資源省は、1887年10月まで、灌漑省 (Ministry of Irrigation) と称していた。

公共事業水資源省では、灌漑用水の供給が効果的に行われるような条件が維持されるよう、簡便で、現地の実情に適合した組織運営を図っている。《本線水路の水位を維持するための》本線水位制御施設 (Head Regulators) と《分水位を調整するための》分水位制御施設 (Cross Regulators) により水位は制御される。これらの水位制御装置は、垂直上昇水門 (Vertical Lifting Gates) が主体である《起伏堰もある》。いくつかの小規模な水路では、制御施設は水門ではなく角落としてなっている。実際のところ、これらの制御施設は、ほとんど、使われることがない。メスカに幹線又は支線用水路から導水するには、たいていの場合、小断面《幅50cm程度》のスライドゲートを備えた管水路が用いられる《この管水路は用水路の堤防を横断する底樋となっている》。

主要な用水路は、絶えることなく用水が流下している。その実際の灌漑面積は、全ての農地面積を対象にすることもあるし《輪番灌漑が行われていないところのことだろうか?》、輪番灌漑の都合によって農地が区分されている場合には、より大きな面積の方に灌漑することを基準に設定されている《日によって灌漑面積に大小があっても、大きい面積が基準となるため、灌漑面積が小さい日には無駄な水が流れるということか?》。水位の制御施設は、作期《ステージ》や作付計画といった輪番灌漑のスケジュールに合わせて操作されることとなっている。主たる輪番灌漑の方法は、以下のとおりである。

1 : 1 輪番灌漑 (Two-Turn Rotations)

- 4日灌水4日断水 (米作ローテーション、Rice Rotation)

デルタ地帯の夏作

- 7日灌水7日断水（綿作ローテーション、Cotton Rotation）
上エジプトの夏・冬作、一部のデルタ地帯の春作

1：2 輪番灌漑（Three-Turn Rotations）

- 5日灌水10日断水
ほとんどのデルタ地帯の冬作
- 4日灌水8日断水
一部のデルタ地帯の冬作

用水路の維持補修のために、冬期に2週間、用水路全体の通水を止める。上エジプトでは1月に、デルタでは1月の終わりから2月の始めにかけて行われる。

ほとんどの場合、水位を一定に維持するための調整は、水位制御装置により行われるのが基本だが、特に、流水それ自体を制御したり、流量を計測したりすることはない。《水位が上がればゲートを開け、水位が下がればゲートを閉めるという程度の操作しかしない。》というのも、その水位自体が元々流量と相関関係にあるためである。蓄積された経験に主として基づきながらも、その設定された水位を一定に保つことにより調整が行われる。これは、その時々における流水の漏水を回避し、末端における水不足を軽減するためのものである。たいていの場合、灌漑施設は日常的に定型化された操作と水位の記録により、水の供給を行っている。その灌漑施設管理の重点は、主要な用水路と（州の管轄範囲を相当する）灌漑管区（Irrigation Directorates）の境界の水位である《主要な用水路は、いくつもの州を貫いて流れている》。これらの地点における水位の観測は、用水路又は《ゲート等の》構造物に設けられた水位標によっており、定期的な流速測定により補完している《しかし、流速の測定をしているという話は聞いたことがない》。また、主要な揚水機場においても操作の記録を取っている。

下位のレベルの施設は、手動操作に頼っており《上位においても、手動操作は一般的である》、1人若しくは複数の駐在員がその操作に当たっている。30,000 F 《12,000ha》ないし40,000 F 《16,800ha》の地区が、1人の地区担当技師（District Engineer）により監視されている。その地区担当技師は、最も下位のレベルにおける水路の運営を任かされている。地区担当技師は、その管轄範囲における用水路の水位を監視し、記録する責任があり、場合によっては、用水の不足に対し、対応策を講ずることもある。地区担当技師3ないし4人に1人の監督官（Inspector）がおり、地区担当技師を監督している。監督官の監督範囲は100,000 F 《42,000ha》ないし150,000 F 《63,000ha》で、地区担当技師と日

常に電話連絡により協議を行っている。その内容は、1日に4回（3回とか2時間に1回という話もある）行う水位測定記録の報告や指定地点における流水の現況である。監督官は、その責任により、必要があれば、さらに上位の管理官（Directorate）（州レベル）と協議の上、流量増加を認めることがある。その際、この管理官は、より上流の取水堰等に対し、流量増加の許可を要請することができる。

監督官の通常の仕事は、その担当の支線用水路の適切な水位を確保するよう、管理官に要請することである。監督官は、測定によらずとも、担当区域内の用水量（つまり水位）をおおまかではあるが、知っている。流量の測定は、主要用水路では週に1度の割りで実施されている（？）。しかし、これはあくまでも注意を喚起するにため過ぎず、施設の運営は、水位の調整によっている。

下位のレベルにおいては、施設の運営は、需要主導である。農民は、利用できる時にはいつでも用水路またはメスカから水を引くことができる。一方、地区担当技師は、用水路の末端でも用水が利用できるように、また余分な水が排水に流れ込まないように注意している。地区担当技師は、用水路の末端での水位が維持されるよう、その取水量を調整している。このようにして、次（下流）の配水施設（用水路）に、その必要な水量を供給している。

国家行政のレベルでの毎年の利水計画の策定は、Old Landに関する農業省の提案になる作付計画に基づく。決定に至る過程の中では、全利用可能水量に関する公共事業水資源省との協議と、New Landの必要水量の加算が行われる。ナセル湖の水位とその計画流入量は、公共事業水資源省と農業省の協議に基づく全放流量（全利用可能量）に影響する。アスワンハイダムからの実際の毎日の放流量は、公共事業水資源省により決定され、（その下部組織である）アスワンハイダム管理庁に10日を1単位として伝達される。この放流量は監督官からの若しくは用水路のレベルで発生する要求に応える形で日々修正される。また、その日、その日の全放流量の設定に当たっては、水力発電が最も効率よく行われるよう、電力省の方針に基づき、割合を変化させることができるとされている。用水年度（The Water Year）は8月から翌年の7月までであるが、ナセル湖への年間全流入量の70%が（ナイル河の洪水期に相当する）7月から10月に集中する。

4 維持管理

公共事業水資源省灌漑局では、公共用水路については灌漑単区（Irrigation Sector）を通じて、また、排水施設については灌漑単区及びエジプト排水事業公団（Egyptian

Public Authority for Drainage Projects) を通じて、その維持管理を担当している。エジプト排水事業公団は排水暗渠及びその関係する排水開渠の維持管理を担当している。揚水機場の運営と維持管理は、公共事業水資源省機械電気局 (Mechanical and Electrical Department) が担当している。

維持管理における主たる問題点は、予算が少ないこと (約10エジプトポンド/F/年 (約1,300円/ha/年)) と、雑草 (ホテイアオイ (ウォーターヒヤシンス) を含む) が多くの用水路や排水路にはびこっていることである。雑草は、灌漑用水に多量の (栄養に富む) 浮遊物が含まれ、また、排水には肥料分があること、さらに、水路に年中水があることによる。水路の維持管理事業は、雑草の成長を考慮しつつ、従来からの管理方法に依存している。それは、つまり現況を少しでも改善するために、沈殿物を浚渫・除去することである (ドラグラインによる。このほか揚水機場上流側のスクリーンにたまるホテイアオイやゴミの除去も)。維持管理が適切さを欠くと、構造物の多くに、その更新の時期を早めるといった悪影響を及ぼす。暗渠の有効性が阻害されると、多くの排水施設の効果が損なわれる。

5 現在の灌漑施設の特徴

アスワンハイダムは季節を越え (洪水期以外でも) 水を利用することを可能にしているが、水の配分自体を制御することはむずかしい。さらに、用水制御施設の貧弱さと、用水路における流水の測定 of 困難さが、なお一層、その傾向を助長している。いくつかの用水路においては、その維持管理のまずさから、この2つの要素に起因する用水不足が深刻な問題となっている。一般的な用水不足の形態は、

- 異なる受益区域間若しくは同一受益区域内の不公平な用水の分配と、それによるいくつかの用水路末端における用水不足の招来。
- いくつかのメスカ、特に延長が長く、勾配の緩いメスカの末端部における不適切な用水供給
- 用水路及びメスカから用水が直接、排水路に流れ込むことによる用水の浪費。これは、特に、夜間に多い。

現況における重要な特徴は、農民が灌漑を休止することにより、相当量の用水量が相当時間にわたり、制御の手を離れ (管理されることなく)、無駄に流れることがある (例えば、揚水機場は24時間運転でも、農民は特別の場合を除き、夜間灌漑をしない)。また、用水の利用が需要主導であるため、用水の切迫する時期になると、農民のグループ (例え

ば、あるメスカに關係する農民のグループ) 内において、不規則な〈輪番灌漑によらない〉灌漑方法が取られている。冬期においては、事実上、夏期の何カ月間かのピーク時においてさえも、夜間の灌漑は行われていない(？ フェユームにおける調査では、夏期において夜間の盗水が多いという報告もある)。なお、夏期においては、需要側の事情により、状況は、毎日異なっている。盗水に対する一般的な規制は、単に輪番灌漑の順守とか取水量の規制程度である(取水量の規制は、伝統的に〈用水路から〉サキヤのための釜場に用水を引くパイプの口径を規制している)。しかし、これらの規制は、水不足の際に農民がその不満を解消するために、〈輪番灌漑により〉決められた灌漑時間を延長したり、〈容量の大きな〉ディーゼルポンプを導入することによって、なしくずしになっている。

〈畜力による〉サキヤがディーゼルポンプに急速に取って代わられたのは、極く最近のことである。そして、ポンプの利用率が、75%を越える地域もある。ポンプを利用している農民の割合が相当なものとなっているのは明らかである。多くの農民がサキヤよりもポンプの方が費用がかからないとしている。これは燃料代が安いこと、維持費が少なく済むからである。

〈これには疑問がある。しかし、サキヤの場合、使用中はだれかがつきっきりで家畜の尻をたたき続けなくてはならず、また、釜場のあるところでないと使えない。釜場には、牛やロバの歩み場が必要で、その直径は、数m以上になる。一方、ポンプは、人手がかからず、使用場所に制限が少ないため利用しやすいのは事実である。また、揚程は、サキヤの場合、数10cm程度であるが、ポンプでは1m以上でも可能である。もし、排水路や用水路から盗水しようとするのなら、そこには釜場はなく、排水路なら水位も低いことためポンプが是非必要となる。〉

一般的なポンプの仕様は、容量約25~30 l/sであり、これは、標準的なサキヤの15~20 l/sより多い。ポンプで揚水しようとする、ほとんどの場合〈用水路から〉サキヤの釜場へ水を引く従来からのパイプが細過ぎるため、ポンプの吸水パイプをメスカや用水路に直接投入している。農民がポンプを使用するということは、すなわち、限られた場所〈つまりサキヤの釜場〉でしか、水を利用できないということもなく、用水路に沿った堤防の上に石積み水受けの樹(1m四方程度)を設ければ、どこでも用水が得られるということである。従って、メスカより容量の大きなポンプが普及し、揚水地点の制限が少なくなれば、〈容量も台数も限られた〉メスカが主体であった時代よりも、〈灌漑の自由度が増すため〉より短い期間に水利用が集中することになる。

農民の盗水により管理の手の届かない用水が増えるということは、同時に、受益範囲内における管理された水の供給が減ることになる。10,000 F (4,200ha) 以上の受益を持つ、幹線及び支線用水路において、上部からの効果的な取り締まりによらずとも、うまく運

営されている例もある。《管理の不備には》劣悪な環境条件、貧弱な施設にも幾分かの責任があり、もちろん現存施設の操作に適切さを欠いていることも理由として挙げられる。現在、使用されている水位制御施設は、下流の水位《水位標が上流側にだけしかない所もあるが》に基づいて操作されている。このことは、用水路の施設の運営が受益範囲からの要求に基づいてなされていることを意味し、この傾向は、特に、水面勾配が緩やかな所において強い。

用水路における河道貯留は、現在の用水施設の運営の中では重要な役割を持っている。これは勾配が緩く、利用水位が低くて《水面と堤頂の間に余裕のある》用水路において考えられたことである。水位操作の不手際や、日々様々な形で現れる大量の盗水にも拘わらず、現在の施設は、河道貯留により、その責任を果たしてきた。河道貯留が行われる大きな理由は、ここにある。利用可能な形で用水路やメスカに貯水することは、長年にわたり、その重要性を増してきている。それは維持管理の際に余掘りを行ったため、用水路の断面が次第に拡大したために可能となったからである。

多くの用水施設がこの《農民の盗水や河道貯留による》ある意味での調節機能のため、それなりにうまく運営されてきており、そのため、用水の配分は、もはや、規定のパターンに従うのみとなっている。多くの受益地で明らかとなっていることだが、このような事態が進行すると、それぞれの用水路において、受益地内での相関関係を保ちつつも、2種類の方針《規定に従ったものと農民の自由裁量によるもの》による2種類の用水利用形態が生じることになる。そして、しばしば、個々の利益が優先することによって、2種類の輪番灌漑が発生、存在することになる。このような事態は時として、隣接する受益地の境界では、その境界線を越えて発生しており《断水日に隣の区域から、盗水するという事か？》、そういう所は、メスカの勾配や農地が水平に近い《ポンプによる盗水がしやすい？》ところである。そういうメスカや農地においても灌漑用水路や排水路の相互の関係で下流側の灌水の状況が許せば、また、お互いの水路の機能を満たすものであるのなら、そういう事態はありえる《農民が隣の区域から盗水するを暗に認めているのか？》。

直接的な灌漑《幹線用水路や支線用水路さらに下位のレベルのメスカから農民が用水を直接盗水すること》がポンプの導入によって増加していることは、疑いのないことであり、ほぼ全域にわたって、常時、そのような直接的な灌漑が、なかば公然と行われている。この直接的な灌漑は、上エジプトではごく普通の現象であり、デルタ地帯でもかなりの割合の農民がこの方法で用水を手に入れている。

多くの地域で排水路から用水をポンプアップするのは、常態化している。もちろん、農

民は、水質的に劣っている〈排水は塩分濃度が高い〉水を使うことの問題も知っているのだが。事実、農民の中には用水路の水を使う必然性の少ない冬期にしか排水を灌漑に使わないものもある〈冬期が用水に余裕がある時期だとすれば、わざわざ、排水路の水を使うというのは不思議な話ではある〉。これらのことは、この〈直接的な灌漑〉方法が農民の都合に合わせて部分的に採られたり、輪番灌漑の束縛から逃れる場合にのみ利用されることを示唆している。夏期においては、排水を灌漑に利用するか、用水路からの夜間灌漑〈これは正規に認められている〉するのか、どちらかである。

確かに、現在の灌漑方式・施設は柔軟性に富み、十分な量の用水を信頼すべき条件の下で運営・管理している。しかし、用水の利用形態に何らかの大きな変化があった場合には、それへの対応能力は明らかに貧弱である。いろいろな問題や要求が発生した場合、現在の施設では、その受益地域全体、若しくは、個々の農民全員にとって、公平な形で不足を解決することはむずかしい。

II-3 灌漑施設改善の戦略

エジプトにおいて、農業は中心的な位置を占めている。そして、供給量が限られているにもかかわらず、国家が要求する食糧を準備しなくてはならない。さらに、農業国からの余剰農産物は、豊かな国と貧しい国の間で流通するため、その競争にも備えなければならない（海外から安い農産物が流入してくるという意味か？）。

農業生産の増加は、原理的には、Old Landの生産高の増加及びNew Landの開発のために用水を供給することにより、達成される。

Old Landにおける灌漑施設改善の目的は、以下の事項の実現に貢献することにある。

- 最適な状態で穀物生産を行うため、用水供給の制約を排除する。
- 全般的な用水利用率（灌漑効率）の改善。実際的には、例えば、損失や浪費の抑制を図る。

目的達成のためには、以下の事項が灌漑施設改善のために事業の中に盛り込まなければならない。

(1) 水資源の保全と開発

- ・ ナイル河の流水配分の合理化
- ・ 地下水と降雨の利用方法の開発
- ・ 排水の再利用
- ・ 用水汚染の防止

(2) 用水の管理制御方式の改善

- ・ ナイル本流の堰(Barrage)
- ・ 主要及び支線用水路
- ・ メスカ
- ・ 用水の測定施設・方式
- ・ 情報伝達施設・方式

(3) 用水路・用水施設の改修及び改善

- ・ 水位制御施設、余水吐、橋梁
- ・ 支線用水路への取入口及び函渠

- ・用水路断面及び側法面の保護
- ・揚水機場
- ・管理用道路

(4)施設運営上及び維持管理上の制約を排除するため、必要に応じた、新しい施設の建設

(5)メスカ段階での灌漑方式の改善〈メスカ：支配面積21～84ha程度の個人管理の用水路〉

- ・末端での水不足
- ・維持管理手段
- ・末端における用水損失の改善
- ・集落の中を通過する際のメスカの保護

(6)再利用可能な排水の開発

(7)灌漑用水として供給が実現可能な場合における地下水の開発

(8)農地段階での水管理の改善

(9)その他の解決すべき問題点

- ・用水の汚染
- ・用水路の雑草〈ホテイアオイ等〉の始末
- ・湛水化 (Waterlogging) 及び塩害 (Salinity)

Ⅲ 調査範囲

Ⅲ-1 バハルヨセフ用水路 (Bahr Yusef Canal) とその受益地域

1 バハルヨセフ用水路の歴史

〈バハルとはアラビア語で、水路・運河の意味であり、バハルヨセフは、正確にはヨセフ用水路ということになる。〉

バハルヨセフ用水路は、元々自然河川であり、ナイル河の西岸を蛇行しながら流れている。バハルヨセフ用水路は、ファラオの時代〈中王国時代のAmenemhat一世第12王朝(BC 2,000~1990年)〉からファユーム (Fayoum) 地域へナイル河の洪水を導き、灌漑に利用されてきた。そして、1240年代〈アイユーブ朝時代 (イスラム帝国) 〉にファユームを統治していたアブ オスマン エン ナブリシュ (Abu 'Othman en Nabulish) がバハルヨセフ用水路の浚渫とファユーム地域の灌漑施設の改善を行った。バハルヨセフ用水路の原形は、この時代に定まった。

ダイリュート堰 (Dairout Barrage) とイブラヒミヤ (セリー) 用水路 (Ibrahimiya/Serry Canal) による灌漑組織は、1860から70年代〈イギリス支配時代〉に確立され、ナイル河本流のアシュート堰 (Assiut Barrage) は、1902年〈イギリス支配時代〉に完成した。バハルヨセフ用水路の灌漑網は、この時代から現在に至るまで、その重要性を維持してきた。そして水位制御施設や〈船舶通過用の〉閘門、支線への分土工といった施設の維持管理がなされてきた。

2 水源

バハルヨセフ用水路の取水工は、ダイリュート堰である。この堰は、イブラヒミア用水路の〈ナイル河からの取水工であるアシュート堰から〉60.6km地点にあり、バハルヨセフ用水路は、同堰から分水している。

また、バハルヨセフ用水路には、7カ所の排水揚水機場からの排水が合流している。〈ダイリュートからファユーム盆地の入り口の間では、バハルヨセフ用水路の水位は周辺の農地よりやや高くなっており、機械排水が必要である。〉

〈ダイリュート堰からの〉取水量は、夏期で2,000万 m^3 /日 (231.5 m^3 /s) 冬期で1,000万 m^3 /日 (115.7 m^3 /s) である。

3 バハルヨセフ用水路の受益地域

バハルヨセフ用水路の受益地域は、約770,000F (約323,400ha) で4つの州 (ミンヤ (Minya)、ベニスエフ (Beni Suef)、ファユーム (Fayoum)、ギザ (Giza)) にまたがっている。バハルヨセフ用水路の全長は、《ダイリュート堰から》終点のファユーム市まで312.7kmである。そして、最も大きな支線であるギザ用水路の延長は、その分土工である《ファユーム盆地の入り口にある》ラフーン堰 (Lahoun Regulator) から《カイロ対岸のギザ市まで》103.8kmである。

受益範囲は以下のとおり (1 feddan(F)=0.42ha)

	(Unit; feddan)				
	Minya	Beni-Suef	Giza	Fayoum	Total
Valley(old land)	114,101	57,295	137,300	361,589	670,285
Reclaimed area	32,999	10,850	-	-	43,849
Expansion planed	-	5,000	11,000	40,000	56,000
<u>Total</u>	<u>147,100</u>	<u>73,145</u>	<u>148,300</u>	<u>401,589</u>	<u>770,134</u>

《全体 ナイル河谷 (Old Land)	281,519 ha	
新規開拓地	18,417 ha	
計画中の開拓地	23,520 ha	
計	323,456 ha (770,134F)	》

4 用水量

バハルヨセフ用水路の受益地域における用水量は以下のとおり

既耕地 (Old Land~全州)	50m ³ /日/F	《11.4mm/日 水盤又は畦間灌漑》
新規開拓地		
水盤又は畦間灌漑 (Basen method)	60m ³ /日/F	《14.3mm/日》
スプリンクラー灌漑 (Sprinkler)	40m ³ /日/F	《9.5mm/日》
点滴灌漑 (Drip)	20m ³ /日/F	《4.8mm/日》

《ファユームにおける調査結果(JICA)

計器蒸発量	2~15mm/日	年間総蒸発量	約3,000mm
年平均単位用水量	4.8mm/日	(エジプトの全国平均 6.0~7.1mm/日)	
最大月平均単位用水量	6.0mm/日	(8月)	

この結果から見ると、単位用水量以上の用水が供給されており、過剰灌漑の様子が分

かる。)

5 輪番灌漑による配水

ミンヤ、ベニスエフ、ギザの各州における輪番灌漑の方法は、5日灌水10日断水〈Three-Turn Rotation〉である。ファユーム州では〈断水のない〉連続的な灌漑方法が採られている。ファユーム州は、〈勾配が比較的きついため〉自然流下で〈農民の管理する〉メスカや農地に水が供給される。ファユーム州では、輪番灌漑は、メスカ段階若しくは農民たちの判断により行われている〈他の地域では公共事業水資源省が管理する公共用水路段階で輪番灌漑が規定されている〉。

6 配水の運営

受益地域内のそれぞれの区域ごとに用水の配分計画が灌漑期間の始めに決められる。それは、夏作、冬作とも作付計画に基づいている。用水の必要量は、それぞれの用水路の受益地域ごとに州段階で集計された後に、国全体でまとめられる。

この用水の配分計画に基づいて全ての灌漑施設は、アスワンハイダムからナイル河本流の堰、そして幹線支線用水路に至るまで1年を通じて運営される。

通水の中断は、上エジプトにおいては1月9日から2月1日まで〈24日間〉、デルタでは1月19日から2月10日まで〈23日間〉である。バハルヨセフ用水路の受益地域での通水の中断は、上エジプトの地域と併せて行われる。通水の中断の目的は、用水路及びその他の施設の維持管理補修である〈浚渫や雑草の除去はドラグライン等により年中行われている〉。

7 用水路の監視及び制御施設

水位制御施設や分土工には数多くの水位標が備え付けてある。1日3回その水位標を読み、それらの水位標の値は州の灌漑事務所において支線用水路ごとにまとめて集計される。そのうち、重要地点の値はカイロの本省に転送される。

用水施設の監視は、これらの水位を各段階で責任を持って読み取ることにより行われている。しかし、通信伝達施設が貧弱なため、水位制御施設や分水施設の操作が遅れ、その結果、溢水や用水の損失が発生する。

8 バハルヨセフ用水路とその受益地域における排除されるべき阻害要素

- 1) 用水配分を制御するための施設がその能力を欠いていること。これは、用水制御の構造物が貧弱な状態であることによる。つまり、設計上、現在の諸要請に応えるための効率的な用水の配分能力が具備されていないのである。
- 2) 経年による老朽化及び不適切な維持管理による用水施設の機能低下。
- 3) いくつかの分水工の支配地域間、若しくは、1つの分水工の支配地域内における不公平な用水配分。これは、結果として、末端における用水の不足をきたす。
- 4) 用水の浪費。これは、用水路やメスカから直接、排水路に流入することによる。特に冬期の夜間に多い。
- 5) 通信伝達施設の不備。これは、結果として、用水施設操作の時期を逸することになる。

9 バハルヨセフ用水路とその受益地域におけるその他の解決すべき問題

1) 水位制御施設の機能低下

現在の水位制御施設は、建設後、約100年を経ている。もちろん、その間、修理や改善は行われて来たが。バハルヨセフ用水路の水位制御施設は地域の主要な交通路（堰の上を車が通行している）となっており、その過重な載荷により、機能低下が引き起こされている。水位制御施設の改修、若しくは、改築が必要である。

2) 分水施設の機能低下

特にゲートの老朽化。このため、不完全な操作による損失や漏水による損失が発生する。

3) 用水路の《法面》侵食と堆泥

用水路の蛇行に原因する湾曲部の侵食と堆泥。兩岸の護岸及び河道修正が必要である。さらに、水位制御施設の上流側における堆泥と下流側における洗掘は、水理条件をよく配慮の上、その解決が図られなければならない。

4) 水位制御施設と余水吐の新設の必要性

用水路の水理条件及び用水施設運営を改善する観点から、水位制御施設と余水吐の新設が必要である。

5) 排水の再利用

上エジプトにおける排水の水質（塩分濃度）の程度は、灌漑に再利用することができるものである。排水の再利用の検討は、水資源の節約という点を考慮しなくてはならない。

6) 既耕地（Old Land）における湛水化（Waterlogging）

新規開拓地における灌漑は、それが既耕地よりも標高が高いため、既耕地に浸透してきたり、既耕地の地下水位上昇を招いている。新規開拓地に隣接する既耕地は、湛水化により放棄されている。ミンヤ、ベニスエフ両州の灌漑管理官は、138本の井戸を地下水位の低下のために掘った。排水方法の検討は、これらの地域における井戸からの揚水について行う必要がある。

7) 用水路に沿う管理道路の不備

現在の用水路に沿う堤防は、流路から相当離れている。このため用水路の維持管理が困難となっている。

（バハルヨセフ用水路は、自然河川であるため、流路よりやや離れたところに掃流されてきた土砂が堆積してできたと思われる自然堤防が形成されており、その上に集落や道路が位置している。）

8) ギザ用水路の汚染

ギザ（カイロの対岸）の市街地を横断するギザ用水路の汚染は、灌漑用水としての利用に重大な問題となっている。この地域におけるなんらかの汚染対策が必要である。

Ⅲ-2 マハムディア用水路とその受益地域

（ 田各 ）

IV 調査の目的及び方針

IV-1 目的

両用水路（うちマハムディア用水路は今回対象外）の灌漑施設の改修と改善に関する実施可能性調査の目指すものは、Ⅲ章で述べたとおり、用水路とその受益地域における阻害要素と問題点を解消するための計画作成にある。

調査においては、以下の事項が優先される。

- (1) 幹線支線用水路の運営及び制御に関する組織・方式の改善
- (2) 機能が低下している施設の改修
- (3) 用水路運営上及び維持管理実施上の阻害要素と問題点を解消するための施設の新設
- (4) メスカ段階での灌漑方法の改善に関する指針の明確化。この明確化に関する調査では抽出された一部の受益地における調査（サンプル調査）と公共事業水資源省が過去に行った調査結果の活用により行うものとする。ファユーム地域はデルタやナイル河谷と状況が異なっているので、いかなる場合でも、詳細な調査が必要である。
- (5) 用水量は、地域によって適用すべき値が異なるので、それを把握するための広範な調査を実施する。これは、用水の改善のためであり、ファユーム、ベニスエフ及びギザ（の各州）で行う。
- (6) （略）（マハムディア用水路関係）

事業計画作成のため、以下の方法により、調査を行う。

(1) 第1段階調査（Phase I Study）

第1段階の調査では、基礎情報を収集し、それを基礎情報地図（Data base maps）に編集する。そのためには、用水路運営上並びに維持管理実施上の阻害要素及び問題点を確認するための個別調査、さらに、事業計画地域における現在の農業生産及び社会経済状況の把握のための調査を実施する。

また、用水路とその施設の調査に当たっては、水文学的及び構造機能的観点から現在の状況を分析し、用水路の問題点を把握する。

(2) 第2段階調査 (Phase II Study)

第2段階調査では、基礎的な情報の編集が完了した後、第1段階調査に引き続き、以下に関する調査を完了させる。

- －必要と認められる用水施設の改修と改善のための計画の明確化
- －灌漑施設の運営と維持管理のための改善計画の明確化
- －事業の技術的、経済的観点からの妥当性
- －事業実施計画案の策定、それと併せて事業実施体制の確立

IV-2 作業方針 (Scope of Works)

1 個別調査による基礎情報地図の作成 (第1段階調査 (Phase I Study))

以下に述べる基礎情報地図 (Data Base Maps) は、個別調査により作成する。これは、用水施設の運営及び維持管理上の問題点を確認するとともに、事業計画地域内の現在の農業生産及び社会経済的状況の把握のために行う。

1-1 基礎地図の作成

以下の基礎地図 (Basic Map) は、縮尺1/25,000の地図に基づいて作成する。

a 現況の灌漑排水施設を図示する。

b 500 F (210 a)ないし2,000 F (840 a)の範囲を1単位の灌漑組織として灌漑ブロックに分ける。そして、灌漑ブロックの境界線を図示する。この際、現況の水利用状況を考慮すること。

c 行政区域の境界を図示する。この際、現況の集落組織を考慮すること。

d 道路、送電線網等の現況の社会資本を図示する。

1-2 個別調査の項目と基礎情報地図

以下の個別調査を実施するものとし、その結果を基礎情報地図に要約して記載する。

a 集落及び人口分布

b 土地分級

c 土地利用

d 灌漑面積及び灌漑ブロック

e 灌漑ブロックごとの灌漑の必要性

- f 標準的な灌漑スケジュール
- g 用水路に沿った水位測定地点
- h 灌漑ブロックごとの分水工及び〈分水用の〉側水路ごとの設計分水量
- i 現在、用水の不足を生じている地域及び排水に問題のある地域
- j 用水路の幅員、用水路内の堆泥及び侵食、水位制御装置、分水工、堰上水門、揚水機場、管理道路等について改修、改善の必要のある用水路
- k 灌漑ブロックごとの現況の作付率
- l 灌漑ブロックごとの農業生産高
- m 灌漑ブロックごとの農民の収入
- n 灌漑ブロックごとの農段階での用水慣行
- o 灌漑施設における現行の分水操作
- p 用水路網の主要地点における常時または定期的な流量測定

1-3 幹線支線用水路に関する水理学的調査

以下の水理学的調査は、現況の用水路とその付帯構造物について水文学的及び構造機能的条件の確認により行う。

調査対象 バハルヨセフ用水路
 マハムディア用水路〈今回対象外〉
 ギザ用水路〈バハルヨセフ用水路の支線〉

- a 夏期及び冬期における代表的な水利用の時期を選んで、用水路の水面追跡を行う。

b 用水利用の日変動を吸収するため、夜間における用水路を利用した河道貯留の可能性について調査する。

2 灌漑施設の運営・維持管理の改善を事業化するための調査 (第2段階調査 (Phase II Study))

2-1 運営・維持管理のための組織

a 政府段階の組織

b 農民団体 (灌漑組合 (Irrigation Association))

c 運営・維持管理のために必要な施設及び設備

2-2 用水路における用水利用 (Water Management)

a 作付計画による灌漑ブロックごとの用水分配計画

b それぞれの水位制御施設及び分水工における用水分配操作

c 用水路網内で特に用水の追加が必要となった地点への上乘流量の測定

2-3 用水路の改修及び改善

a 用水路断面の拡幅

b 実行可能であれば、バハルヨセフ用水路の河道修正

c (略) 〈マハムディア用水路関係〉

d 用水路における堆積物の除去

e 侵食箇所改修及び改善

f 必要があれば、水位制御施設及び余水吐の新設

g 水位制御施設及び分水工のゲートの修理と交換

h 用水路に沿う管理道路の改善

i 分水を制御するための水位標の新設

j 遠距離通信施設の整備

k 改修及び改善工事の数量並びに費用の算定

2-4 運営・維持管理に関する手引の作成

a 用水管理（用水制御）のための手引

b 施設の維持管理に関する手引

c 遠距離通信施設の運営に関する手引

2-5 事業の妥当性、費用、便益

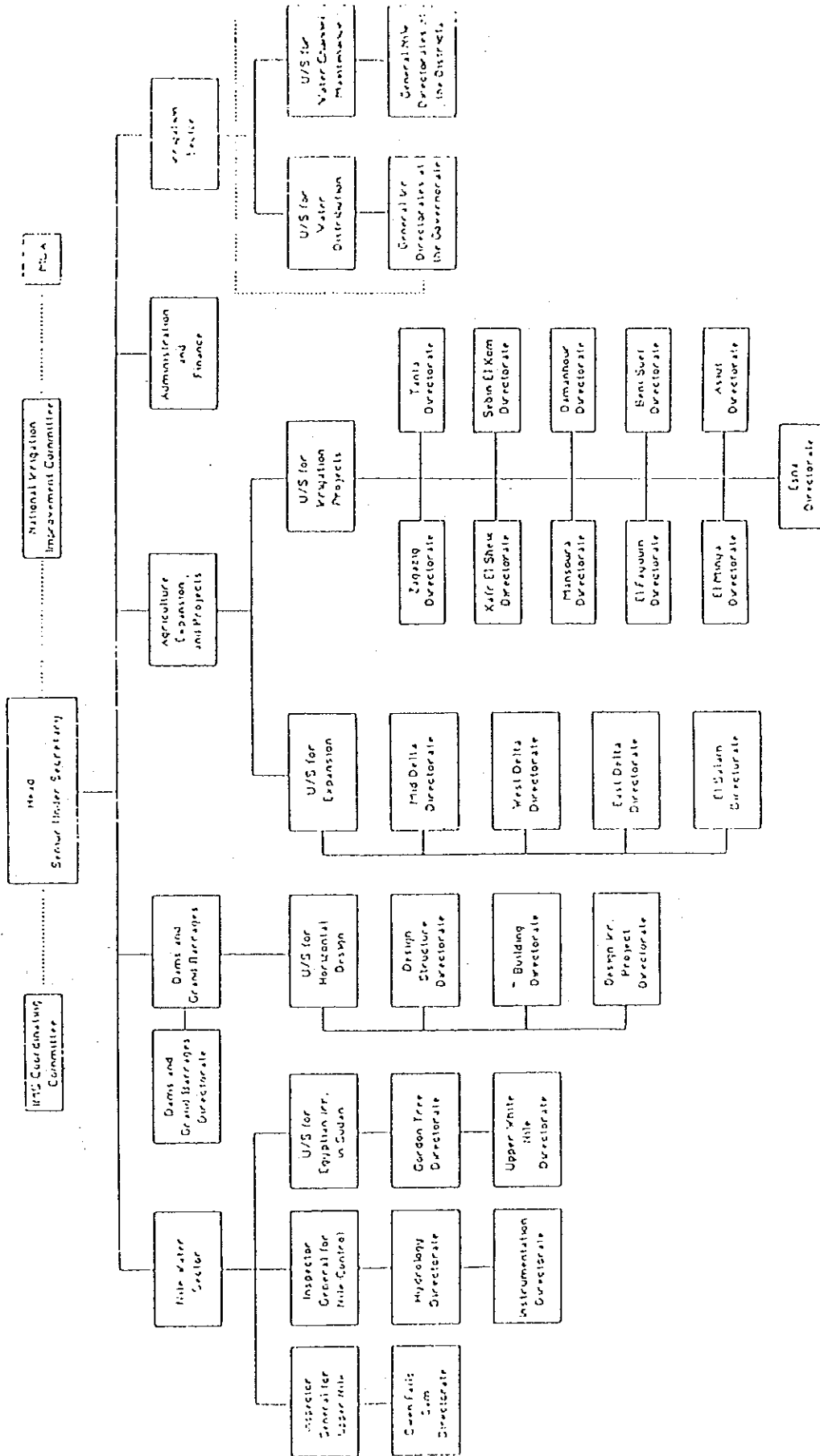
2-6 事業実施計画案の作成及び事業実施体制の確立

V 作業スケジュールの提案

Description	1989				1990				1991				1992			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<u>Phase I</u>																
1. Preparation of basic map				■	■											
2. Inventory survey			■	■	■	■	■									
3. Hydraulic study				■	■				■	■						
<u>Phase II</u>																
1. Studies					■	■	■	■								
2. Plan formulation								■	■	■	■					
3. Preparation of O/M manuals											■	■				
4. Project Justification											■	■				
<u>Report</u>																
			△					△			△	△				
			I/R					In/R			D.F/R	F/R				

I/R : Inception Report
 In/R : Interim Report
 D.F/R : Draft Final Report
 F/R : Final Report

Organization Chart
DEPARTMENT OF IRRIGATION



JICA

1