

アルジェリア民主人民共和国海水淡水化計画

調査報告書

要約

昭和 58 年 9 月

国際協力事業団

401
61.7
MPI

設計工
J R
83--110

JICA LIBRARY



1061514[4]

アルジェリア民主人民共和国海水淡水化計画

調査報告書

要 約

昭和 58 年 9 月

国際協力事業団

国際協力事業団

受入 月日	'84. 4. 21	401
登録No.	03652	61.7
		MPI

目 次

1	大アルジェ圏の水道事業の現状と水需給予測	1
2	海水淡水化のプロセス	2
3	プラントサイトの選定	3
4	プラントの計画条件	5
5	多段フラッシュ蒸発法(MSF)海水淡水化プラントの概念設計	6
6	逆浸透法(RO)海水淡水化プラントの概念設計	8
7	既設給水系への接続	11
8	総所要資金と運転費用	13
9	財務分析	15
10	経済分析	20
11	最適プロセスの選定と総合評価	22
12	本プロジェクト実施の妥当性	24

要 約

1 大アルジェ圏の水道事業の現状と水需給予測

1.1 水道事業の現状

アルジェ水道公社は大アルジェ13区域と周辺地域を給水区域とし、給水人口は1,623千人(1980年)である。水道の水源は全量地下水に依存しており、Barakiをはじめとする8つの井戸群、125本の井戸によりまかなわれている。取水された水はEl Harrach等28ヵ所のポンプ施設から塩素滅菌されたのち送水され、Kouba等92の配水池を経て一般に給水されている。

年間給水量のうち64.4%が有収水量で、また給水量の45.3%が一般家庭および商業用となっている。

1980年の実績給水量は日平均が310千 m^3 /日、夏期平均は344千 m^3 /日で、一方、推定需要水量は日平均が347千 m^3 /日、夏期平均が392千 m^3 /日と充足率は平均89%、夏期88%となっている。

1.2 水需給予測

将来の水需給予測は図1の通りで、1987年のケダラダムの完成時までには、水不足はかなり深刻化すると予測されている。

海水淡水化プラント運転開始予定の1986年の日平均不足水量は168千 m^3 /日、夏期平均不足水量は197千 m^3 /日となり、充足率は日平均69%、夏期平均68%と現状に比べてさらに20%低下するであろうと予測される。

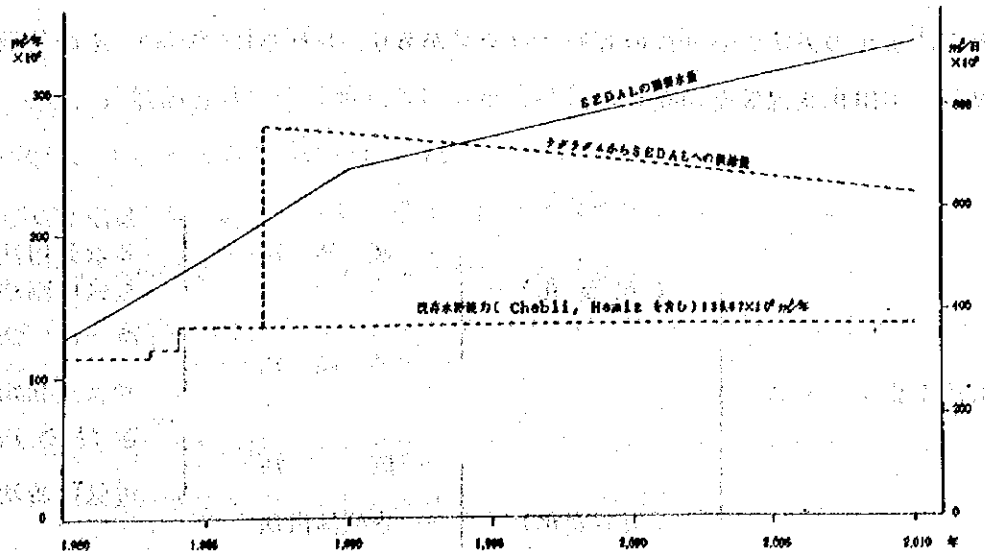


図1 将来の水需給見越し

(1)

1.3 海水淡水化プラントの規模

海水淡水化の規模を設定するためには次の要件を考慮しなければならない。

- (1) プラント完成の翌年にケダラダムが完成する。
- (2) 海水淡水化プラントは経済性の面からできるだけ稼働率を高く維持することが望ましい。
- (3) 慢性的な水不足が続いた後の水需給は、需給が緩和しても急速には本来の需要水準まで回復しないという一般的事実がある。
- (4) 夏季の最大需要量に合わせて給水量を確保すると、夏の約1ヵ月以外は給水能力が余ることになり、給水コストが高くなる。

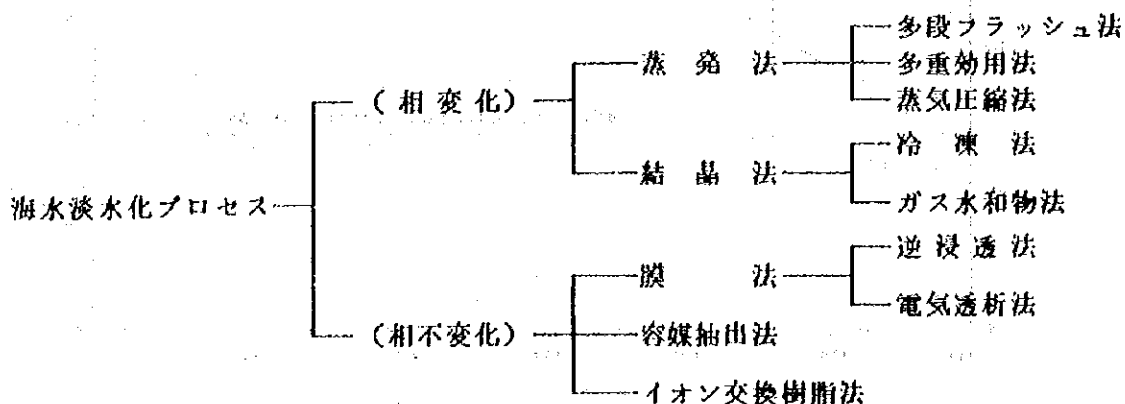
以上の点から、1986年の夏期平均不足量 197千 m^3 /日を100%充足させるプラント規模を設定することは、むしろ不経済になる恐れがある。

一方、水不足に対する人間の許容限界は、水不足評価指標（不足率と不足日数の積の累計）で1,000%・日～1,500%・日とされている。したがって、1986年において、現在想定されている本来の水需要量まで伸びたとしても、水不足評価が1,000%・日以下であれば許容できると思われる。

このため、本 F/S、では水不足評価が約800%・日の 150,000 m^3 /日を本プロジェクトのプラント規模として設定した。

2 海水淡水化のプロセス

海水淡水化の方法として次の各種プロセスがあり、これらについて、その特徴、技術の現状、実用化状況等を調査した。



検討の結果、本プロジェクトにおいて要求される諸条件を満たすプロセスとしては、多段フラッシュ蒸発法(MSF)と逆浸透法(RO)が適していると認められた。このため、この両プロセスについて概念設計を行い、詳細な検討を行うこととした。

世界の大型海水淡水化プラントの設置状況を見ると、1基20,000 m³/日以上容量のプラントはすべてMSFであり、ROはまだ大型プラントは少ないが、急速な伸びを示している。

3 プラントサイトの選定

アルジェ市を中心に東西約80kmの海岸線上の次の5地点をサイト候補地として選び、各候補地の踏査、主要海域での調査船による実地調査および資料収集を実施し、海水淡水化プラントの立地選定に必要な評価項目ごとに比較検討を行った。(図2 参照)

- (1) Sidi Ferruch
- (2) Grande Plage
- (3) Stamboul
- (4) Jean Bart
- (5) Zemmouri

その結果、次の理由によりStamboulを本プロジェクトのプラントサイトとしてスタディーを進めることとした。

- (1) 必要な用地スペースが得られる。
- (2) ケダラダムからの送水管ルートに近く、生産水の送水管をこれに接続することにより、比較的容易に既設給水系に組み込むことができる。
- (3) 電気、天然ガスの供給幹線に近い。
- (4) アルジェ港からの各種資材、機器の陸送に問題がない。
- (5) 市中心から近く、プラントの運営管理に便利である。
- (6) 海岸から約800m沖合で8mの水深が得られ、取水設備の設置に大きな問題はないと思われる。
- (7) リゾート地区からはずれており、周囲環境に及ぼす影響は少ない。

図3 に MSF海水淡水化プラントの位置を示す。(5.4参照)

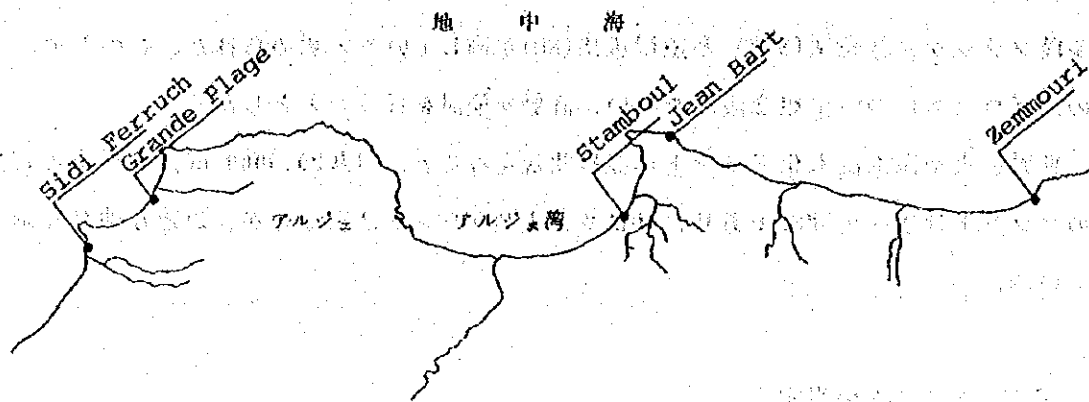


図2 候補地位置図

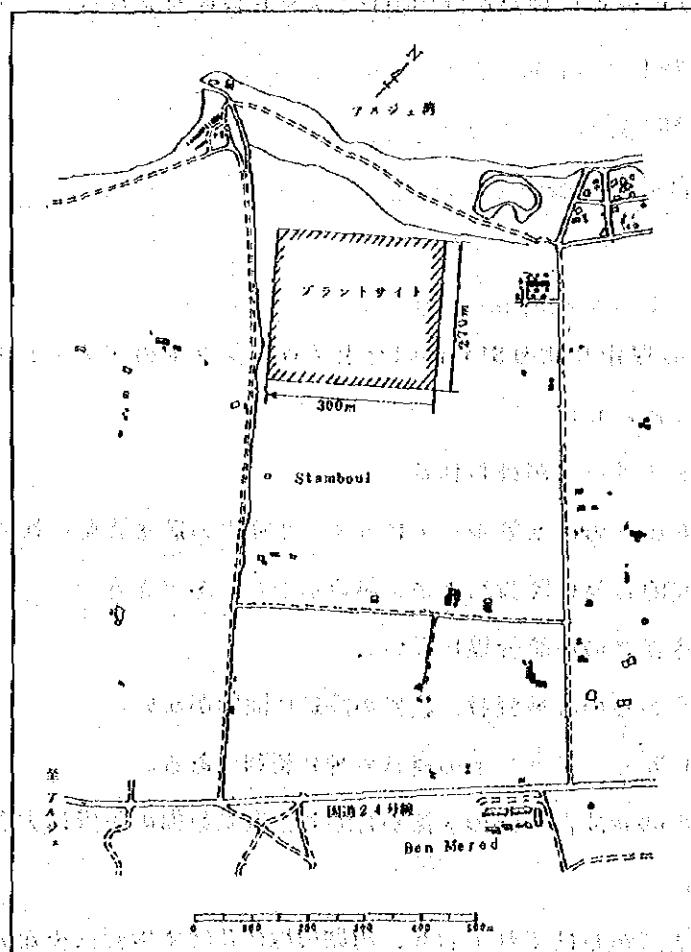


図3 MSF海水淡水化プラント位置図

4 プラントの計画条件

海水淡水化プラントの概念設計を行うため、計画条件として次のとおり設定した。

- (1) 範 囲 : 海水の取排水設備、海水淡水化プラント、既設給水系への接続設備
- (2) プラント規模 : 150,000 m³/日
- (3) プラントサイト : Stamboul
- (4) 生産水の水質 : WHO 基準
- (5) 原海水水質 : Stamboul沖において採水した海水の分析値
- (6) 電 力 : 60kV、50Hz、料金16.5サンチーム/kWh
- (7) 燃料ガス : 9,400 kcal/Nm³、4Bar、料金1.22サンチーム/1,000kcal
- (8) 薬 品 : 単価はプラントサイトでの入手可能価格
- (9) 環境保全 : 排水、排ガス、騒音について最も厳しい日本の規制値を満足するものとする。
- (10) そ の 他 : ① 運転開始および停止時を除いて全自動制御とする。
② 重要な回転機器については、最低 1基の予備を設ける。
③ 運転予備品は 2年分を保有する。

5 多段フラッシュ蒸発法 (MSF) 海水淡水化プラントの概念設計

5.1 一般仕様

本プロジェクトにおける種々の要件を考慮し、前項の計画条件に基づき、次の一般仕様を決定した。

(1) 仕 様

方 式	長管式多段フラッシュ蒸発法 (単一目的)
淡水生産能力	150,000 m ³ /日
ユニット容量および数	50,000 m ³ /日 × 3ユニット
作動方式	ライン再循環式
スケール制御方式	高濃用スケール抑制剤注入およびボールクリーニング方式

蒸発器段数	熱回収部	30段
	熱放出部	3段
	合計	33段
生産水水質	WHO の水質基準を満足する。	
水バランス	取水量	1,248,000 m ³ /日
	生産水量	150,000 m ³ /日
	排水量	1,098,000 m ³ /日

おもな運転条件

造水比	8.0
循環ライン最高温度	110.0℃
排出ライン温度(最高)	34.0℃
生産水温度(最高)	32.0℃
循環ライン濃縮比	1.82

(2) プラント構成

- 造水設備
 - 蒸発器
 - ラインヒーター
 - 抽気装置
 - 脱気器
 - ボールクリーニング装置
- 薬注設備
- 取排水設備
- 蒸気発生設備
- 生産水送水設備
- 受変電設備

(3) ユーティリティおよび薬品

燃料ガス	50,000 Nm ³ /時
電力	2,820 kW
薬品	スケール抑制剤 72.9 kg/時
	消泡剤 1.215kg/時

5.2 設計方針

本プラントは、次のような考え方で概念設計を行った。

- (1) アルジェ地区は電力の供給力が十分あり、エネルギー価格が安いため二重目的プラントのメリットがそれ程大きくなく一方、二重目的プラントとした場合には、建設工期が長くなり、広大な用地を必要とするので単一目的プラントとした。
- (2) ユニット容量は、(a) スケールアップのメリット、(b) 運転、維持管理の簡素化、(c) 建設期間の短縮化、(d) ユニット休止時の供給への影響等を考慮して、技術的困難なしにスケールアップ可能な容量である50,000m³/日と決定した。
- (3) 装置の形式は、大型装置に適し、装置コストの安い長管式を採用した。
- (4) スケール防止方式は、運転管理が容易で、中東地区で実績の多いスケール抑制剤の注入方式を採用し、かつボールクリーニング方式を併用した。
- (5) エネルギー価格が安い本地域でのプラント最適化設計を検討した結果、造水比（加熱蒸気1トン当りの生産水量m³）を8とし、蒸発器段数を33段とした。
- (6) 本地域のエネルギー価格は、電力に比べ天然ガスが極めて安いいため、大型のポンプ類はモーター駆動にかえて蒸気タービン駆動とし、電力費の低減を図った。なお、タービン排気はブライン加熱に有効利用する。

5.3 プロセスの概要

- (1) 原海水は海岸から600m沖合水深8mに設置した取水設備から、深層取水方式によって取水され、蒸発器熱放出部へ冷却海水として送られる。
- (2) 熱放出部を出た海水は大部分が排水槽に導かれ、一部は脱気器を経て、系内の循環ブラインに補給水として混入される。この補給水には、スケール抑制剤、消泡剤が注入される。
- (3) 補給水が混入されたブラインは蒸発器熱回収部の最低温段の伝熱管内に導かれ、熱回収部で発生した蒸気を凝集させて潜熱を回収し、温度が上昇しながら熱回収部の第一段に至る。
- (4) 第一段伝熱管を出たブラインはブラインヒーターで更に加熱されて第一段蒸発室に送られ、熱回収部最高温段から熱放出部最終段まで順次フラッシュ蒸発を起こしながら各段の圧力差によって流れる。

(5) 蒸発器各段で生成した蒸留水(淡水)はブラインと同様に最高温段より最終段まで圧力差によって流れ、最終段から蒸留水ポンプによって引き出され、浄水池に送られる。排出されたブラインおよび海水は排水設備を経て放流される。

(6) 海水淡水化プラントは連続運転で、起動停止の頻度も少ないものと考えられるので、起動停止は運転要員の操作により行うが、そのほかは自動制御システムによる自動運転が行われる。操作はすべて中央制御室での集中管理システムで行われる。

5.4 プラントの所要面積

緑化地区、駐車場等を含め、総敷地面積は81,000m²(300m × 270m)である。

5.5 建設工程

1984年初頭にコントラクターとの契約を完了したとして、第1基目のプラント(50,000m³/日)が1984年4月初めから稼働を開始し、以後、同年5月中旬に第2基目(累計100,000m³/日)、7月初めに第3基目(累計150,000m³/日)が完成してフル稼働に入る。

5.6 運営組織および要員計画

プラントの運営組織は運転要員43名、保守要員14名、事務部門および管理者12名で、合計69名で構成される。これら要員は1984年7月から順次採用し、送水開始の6ヵ月前までに採用を完了し、2ヵ月程度の研修を行い、さらに試運転と並行して実地教育を行う。

6 逆浸透法(RO)海水淡水化プラントの概念設計

6.1 一般仕様

本プロジェクトにおける種々の要件を考慮し、4項の計画条件に基づき、次の一般仕様を決定した。

(1) 仕様

方式：逆浸透法による一段脱塩

淡水生産能力：150,000 m³/日

ユニット容量および数：逆浸透設備 15,000 m³/日 × 10ユニット

前処理設備 107,000m³/日 × 4ユニット

生産水水質 : WHO 水質基準を満足する。

水バランス : 取水水量 461,000m³/日

ROモジュール供給量 429,000m³/日

生産水量 150,000m³/日

排水量 311,000m³/日

逆浸透モジュール : 海水一段脱塩用モジュール

モジュール運転条件 : 圧力 60~65kg/cm²

回収率 35%

給水F.I. 4以下

(F.IとはFouling Indexの略で、逆浸透法において、モ

ジュールへの供給水の微量な濁質を定量化した指標)

給水pH 6.0~6.5

給水Cl₂ 1.0mg/l以下

給水温度 15~25℃

(2) プラント構成

前処理設備

逆浸透設備

逆浸透モジュール

高圧ポンプ

動力回収タービン

取排水設備

生産水送水設備

膜洗浄設備

排水処理設備

薬注設備

受変電設備

(3) ユーティリティおよび薬品

① 電気 38,000kW

② 薬品

おもな使用薬品は 98%硫酸、40%塩化第二鉄であり、薬品は 1ヵ月使用分を保有できるタンクに貯蔵する。

6.2 設計方針

本プラントは次のような考え方で概念設計を行った。

- (1) ユニット容量は、大容量になる程高圧ポンプおよびエネルギー回収タービンの効率が高くなるので、できるだけ大きくすることとし、本プロセスとほぼ同条件で使用されている他分野の大型ポンプ容量から、15,000m³/日とした。
- (2) 海水前処理には、大量処理に適し、運転管理も容易で、経済的なコンクリート製重力式濾過池を採用した。
- (3) ROモジュールからの排出ラインの持つ圧力をエネルギーとして回収するため、フランス水車の動力回収装置を設けた。
- (4) 淡水回収率は、電力価格の低廉性、エネルギー回収率の高いプラントであることを考慮し、最も得策な35%を採用した。
- (5) 運転圧力は、電力価格が安いいため、モジュール本数を少なくし、60~65kg/cm²と高めに設定した。
- (6) ROプロセスの特性を生かし、自動化、遠隔操作化を大幅に採用した。

6.3 プロセスの概要

- (1) 沖合800mから深層取水方式により取水した海水は、前処理設備で濁質成分の除去、pH調整、塩素消毒が行われる。前処理設備は4系列から成り、海水には塩化第二鉄が注入され重力式濾過池で濾過される。濾過の経過とともに差圧が上昇すると、自動的に逆洗される。
- (2) 前処理水は67kg/cm²に加圧され、ROモジュールに供給される。ROモジュールからフィード量の35%が生産水として得られ、残りの65%は、濃縮ラインとして排出され、エネルギー回収タービンで動力が回収される。

- (3) 1ユニット(15,000 m³/日)は2つのモジュールスタックからなり、1ブロックには317本のモジュールが積まれている。ROモジュールの差圧上昇、パフォーマンスの低下が生じた場合には、膜を酸洗浄する。
- (4) 前処理設備の滷過池からの逆洗排水は凝集沈殿槽、濃縮槽でスラッジが分離され上澄水は排出される。
- (5) 装置起動後の定常運転に達するまでのバルブ切り換えなども含め、運転はすべて自動的に行われる。運転制御は、コントロールルーム内の操作盤で遠隔操作される。

6.4 プラントの所要面積

緑化地区、駐車場等を含め、総敷地面積は66,700m²(230m × 290m)である。

6.5 建設工程

1984年初頭に工事契約を終ったとして、第1期分の3ユニット(45,000 m³/日)が1986年4月初めから送水を開始し、以後、同年5月中旬にさらに3ユニット(累計90,000m³/日)、7月初めに残りの4ユニット(累計150,000 m³/日)が稼働に入る。

6.6 運転組織および要員計画

プラントの運営組織は、運転要員28名、保守要員14名、事務および管理部門12名の計54名で構成され、運転部門の人員は、NSFの場合より少ない。運転要員は送水開始の3ヵ月前から組織に配属し、据付工事の監視とともに試運転と並行して研修を行う。

7 既設給水系への接続

7.1 送水管

プラントサイトのStamboulから既設給水系への接続は

- (1) 経済的な効率性
- (2) 既存水源との混合による生産水の水質調整
- (3) 供給事故に備えた配水系の多角化
- (4) 既存施設との整合性
- (5) 給水条件の域内均等化

を考慮し、次の送水管ルートを決定した。

送水管は図4に示すように、ケダラダムから Boudouaou浄水場を経てEl Harrachに至る送水管に最短距離で接続（フッキングポイントNo.2）するものとし、同時に Beaulieu配水池に一部（20,300m³/日）分水（フッキングポイントNo.1）する。

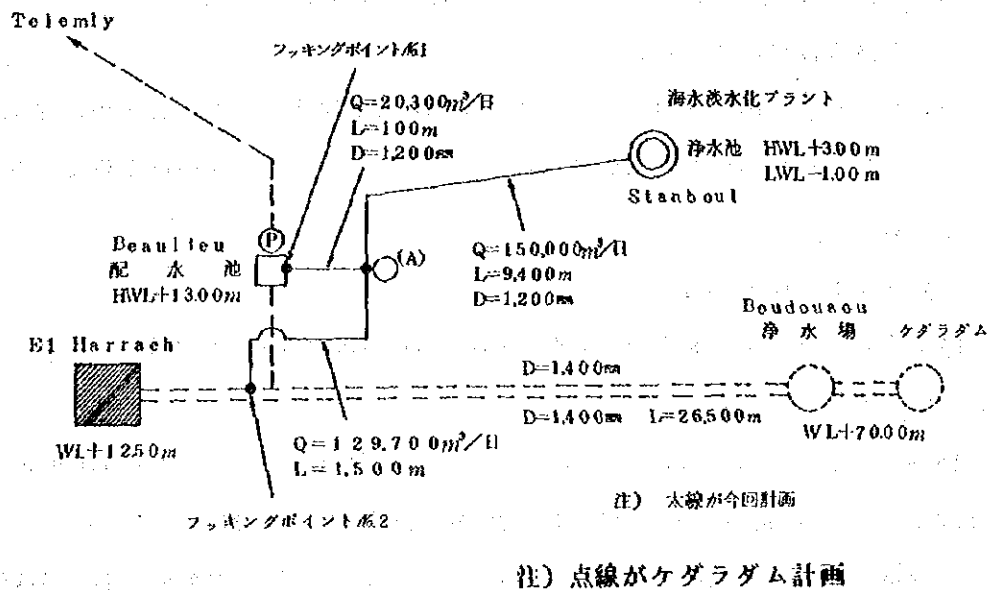


図4 生産水の分水と送水管接続計画の概念図

したがって、ケダラダム計画の送水施設は海水淡水化プラントの計画と整合性をもって建設を進めなければならない。

特に、フッキングポイントNo.1への分水は水質調整のため Boudouaou浄水場からの浄水と混合して供給しなければならないので、プラントの通水時から Boudouaou浄水場完成までの1年間だけは、全量フッキングポイントNo.2を経てEl Harrachへ送水し、地下水と混合する必要があり、したがって、フッキングポイントNo.2以後の施設は遅延することなく通水可能な状態となっていなければならない。

フッキングポイントNo.2までは、管径1,200mm延長10,900mのタールエポキシライニング鋼管を敷設する。なお、ケダラダムからの送水量増加に伴い、1997年までにはフッキングポイントNo.2の接続を切りはなし、直接El Harrachまでの1,200mm送水管を建設する。

7.2 浄水池および送水ポンプ

海水淡水化プラントからの生産水は滞留時間約30分の浄水池に一時貯留された後、送水される。浄水池は容量 3,600m³のコンクリート製半地下構造の貯槽で、送水ポンプは全揚程 50mの両吸込うず巻ポンプ 4台、(うち 1台予備)を使用する。

7.3 混合水の水質

MSF プロセスによる水質は硬度が低く、ROプロセスによる水質はpHが低い。水質調整のため後処理を行う方法もあるが、地下水との混合で十分であるので、El Harrachにおいて地下水と混合することとした。混合後の水質は両プロセスの水とも WHOの水質基準を満足する。

8 総所要資金と運転費用

8.1 操業開始までに必要とされる総所要資金は表1 のとおりである。

表 1 総所要資金

(千USドル)

項目	MSF プロセス	RO プロセス
プラント建設費	202,017	212,338
操業前費用	3,921	2,931
初期運転資金	7,037	7,729
建設期間中金利	10,537	11,203
合計	223,512	234,201

- (注) 1. 1984年初頭に建設工事発注、1986年 7月全基操業開始と仮定した。
2. 1983年価格ベースで算出した。通貨の換算レートは 1.0US\$ = 4.6DA
3. プラント建設費には電気およびガスの引込設備は含まない。

8.2 運転費用

本プラントの年間運転費用は表2のとおりである。

表2 年間運転費用サマリー

(千USドル)

項目		MSF プロセス	RO プロセス
変動費	天然ガス	9,872	-
	電気	801	7,990
	薬品類	2,301	1,611
小計		12,974	9,601
固定費	人件費	340	263
	工場管理費	266	266
	維持管理費	5,025	7,175
	固定資産税、保険	2,010	2,113
小計		7,641	9,817
総運転費用		20,615	19,418

(注) 1. プラントの稼働率100%、年間330日運転と仮定

2. 1983年価格ベース

総運転費用のうち、外貨分はMSFプロセスで6,472千USドル、ROプロセスで7,102千USドルである。

総生産水量1m³あたりの運転費用は、MSFプロセスの場合41.65USセントであり、ROプロセスでは、39.23USセントである。

9 財務分析

9.1 財務分析の方法

本プロジェクトにより生産される水のコストは、現行水料金より相当高価になることが予想される。アルジェリア当局は、住民の福利厚生重視の観点から、現行の水料金の値上げなしに本プロジェクトを遂行する意向であり、予想される資金不足に対しては補助金を供与することを考えている。このような本プロジェクトの特有性を考慮し、プロジェクト実施のために投資した自己資本のみを回収する財務状況（自己資本内部収益率 $IRROE = 0.0\%$ ）を想定の上財務分析を実施した。

9.2 財務分析の主要前提条件

(1) プロジェクト期間

操業前期間：1983年 7月～1986年 6月（3年間）

操業期間：1986年 7月～2001年 6月（15年間）

(2) 操業、販売計画：表3 のとおり

表 3 操業、販売計画

項目	内 容
生産量	$49,500 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{年}$ （年間 330日稼働）
有収率	85 %
販売量	$32,175 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{年}$
水料金	平均 1.4 DA / m^3
販売収入	$9,792 \times 10^3 \text{ USドル}/\text{年}$

(3) 資金計画条件

- 1) 資金源 : 自己資金 30%、長期借入金 70%
- 2) 長期借入金条件 : 金利 8.0%/年
- 3) 短期借入金 : 操業期間中の各単一年度において資金ショートを生じた場合には、短期借入金金利 10.0%/年、翌年度全額返済の条件
- 4) 租税 : 法人税 : 課税所得額の 60%
収入税 : 総売上高 (水料金の徴収) の 2.53%
固定資産税、保険 : プラント建設費の約 1.0%
- 5) 減価償却条件 : 操業前費用、建中金利 : 5年定額償却 (残存価値 : 0)
プロセス設備 : 15年定額償却 (残存価値 : 0)
建家および土木、付属設備 : 30年定額償却 (残存価値 : 0)
- 6) 価格ベース : 1983年実勢価格

9.3 財務分析結果

(1) 分析結果サマリー

財務分析結果の要約を表4に示す。この結果によると、収益性の向上を目的とせず、導入される補助金の最小化を図った本プロジェクトの財務状況を明確に示している。すなわち、補助金の導入と短期借入金の運用により資金不足を防ぎ、プロジェクト全体を通じて投下自己資金の回収のみが行われる。

本プロジェクトの場合、収益性の向上を図ることは補助金導入量を増加させることであり、これは単にアルジェリア国内での資金の移転にすぎない。したがって、提示された財務状況を論ずることよりも、求められた必要最小補助金量を重視すべきである。有収率を考慮した正味販売水量あたりの最小補助金量は NSF プロセスの場合 $4.430A/m^3$ であり、RO プロセスの場合 $4.320A/m^3$ である。

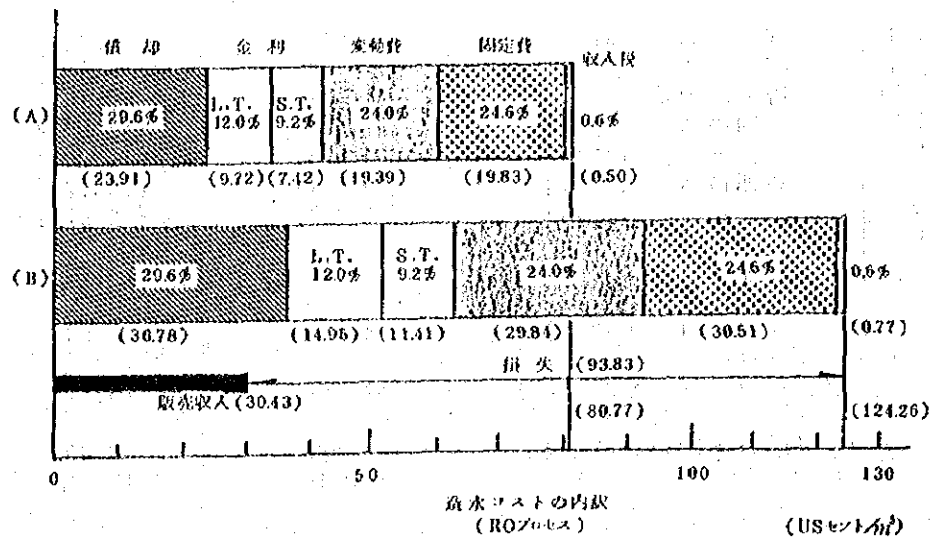
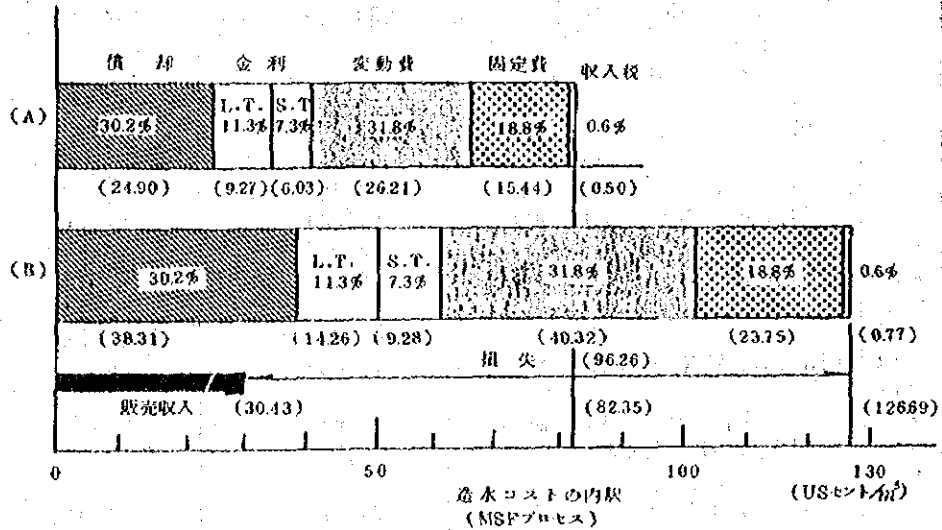
表 4 財務分析結果サマリー

(千USドル)

項 目		プロセス	MSF	RO
総 投 資 額			223,512	234,201
資 金 計 画				
自 借 入			67,053	70,280
資 本 金			156,459	163,941
キャッシュインフロー (年平均値)	販 売 収 入 (1m ² あたり収入 DA/m ²)		9,792 (1.40)	9,792 (1.40)
	必 要 補 助 金 量 (1m ² あたり価格 DA/m ²)		30,979 (4.43)	30,196 (4.32)
	計 (1m ² あたり生産水価格DA/m ²)		40,771 (5.83)	39,988 (5.72)
	短 期 借 入 金 運 転 資 金 の 回 収、他		29,871 2,575	36,720 3,779
	キャッシュインフロー合計		73,217	80,487
キャッシュアウトフロー (年平均値)	変 動 費		12,974	9,601
	固 定 費		7,641	9,817
	収 入 税		248	248
	法 人 税		0	0
	借入金返済		47,877	56,130
	長期借入金 (元本)		(10,430)	(10,829)
	〃 (金利)		(4,589)	(4,809)
短期借入金 (元本)		(29,871)	(36,720)	
〃 (金利)		(2,987)	(3,672)	
キャッシュアウトフロー合計		68,740	75,796	
キャッシュフロー (年平均値)			4,477	4,691
キャッシュフロー (プロジェクト期間総計)			67,160	70,372
IRR (自己資本内部収益率)			0.00%	0.00%
投 下 資 金 回 収 年			15.0年	15.0年

(2) 造水コストの内訳

図5 に総生産水量当たりおよび有収水量当たりの造水コストの構成を示す。本図は各費用要素の内訳を示すとともに、水道料金の徴収のみでは、必要費用を賅なえず大幅な経常損失を生ずることを示している。



(備考)
 A: 総生産量当たりの造水コスト
 B: 有収水量当たりの造水コスト

図5 造水コストの内訳

(3) 資金バランス

予測される損失に起因する資金ショートは補助金の導入、短期借入金の運用および運転資金の回収等により賄われる。1m³当たりの補助金導入量はNSFプロセスの場合4.43DAであり、ROプロセスでは4.32DAである。プロジェクト全期間での資金回収量は投下自己資金に相当する量でNSFプロセスの場合、67,160千USドルであり、ROプロセスでは70,372千USドルである。

3.4 財務分析結果の評価

補助金の導入量を最小化する財務状況を想定して財務分析を実施した結果、水料金の徴収および補助金の導入により構成される生産水価格は、5.83DA/m³（NSFプロセス）および5.72DA/m³（ROプロセス）と試算された。この生産水価格および予測される財務状況について次のように考察される。

(1) 生産水価格

- 1) 有収率を65%と仮定したため、比較的高価格な値が算出されたが、総生産水量当りに換算すると3.80DA/m³（NSFプロセス）、3.73DA/m³（ROプロセス）である。この値は他の同種の海水淡水化プロジェクトと比較して魅力ある低価格と判断される。
- 2) 総生産水価格に対する補助金の割合は高い。受益者負担の見地から、アルジェ市の水道供給量の全体に対して、ある程度の水料金の値上げを行うことにより必要補助金量を大幅に減額することが可能である。
- 3) NSFおよびRO両プロセスによる生産水価格はほぼ同一であり、財務面よりの優劣はつけがたい。

(2) 財務状況

- 1) 補助金量の低減化に主眼をおいた結果、本プロジェクトの見かけ上の財務状況は苦しいものを示している。操業各年度において生ずる相当量の短期借入金を支障なく導入することが本プロジェクト実行上の重要要素である。
- 2) 生産水価格の低減あるいは財務状況の改善を図る方策として次の事項が考えられる。
 - a. プロジェクト実施にあたって、その必要所要資金を全額自己資金で賄う。
 - b. 操業期間中の資金ショートを補充する短期借入金相当分を政府補助金により補う。

c. 試算された最小補助金量を上回る援助を行って、本事業の収益性を高め、財務状況の改善を図る。これはアルジェリア国内部の資金移転にすぎないが、本事業の財務健全性が増し、借入金の導入に伴う問題等の解消に役立つ。

10 経済分析

本プロジェクトを単に採算性の面からのみ論ずるのは誤りである。水道事業としての公益性、例えば、衛生事情の改善、生活水準の向上等を考慮すべきであり、最悪化する1986年の水不足状況を解消する本プロジェクトの意義を十分評価すべきであると判断される。すなわち、本プロジェクトがもたらす社会への利益、貢献を調査検討する必要がある。

本経済分析はこの種の便益を定量的に把握することは困難であるため、定量化が可能である範囲で本プロジェクトの経済的便益量および費用を推算し、これに定性的評価を加えることにより実施した。

10.1 本プロジェクトの経済的便益

本プロジェクトの実現により生産される水の価値は、水不足による衛生事情の悪化、日常生活の支障等の大きな社会問題を解消するものであり、財務分析で試算された製品価値を大幅に上回る経済価値を保有すると判断される。

本プロジェクトのもたらす経済的便益量の概算は、生産水を価値の見直すことにより実施した。すなわち、生産水確保に対する要求が最も高い1986年度において、生産水の経済価値プレミアムは最大であり、その値は3.0~5.0と仮定した。1987年以降の数年間は、ケダラダム完成により十分な供給量が保証されるため、生産水のプレミアムは考慮しなかった。そして、再び水不足状況が発生し充足率が100%を割る1994年以降は予測される充足率の減少に従い、プレミアム値を推定のうえ、本プロジェクトのもたらす経済的便益量を推定した。

その結果、試算された経済的便益量は1986年において163百万USドル（プレミアム値3.0）~245百万USドル（プレミアム値5.0）であり、その後7年間はプレミアムを考慮しない市場価格と同額41百万USドルである。そして9年目以降は41~98百万USドル（プレミアム値3.0）、44~133百万USドル（プレミアム値5.0）と試算された。

10.2 本プロジェクトの経済的費用

本プロジェクトの経済的費用としては、プロジェクトの実施に伴う初期費用（所要資金）、生産費用および操業期間中の補助金の供与が考えられる。各費用の経済的価値は、財務分析において示された各費用（市場価格ベース）を外貨、内貨に大別し、内貨を熟練労働者、未熟練労働者、国内調達資源・資材に区分し、それぞれの経済価値プレミアムを考慮のうえ表5に示されるように試算された。また、補助金導入量は財務分析で求められた値である。

表 5 プロジェクトの経済的費用（所要資金、生産費用）
（千USドル）

項目 プロセス	所要資金		生産費用	
	市場価格	経済価値	市場価格	経済価値
MSFプロセス	212,975	228,493	20,615	17,349
ROプロセス	222,998	237,943	19,418	16,610

10.3 経済的内部収益率(EIRR)

試算された経済的便益および費用をベースとして、本プロジェクトの経済的ライフ期間(15年)における経済的キャッシュフローを求めた結果、内部収益率は表6に示すように算定された。

表 6 経済的内部収益率(EIRR)

ケース (生産水の経済価値プレミアム-'86年度)	EIRR	
	MSFプロセス	ROプロセス
Case A (3.0)	1.44%	1.84%
Case B (4.0)	7.19%	7.14%
Case C (5.0)	13.32%	12.66%

10.4 経済分析結果の評価

経済的キャッシュフローおよび算定された経済的内部収益率(EIRR)から判断すると、本プロジェクトの経済的効果は高く、その実施の妥当性が示唆される。すなわち、財務分析結果では、毎年30,979千USドル(MSFプロセス) および30,196千USドル (ROプロセス) におよぶ補助金の導入を必要としたが、経済分析結果では導入された補助金を回収したうえ、さらに便益を生ずることを示している。

これは、あまりにも深刻な1986年の水不足問題を解決する本プロジェクトの実施価値を高く評価したためである。しかしながら、経済効果は生産水の経済価値を如何に評価するかにより大きく左右される。アルジェリア当局により、水不足状況下で生ずる諸問題および他の代替給水方法等を検討のうえ、本プロジェクトにより期待される便益量が把握されることが望まれる。

本経済分析で仮定した経済価値プレミアムが妥当と判断されるならば、本プロジェクトの経済効果は大きく、社会への貢献が高いと評価される。そして、計測できない社会経済的便益（衛生事情の改善、生活環境の向上、地域社会の経済効果、雇用機会の増大等）を併せ考えると、本プロジェクトの実施は有意義なものであると判断される。

11 最適プロセスの選定と総合評価

11.1 技術的評価

概念設計を行った MSFおよびROプロセスについて、評価項目ごとに技術的な面から比較分析した結果、MSFはプラントの単位規模、原海水水質への適応性、使用薬品の種類、生産水質、稼働実績の面で優位にあり、ROプロセスはエネルギー消費量、所要人員、運転維持管理、材料の腐食、設置面積の面で優位にある。両プロセスはそれぞれ特徴があり、優劣はつけがたい。

11.2 経済的評価

次に経済性の面から比較分析した結果、総所要資金ではやや MSFプロセスが安い（差額11百万USドル）、造水コストはわずかながらROプロセスが低い値（総生産水量当たりのコスト差0.07DA/m³）となり、したがって、販売水量当たりの補助金の必要額もROプロセスが幾分（差額0.11DA/m³）少ない。しかしながら、この差は極めて微小であり、両プロセスとも経済性の面ではほぼ同一と見てよく、優劣は認められない。

11.3 本プロジェクトの要件

一方、本プロジェクトにおいて要求されている特有の条件は次のとおりである。

- (1) 建設期間： 現在、逼迫している水需給は1987年のダム完成までに一層深刻になるものと予測されている。したがって、できるかぎり早期のプラント完成が最優先事項であり、短納期のプロセスが選定において重要な条件である。
- (2) 稼働実績： 本プロジェクトは、アルジェリアでは、本格的海水淡水化としての初めての事業であり、しかも国の最優先プロジェクトとなっている。本プロジェクトの成否は市民の生活存立の基盤を左右することになるものであるだけに、リスクは避けなければならない。したがって、稼働実績が豊富で技術的に完成した信頼性のあるプロセスであることが大きな要件である。
- (3) 大規模性： プラント容量は15万 m^3 /日と大規模であるので、大型プラントに適したプロセスであることが条件である。スケールメリットがあり、1基当たりの容量が大きくできるプロセスであることが重要である。
- (4) 運転管理の容易性： アルジェリアでの海水淡水化はこれまで実績が少なく、このためプラントの運転、維持管理の熟練者が極めて少ないと思われる。また安定した運転を確保するためにも、できるかぎり運転、維持管理が容易で自動化されたプロセスが望ましい。

11.4 最適プロセスの選定

これまで検討した結果を総合し、とくに前項の要件に重点を置いて両プロセスの評価を行うと、建設期間については両プロセスとも全く同じであり、大規模性においてはMSFプロセスが大きな適性を有している一方、運転、維持管理の容易性の面ではROプロセスに特徴があり、稼働実績以外の要件ではどちらが優位であるとも言い難い。

稼働実績については、アルジェリア当局においても重視する意向を示しており、この要素に重点をおけば、MSFプロセスが最もこの要求にかなったプロセスであるということができ、本プロジェクトにおいてはMSFプロセスを選定するのが妥当と判断される。

なお、ROプロセスはまだ実績は少ないものの、現在技術が急速に発展している方式で、スケールアップも着実に進んでおり、将来性あるプロセスである。今後計画されるプロジェクトにおいてはROプロセスについても十分な検討評価の対象とすることが必要である。

12 本プロジェクト実施の妥当性

本プロジェクトの実施によって、ダム完成までの深刻な水不足は一挙に解消できる。これまで被っていた水不足による社会的経済的な莫大な損失が回避されると同時に、ダムからの水と併せて、その余裕分を工業用水、農業用水に振り向けることにより、これら産業への貢献を図ることができる。海水淡水化プラントは、ダムに比べて、一般に建設期間が短く、しかも工期の信頼性が高い。また、建設完了後、ダムのように貯水に要する時間を必要とせず、直ちに送水が可能である。

世界的な異常気象で砂漠化の進行が伝えられる中において、海水淡水化プラントはケダダム完成後であっても、雨期、乾期や降雨の多寡にかかわらず、需要に応じて水を生産し、水供給の確実性と安定化にも資することができる。さらに、ダム完成後数年先には再び水不足となり、その後逐年逼迫の度合いが強まることが予測されているが、これに対する事前の対応策としてもこのプラントは大きな意義をもっている。

付随的効果として、良質な海水淡水化の生産水と自然水との混合によって、水道水質の改善と安定化に資するという点も指摘できる。

本F/Sでは水道料金据置きで、補助金量の低減化に主眼をおいた結果、本プロジェクトの見かけ上の財務状況は苦しいものを示しているが、本プロジェクトはアルジェリア国における低エネルギー価格、大型プラントのスケールメリット、プラントの合理化等により、他の同種の海水淡水化プロジェクトに比べ、生産水価格においては遜色がなく、魅力のあるプロジェクトであるといえる。

経済分析で仮定した生産水に対する経済価値プレミアム 3.0～5.0 が妥当であるならば、本プロジェクトの経済効果は大きく、また、本プロジェクトの実現により期待される他の社会経済的便益（衛生事情の改善、生活環境の向上、地域社会の経済効果、雇用機会の増大等）を考慮すると、社会への貢献は極めて高い。

以上を総括し、本プロジェクトの実現は水不足に伴う住民の被る困難を解消し、社会環境の改善をもたらすものである。財務状況は苦しい様相を示すものの、生産水価格は妥当であり、資金調達方法の検討により生産水価格はさらに低減化が可能で、本プロジェクト実現により期待される経済的、社会的便益および経済効果を併せ考えると、本プロジェクトの実施は極めて有益なものであり、政府の強力な支援のもとにぜひとも実施されるべきものと判断される。

なお、本プロジェクトにおいて死活的重要性をもつプラントの早期完成を確保するためには、建設の工事契約を遅くとも1984年初頭までには終了する必要がある。また、困難を予想される財務状況の改善および生産水価格の低減を図るためには、政府出資あるいは補助金の十分な供与と資金調達の合理化に十分な配慮をする必要がある。

JICA