

## 6. 河川改修計画

### 6.1 基本方針

オリノコ川上流域から流出する大量の土砂、ならびに海域沿岸流により運ばれる漂砂は、リオグランデ舟運航路に対して年間 1,850 万 m<sup>3</sup> にもおよぶ莫大な維持浚渫を余儀なくしている。この浚渫量を低減し、効率的で安全な航路を保証する河川改修計画の策定は、オリノコ流域の基礎インフラとしての舟運航路の重要課題である。この視点に立った効率的な航路維持を可能とする河川改修計画は、①河川改修の構造的対策、②非構造的対策、並びに③現在実施している浚渫事業の改良対策の 3 つの柱から構成される必要が在る(表 S.6.1)。

表 S.6.1 河川改修計画

対象水路	リオグランデ水路(総延長 339km)		
現状の問題点	莫大な維持浚渫量と困難な航路水深の維持		
改修基本方針	①構造的対策	②非構造的対策	③浚渫改良
	水路改修		航路維持管理
	- 河川構造物設置による維持浚渫量の低減	- 河川構造物によらない維持浚渫量の低減	- 航路水深の確保
	- 川幅を狭めて流量を航路に集中させる河川構造物の建設 - 派川の締切構造物の建設	- 深浅測量の実施による航路線形の定期的な見直し	- 稼働時間の増加 - 航路床の不陸差の最小化 - 航路内への浚渫土の舞い戻りの解消

河川改修計画の対象水路は、貨物需要予測、河道の航路特性、改修・維持費用等の総合的評価に基づき、オリノコデルタの主要 3 水路中もっとも効率的舟運航路として位置付けられたリオグランデ水路とする。また、最大航行船舶は、現行同様に将来の鉄鉱石の輸送需要を効率的に処理可能なパナマックス型船舶(65,000DWT)とし、その計画水深は内外両航路に対して基準低水面から各々 10.2m、13.2m とする。

- 内水路(リオグランデ水路の河川航路部) : 10.2m (34 フィート)
- 外水路(リオグランデ水路の河口・沿岸航路部) : 13.2m (44 フィート)

内航路の計画水深 10.2m は、これより深い喫水を有する船舶が乾期に航行する時、積荷を航行可能水深に軽減調整する事を前提とする。

### 6.2 構造的対策

#### (1) 浚渫区間

外水路の航路起点から内水路のプエルト・オルガス港までの延長 339km のリオグランデ水路には、7 カ所の維持浚渫を必要とする区間が散在し、その総延長は 128km である。そのうち 6 カ所は内水路にあり総延長 50km、年間維持浚渫量は 850 万 m<sup>3</sup>、他の 1 カ所は外水路にあり総延長 78km、年間維持浚渫量は 1,000 万 m<sup>3</sup> におよぶ。リオグランデ水路の維持浚渫に係わる INC 予算は、年間 32.850 百万米ドル(1990 年から 1995 年の年平均)である。

表 S.6.2 リオグランデ水路における浚渫区間

区間	距離程 (km)	区間長 (km)	浚渫延長 (km)	維持浚渫量 (百万 m <sup>3</sup> /年)
(内水路)				
1)サンフェリックス	330-339	9	8	1.61
2)アラマヤ	306-322	16	4	1.04
3)グアルグアポ-バラカス-ジャジャ	246-278	32	19	3.82
4)アラグアイト	222-246	24	1	0.10
5)サクパナーグアシナ	182-207	25	16	1.51
6)クリアポ	93-115	22	2	0.40
(外水路)				
7)ボカグランデ	0-78	78	78	10.00
合計			128	18.48

内水路の浚渫区間は、概ねオリノコ川からの流出土砂が河道幅の拡大によって掃流力を低下させ堆積する区域に、並びに河道内に発達した砂州・島により水路が分岐し各水路の流量が小さくなる区域に位置する。この区域の航路埋没は掃流土砂が増大する雨期に集中し、毎年の雨期後には完全に元の河床面まで航路は埋め戻される。

ボカグランデの外水路浚渫区間は、河口部の流下幅の急拡によって掃流力が減少し、ウオッシュロードが堆積する区域に、かつ北上する沿岸流で運ばれてくる漂砂の堆積する区域に位置する。航路内の堆積厚は過去の調査で年間1m~1.5m程度と予測されている。

(2) 構造的対策の対象区間

航路水深を維持する構造的対策の策定は、リオグランデ水路の「河床高の縦断変化は河道幅・流量に対応する掃流力の増減に規定される」という河道特性を基本とし、この掃流力の増加策に着目した構造的対策案は下記2案が考えられる。

表 S.6.3 構造的対策案の適用性

構造的対策案	特徴
①点対応	分岐水路を締め切り、局所的な「点対応」で本川航路の流量を増加させて掃流力を増大する案 (図 S-7-2 参照)
②線対応	河川沿いに水制工、導流堤等を建設し、連続的な「線対応」によって川幅を狭めて掃流力を増大させる案。

点対応案 (①) は、締切堤等の構造物を部分的に設けることによって縦断方向に連続する浚渫区間を解消する効率的な対策案となる。他方、線対応案 (②) はリオグランデ水路のような大規模河川で、浚渫区間も長く対策施設規模が膨大になる場合には、構造的対策費用と浚渫費軽減効果の視点から経済的な妥当性はなく非現実的な対策案となる。このような視点から、現実的に構造的対策案の採用が可能な区間として、内水路区間である「アラマヤ区間」、「グアルグアポ-バラカス-ジャジャ区間」、および「サクパナーグアシナ区間」を選定した。

(3) 構造的対策の代替案

構造的対策の検討対象の3区間に対して、「点対応」を基本に派川の締切堤による流量コントロール代替案を以下のように選定した。

表 S.6.4 代替案一覧

A. アラマヤ区間	B. グアルグアポーバーランカスージャジャ区間	G. サクパナーグアシナ区間
浚渫量= 100 万 m <sup>3</sup> /年	浚渫量= 380 万 m <sup>3</sup> /年	浚渫量=150 万 m <sup>3</sup> /年
A-0. 現行の浚渫案	B-0. 現行の浚渫案	G-0. 現行の浚渫案
A-1. 締切案 (右派川)	B-1. 締切案 (チベラ水路)	G-1. 締切案 (ヘボリナ水路)
—	B-2. 締切案 (トルトラ水路)	—
—	B-3. 締切案 (ピアコア水路)	—

アラマヤ区間では、現行の浚渫継続 A0 案に対して、年間維持浚渫量 100 万 m<sup>3</sup> を解消する対策案として右派川を延長 3km の堤防で締め切る A1 案を選出検討した。グアルグアポーバーランカスージャジャ区間では、現行の浚渫継続 B0 案に対して、年間維持浚渫量 380 万 m<sup>3</sup> を解消する対策案として、チベラ水路、トルトラ水路、ピアコア水路をそれぞれ締め切る B1 案 (延長 1km の堤防)、B2 案 (延長 2.2km の堤防)、B3 案 (延長 1km の堤防) の計 4 案を選出した。サクパナーグアシナ区間では、現行の浚渫継続 G0 案に対して、年間維持浚渫量 150 万 m<sup>3</sup> を解消する対策案として、ヘボリナ水路を延長 1.7km の堤防で締め切る G1 案を選出した。以上、現行の浚渫継続案に加えて、締切堤による流量コントロール代替案の 5 案について検討する。

#### (4) 実現可能な構造的対策案

各区間の代替案 A1 案、B2 案、G1 案の実施は、航路河床を低下させ維持浚渫を解消する効果がある事を 1 次元水理解析で明らかにした。しかし、A1 案と G1 案は、現行の維持浚渫量に比べてその解消に必要な施設規模が過大で、現行の浚渫継続案に比べて明らかに経済的に非効率な案である。

実現の可能性ある構造的対策案は、グアルグアポーバーランカスージャジャ区間のトルトラ水路を締め切る B2 案である。オリノコ本川の約 40% の流量が流れ込んでいるトルトラ水路を長さ 2.2 km の締切堤で締め切り、本川航路のピーク流量を 14,400 m<sup>3</sup>/s から 28,600 m<sup>3</sup>/s に増加させて掃流力により堆砂を減じさせようとするもので、年間 380 万 m<sup>3</sup> の維持浚渫量を解消する効果が期待できる。延長 2,200m の締切堤の建設に加えて、バランス周辺の流量増による河岸侵食対策に約 2km の護岸建設が必要となるが、費用と便益がほぼ拮抗する構造的対策案である。この締切堤の構造形式としては、安価な現地発生材料を使用し維持管理の容易な「傾斜堤」が採用可能である。

#### (5) 構造的対策事業費

構造的対策 B-2 案に係わる概略の総事業費は 58,793 百万ボリバル (約 103.1 百万米ドル) で、維持管理費は直接工事費の 0.5% として 218 百万ボリバル (約 0.38 百万米ドル) と見積もられる。

### 6.3 非構造的対策

リオグランデ水路は河岸変動の視点からは比較的安定しているが、河床高は流況に応じて変動している。従って、定期的に深浅測量を実施し、滞筋の位置・深さ等の動向特性を把握し、浚渫維持量の低減と船舶の安全な航行を確保する観点から、航路位置の定期的な見直しを提案する。

## 6.4 浚渫改良

### 6.4.1 背景

リオグランデ航路は、ボカグランデ河口区間の 78km 外航路と、リオグランデ河川区間の 261km 内航路で構成され、全長約 339km である。航路水深を確保し安全航行を維持するための浚渫は、ボカグランデの 78km とリオグランデの 50km の合計 128km におよんでいる。計画航路の断面形状は次の通りである。

- ・外航路：喫水 42 フィートのパナマックス型船舶航行に、余裕深さ 2 フィートを見込んだ 44 フィート水深で、勾配 1:6 の法勾配を有する 400 フィート幅航路
- ・内航路：乾季に喫水 32 フィートの船舶が航行可能となるよう余裕深さ 2 フィートを見込んだ 34 フィート水深で、勾配 1:6 の法勾配を有する 300 フィート幅航路。水位は雨期に増加するが、乾期にはほぼ平均海面まで下降する。

リオグランデの航行可能な水深は、内・外航路のいずれか浅い方の水深が航路水深と定義され、乾季には内航路の水深が外航路の水深より浅くなるため、内航路の水深 34 フィートが航路を支配する水深となる。一方、雨期には増水によって深くなった内航路水深より、浅い外航路水深の 44 フィートが航路水深となる。

### 6.4.2 浚渫の現状

内・外航路の航行可能な水深を維持するために、INC が実施している航路浚渫に関する現状は下記の通りである。

- ・河川内航路河床の浚渫土は、平均粒径 0.3~0.7 mm の範囲にあり極めて均一な細砂である。一方、流速が遅くなる河川外航路における浚渫土は、フラッフ状（綿状）に沈降堆積した 0.1 mm 以下の微細砂である。フラッフは空隙比が大きく、その沈降直後においては船舶の航行に支障をきたす事はないが、自重により時間の経過に伴い密度を増すと船舶航行は難しくなる。
- ・1996 年 1 月の INC 報告によれば、1965 年から 1972 年に至る平均年間維持浚渫土量は河川外航路で 1,000 万 m<sup>3</sup>、河川内航路では 850 万 m<sup>3</sup> となっている。しかし、この浚渫目標は、1995 年 1 月 1 日から 1998 年 12 月 31 日の期間は達成されておらず、この間の航路水深は計画目標水深より 2~3m 浅くなっている。
- ・内航路の水位は 4 月に上昇し始めて航路水深を増加させ、外航路より水深は深くなる。しかし内航路の水位は 9 月に減少し始め、外航路水深より浅くなる。従って、内航路は減水期である 9 月から 3 月の期間に、また外航路は 3 月より 8 月の増水期に浚渫されている。
- ・1997 年 9 月における河川外航路の縦断方向の浚渫前と浚渫後の深浅測量によれば、浚渫前に MLLW 面下平均 11.7m であった航路水深は、浚渫後には平均 13.2m (44 フィート) まで増加している。しかしながら、航路の地盤高は、浚渫前後とも場所によって凹凸が激しく、MLLW 面下 7m の水深しか確保されていない浅い場所もある。

- ・ 浚渫作業に先立ち実施される内航路の深浅測量では、200kHz の音響測深機が使用されている。しかし、外航路では未圧密のフラップを検知せずに航行上障害となる圧密度の高い土層面を測定するために低周波の 24kHz が用いられている。砂質河床の内航路では両測深機ともに同一水深を計測できるが、200kHz の音響測深機を外航路で使用すると、未圧密の堆積フラップ表面の浅い部分しか計測できない。
- ・ 航行可能な船舶喫水は、INC が日々告示する水深情報に 2 フィートの水深余裕を考慮して決められている。外航路で波浪による船舶の左右動揺や着底が発生し船長が危険と判断する場合には、航路パイロットはその状況を INC に通知し告示水深の調整検討を求める。

#### 6.4.3 浚渫船団

INC はリオオリノコ号、イコア号、グアヤナ号の計 3 隻の浚渫船を保有するが、ホッパー型のグアヤナ号を除き他はトレリングサクシジョンのサイドキャスト排砂型の浚渫船である。そのうちイコア号は老朽対策整備のため 1991 年以降稼動していない。現在、中国港湾局との契約に基づくハンジュン号を含み 3 隻の浚渫船にて維持浚渫が行われている。これら浚渫船の仕様を表 S.6.5 に示す。

表 S.6.5 浚渫船の諸元

浚渫船	リオオリノコ号	ハンジュン号	イコア号	グアヤナ号
船主	INC	CHINA HARBOR	INC	INC
建造年	1979	1979	1961	1991
船長	116m	153m	147m	141m
船幅	28m	29m	28,5m	23m
総トン数 (GWT)	8,750	14,328	—	—
推進構造	自航式	自航式	自航式	自航式
浚渫タイプ	トレリングサクシジョン アーム排出タイプ	トレリングサクシジョン ホッパー付き アーム排出タイプ	トレリングサクシジョン ホッパー付き アーム排出タイプ	トレリングサクシジョン ホッパー付き
船体中央からの アーム長	86m	114m	108m	—
水面からの アーム高	17m	17m	20m	—
ホッパー容量	—	6,300m <sup>3</sup>	2,350m <sup>3</sup>	7,500m <sup>3</sup>
ポンプ台数	4 台	4 台	4 台	2 台
ポンプ容量/台	12,000m <sup>3</sup> /h	10,500m <sup>3</sup> /h	10,000m <sup>3</sup> /h	15,000m <sup>3</sup> /h

#### 6.4.4 浚渫活動の評価

##### (1) 外航路での浚渫土の排砂

外航路ではグアヤナ号を除きサイドキャスト排砂型の浚渫船が稼動しており、排砂管アームは水平に 90 度回転し、航路外へ排砂できる構造になっている。しかし、排砂アームは風波の作用を受ける場合には船舶の安定性を損なうことのないよう 15 度程度の回転に制限して使用されている。このため浚渫土は航路に戻ることであり、浚渫作業は航路内の河床土砂を移動させて場所変えをしていることと同じである。これを攪拌浚渫と呼ぶが、自重圧密したフラップ状河床土を緩めるので、船舶航行上ある程度の効果が認められる工法である。

## (2) 内航路浚渫での浚渫土の排砂

内航路の浚渫ではアームは船軸直角方向に広げて排出している。しかし、航路幅に比べてアーム長は短く浚渫土は航路内または隣接する区域に排出されるのみで相当量の舞い戻りが発生している。

## (3) 浚渫面の不陸

トレイリングサクシオン方法による浚渫河床面には不陸が発生しやすい。浚渫河床高の平均と最も浅い個所の不陸高差は、例えば 1997 年 4 月と 9 月ではそれぞれ 4m と 3.2m にもおよんでいる。船舶の航行可能な航路水深は浚渫面の最も浅い地点から水面までと表示されるので、不陸差を最小化することは、浚渫効率を向上させる上で重要である。

## (4) 浚渫稼働時間が少ない。

3 隻の浚渫船の年間稼働記録では、リオオリノコ号とハンジュン号の一日当りの稼働時間はそれぞれ 6 時間と 10 時間のみである。グアヤナ号の稼働成果はこれより悪く最小で、イコオは現在稼働していない。浚渫作業計画量の 30% から 50% の範囲に留まっている低調な作業実績は、短い作業時間に原因がある。INC との協議を通して判明した短時間稼働の原因は下記の通りである。

- a) 船員は浚渫作業のみ担当し、維持補修は他者に外注される。
- b) 3 週間の浚渫作業に対し、浚渫船維持補修作業に 5 時間を費やす
- c) グアヤナ号はトラブルが頻発し、ほとんど稼働できない状態である。問題はホッパーの排土システムにあり、とりわけ排土用のホッパー底の開閉に問題が多い。また、リオオリノコ号は安定上の問題がある。
- d) スペーパーパーツの調達に 6 ヶ月以上要するケースもある。
- e) 回転羽（エンペラ）の内側は、砂質土砂が通過することから、磨耗が激しく頻繁に取り替えを要する。
- f) 高温の排出ガスにより機器部品が損傷しやすい。

## 6.5 組織制度

### 6.5.1 事業に関係する部門

オリノコ川舟運航路の維持管理・運営に係わる組織には、環境天然資源省・オリノコアプレプロジェクト推進局 (PROA-MARN)、公共事業省 (MINFRA、1999 年 8 月以前は MTC)、運河庁 (INC)、そして港湾管理局 (Port Captaincy) がある。ガイアナ開発公社 (CVG) およびその傘下のフェロミネラ等の関連企業は、舟運航路の主要な利用者となっている。これら組織の役割・機能は下記の通り。

#### (1) 環境天然資源省・オリノコアプレプロジェクト推進局 (PROA-MARN)

PROA は、環境天然資源省 (MARN) の下部組織で、オリノコ川流域の社会経済開発を促進する目的で、調査・計画、および関連する組織の調整機関として 1990 年に設立された。PROA の主要な役割は下記の通りである。

- ・ オリノコアプレ川流域の開発計画の策定、およびプロジェクト実施のための調査、研究等の指導、管理、調整

- ・ オリノコアプレ川流域、および隣接する地域の開発促進
- ・ これら対象地域の社会経済開発の促進
- ・ 国家計画に組み込まれた国土総合開発の枠組みの中の地域中核都市の整備促進

これらの目的を達成のため PROA は下記事項の実施をすすとしている。

- ・ 環境に配慮したオリノコ流域の開発事業の推進
- ・ 河川舟運システムの強化
- ・ 上記事項のための調査・研究の実施

## (2) 公共事業省(Ministry of Infrastructure)

公共事業省 (MINFRA) は、新政権による組織改革の一環として 1999 年 8 月に運輸・通信省 (MTC) と都市開発省 (MINDUR) が合併し設立された。舟運を含む運輸・通信に係わる社会資本整備の政策立案、計画調整等に責任を持つ政府の重要機関である。河川舟運に関する MINFRA が担う主要業務は、以下の通りである。

- ・ 港湾、バース、埠頭、舟運航路等の各種施設の計画、工事、管理運営、保守点検、並びに入港船に関連する各種サービス等
- ・ 航行法の調整や航路の規制管理
- ・ 入港料、運送料等の設定認可
- ・ 水路舟運サービスの提供や各種規制の策定等

オリノコ水路舟運における MINFRA 機能は、近年、水路輸送サービス提供に焦点を当てた組織制度に係わる政策事項が主になっている。

## (3) 港湾局 (Port Captainty)

MINFRA の下部組織である港湾局 (Port Captainty) は、舟運交通の安全を保証するため、周辺海域、沿岸、内水域、港湾等の施設の管理・運営サービスを行っている。ベネズエラ国全域を 12 地域に分割し、プエルト・オルガスには地域を管轄する港湾局を設置し、ボカグランデからオリノコ上流 215 マイル地点までを担当範囲としている。港湾局の主要業務としては、下記のものがある。

- ・ 管区内の海域、沿岸域、内水域の関連施設の管理・監視
- ・ 船舶の入出港の承認、燃料や水供給、修理活動の確認
- ・ 埠頭、水域、バース、係留、油等可燃物質の貯蔵施設等の監視
- ・ 安全で円滑な通行を維持するための航行活動の調整

オリノコ舟運では、ボカグランデの航路基点からプエルトオルガス港までの航路パイロットサービスを港湾局が提供している。

## (4) 運河庁 (INC)

公共事業省の独立外郭組織である運河庁 (INC) は、ヴェネズエラ全土の舟運航路の管理運営組織として 1969 年 12 月設立された。INC の機能・権限は幅広く、舟運航路に係わる全般の事業に関与可能となっている。その主要なものは下記の通り。

- ・ 舟運に係わる調査、資金調達、建設、維持点検、改良、事務全般事業で、特に

大型船が通行するオリノコ舟運ルートは重要業務の一つである。

- ・ 航路の建設、利用、サービスや維持管理に係わる諸事業。
- ・ 直営、または民間委託、海外組織と共同の航路浚渫事業。
- ・ 浚渫に係わる研究等の諸事業への出資参加、合併、共同企業体設立。

INCのオリノコ舟運における主要活動は、航路水深確保のための維持浚渫、航路標識の設置・管理等の通行船舶の航行保証に関するもので、INCの財政は航路使用者からの通行料で賄われている。

#### (5) ガイアナ開発公社(CVG)

ガイアナ開発公社(CVG)は、1960年にオリノコ流域の開発を押し進めるために設立された政府管轄の独立事業組織である。当初のCVG活動は多岐にわたり、水力発電や直営の鉄鉱石・その他資源開発等の事業内容を含み、特に舟運に関しては、専用バースを所有し貨物輸送を実施していた。しかし、現在は、プエルトオルガスにおける港湾バースは、CVGから独立した企業群が個々に所有管理することになったため、舟運貨物の取り扱いも企業群が個々実施している。従って、プエルトオルガスには港湾全体を統括管理する港湾管理者がいない。CVGが直接管理している港湾は、公共の一般貨物ターミナルとして利用されているサン・フェリックス港だけとなっている。

#### (6) オリノコ川舟運管理委員会(CEARO)

CEAROはオリノコ川の港湾管理・運営の調整機関として1986年に設立され、運営予算は当時の運輸省(MTC)が負担し、CVGが事務局として機能していた。しかし、1992年以降活動は休止している。

### 6.5.2 港湾の管理運営

ヴェネズエラ政府の機構改革は1999年8月以降続けられている。しかし、オリノコ舟運軸を強化持続させるための組織制度の枠組み造りで解決すべき課題は残っており、近年の地方分権化や権限委譲等をめざすヴェネズエラ政府の組織改革は、今後も引き続いて推し進められることが期待されている。ここでは、オリノコ舟運に係わる港湾と航路を管理する上で組織制度上の問題点とその改善案を以下に述べる。

#### (1) 港湾の総合管理

プエルトオルガスでは、当初CVGが港湾の管理運営全体に携わっていた。しかし、CVGの分社化政策と個々の独立企業への港施設の専有を委ねた結果、港湾の総合的管理が不在になっている。従って、国内の他の港湾と同様に港湾管理組織をMINFRAの下部組織として設立し、オリノコ流域の持続的な経済発展に寄与するための将来の港湾拡張や改良、バース運営管理の調整等を実施することが望ましい。

#### (2) 航路浚渫

政府の分権化政策に沿って航路浚渫を効率的に進めるために、INCによる計画、管理、運営のもとで、民間企業等の他組織への浚渫業務の委譲についても検討する必要がある。この場合、INCの役割は、計画と調整に集中し、浚渫事業の実施は第三者に委ねる事になる。

#### (3) 中長期的な制度改革

最近の政府の機構改革は、その後州や市町村レベルの制度改革にも弾みをつけている。オリノコ舟運航路の管理組織の改革、特にINC組織においても改革の検討が必要となっており、組織改革を検討する特別委員会を2～3年以内に設立することをここに提言する。

## 6.6 環境配慮

本プロジェクトについての環境配慮は初期環境調査(IEE)と環境影響評価(EIA)にわけて実施した。まず第1フェーズ(M/P調査)の段階でIEEとして、ヴェネズエラ国の環境行政の現状調査を含む既存の文献資料の検討、および現地踏査に環境影響項目の抽出を行い、この結果に基づき、第2フェーズ(F/S調査)において環境影響評価(EIA)を実施した。

### 6.6.1 ヴェネズエラにおけるEIAシステム

ヴェネズエラではすべての開発事業者は事業に先立ち事業計画書を環境資源天然省(MARNR)に提出する。MARNRは事業内容を検討し、当該計画の環境への影響の度合いに応じて環境調査の種類を決定する。すなわち、影響度合いが大きいものから環境影響調査(EIA)、限定的な環境評価(EAE)、補足調査(RE)の3種類である。事業者はこの決定に基づき環境調査を行い、報告書を提出し、MARNRの最終的な事業認可を受けることとなる。

### 6.6.2 環境の現状

#### (1) 自然環境

ヴェネズエラは世界でも有数の高い生物多様性を有している。オリノコ川のデルタ地帯は高温多湿の熱帯性気候を示し、湿地性の植物が特徴的である。このデルタ地帯は起伏がなくほぼ一様な気候であるため、生物相も全域にわたって均一な様相を呈している。デルタにはマリウサ国立公園やオリノコデルタ生物保護区が指定されている。

#### (2) 社会環境

デルタアマクロ州の主なる産業は、漁業、農業林業、および鉱業等いわゆる第一次産業である。交通インフラ関係の設備は、地形的な特徴から遅れており、地域間の交通は舟運に制限されている。1990年の調査によると州の人口は84,564人で、このうち約29,000人が先住民のワラオ族である。

### 6.6.3 初期環境調査(IEE)

プロジェクトサイトのバランス周辺には国立公園等の自然保全上貴重な区域は存在しない。また航路の新設は計画に含まれておらず、新規浚渫による環境への影響はない。しかし、計画検討されているトルトラ水路の締め切りは、社会環境および自然環境両面において影響が大きいと予想される。締め切りによって周辺水域の水質が悪化し、魚類などの水生生物に影響を与える。また漁業を主な生業としている住民は締め切りによって重要な漁場を失う事になり、結果的には住民移転が必要になる可能性がある。一方、締め切りによる水流の変化によってバランス市沿岸での侵食が発生する可能性があるため、締め切りには上下流部における流水環境の保全や侵食防止対策が必要である。

IEE調査の結果に基づき、河川改修事業を実施計画地域に対して、さらに詳細な検討が必要なEIA対象環境調査項目として下記を抽出した。

- 堆砂、底生動物および水質調査
- 水生生物（特に魚類）調査
- 社会環境調査

## 6.7 経済・財務評価

### 6.7.1 概説

提案されている構造的対策5案について、対策実施前（without）と対策実施後（with）の経済費用変化を基に、国民経済的視点から評価する。評価の定量的要素は、対策実施費用（cost）と対策実施後の浚渫費用の低減（benefit）とする。財務評価は、経済的妥当性が推計された対策案に対して行い、財務的視点で計画実施の妥当性を検討する。

### 6.7.2 経済評価

構造的対策案はアラマヤ区間で1箇所、バランス区間で3箇所、グアシナ区間で1箇所の5案である。評価の第一段階は各案の対策費用（Project cost）と夫々の河川区間における対策実施前（現況）の浚渫費用を30年間のcash flowにおける現在価値合計（Net Present Value）において比較し、対策費用の現在価値合計が現況の浚渫費用の現在価値合計を下回る対策案を選定し、対策案の妥当性を判断した。その結果はバランス区間のB-2案のみが妥当性を有する対策案であると判断された（下表S.6.6参照）。

表 S.6.6 構造的対策案の経済費用と経済便益

経済費用	B-2案： 対策費用の現在価値合計	US\$ 83,370,000
経済便益	バランス区間の浚渫費用の現在価値合計	US\$ 87,305,000

上記B-2案に対して、対策実施前のバランス区間の浚渫費用と対策費用と維持管理費（浚渫費を含む）との関係においてB-2案の内部収益率（EIRR）を求めると11%である。ヴェネズエラにおける事業投資の機会費用比率（Opportunity Cost Ratio）は12%前後であると判断されるので、B-2案は余程の間接便益（Indirect Benefit）が想定されなければ、経済的妥当性は低い対策案と言える。

### 6.7.3 財務評価

経済評価において評価対象となった構造的対策B-2案について、既に想定されている将来輸送貨物の輸送通行料を収入（Revenue）として30年間で改修実施費用（Project Cost）が償還可能か否かについて財務的內部収益率（FIRR）を算定すると、FIRRが3%となり、財務的正当性は無いと判断される。

参考までに、本構造的対策の実施費用（Project Cost）が公共事業費で実施され、償還対象から除かれる事を前提としてFIRRを推計すると13%となり、財務的に妥当な結果を得る。

### 6.7.4 総合評価

経済・財務評価の推計結果から構造的対策は必ずしも高い経済的妥当性が認められず、かつ、財務的にも問題点を残しているが、B-2案については唯一可能性のある対策案であるので優先projectとして取り上げ、より精度のある検討をする。