

国際協力事業団

ヴィエトナム社会主義共和国  
科学技術環境省  
クアンニン省人民委員会

ヴィエトナム国  
ハロン湾環境管理計画調査

最終報告書

要約

平成11年9月

JICA LIBRARY



J1153827191

日本工営株式会社  
新日本気象海洋株式会社

社調二
J R
99-138

93  
119  
SS  
RARY



国際協力事業団  
ヴィエトナム社会主義共和国  
科学技術環境省  
クァンニン省人民委員会

ヴィエトナム国  
ハロン湾環境管理計画調査

最終報告書

要約

平成11年9月

日本工営株式会社  
新日本気象海洋株式会社

ヴィエトナム国  
ハロン湾環境管理計画調査

英文報告書の構成

- 1. Volume I : Executive Summary
- 2. Volume II : Main Report
- 3. Volume III : Supporting Report 1
- 4. Volume IV : Supporting Report 2
- 5. Volume V : Data Book

和文報告書の構成

- 1. 最終報告書 要約

通貨換算率

US\$ 1 = VND 13,927.5 = Yen 121.46  
1999年6月25日現在



## 序文

日本国政府は、ヴェトナム社会主義共和国政府の要請に基づき、同国のハロン湾環境管理計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成10年2月から平成11年7月までの間、3回にわたり、日本工営株式会社の岩井陽一氏を団長とし、同社及び新日本気象海洋株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。

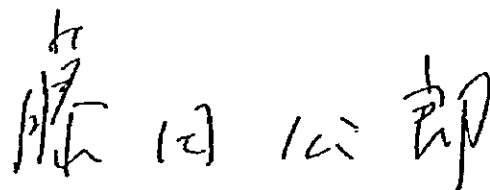
また平成10年2月から平成11年9月の間、作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、ヴェトナム社会主義共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成11年9月



---

国際協力事業団  
総裁 藤田公郎



## 伝 達 状

国際協力事業団

総裁 藤田公郎 殿

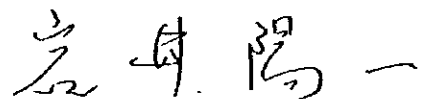
今般、ヴィエトナム社会主義共和国におけるハロン湾環境管理計画調査を終了いたしましたので、ここに報告書を提出致します。本報告書は、平成10年2月から平成11年9月の20ヶ月にわたり、現地及び国内で実施した調査結果を記載しております。

本環境管理計画は、西暦2010年を目標年次として、ビジョンとして設定したハロン湾地域の持続的な開発を達成するために作成したものです。計画には、環境保全に資する環境衛生、石炭産業、観光、環境資源に対する対策、及び環境管理計画の実行能力の向上に資する対策を提案しております。

環境管理計画で提案している対策は、現在のハロン湾地域における環境問題の解決と、将来の経済開発によって生じることが想定される環境問題を未然に防ぐものです。従って、提案した対策の実行が、ハロン湾地域の環境保全と地域住民の生活向上に大いに貢献するものと確信しております。2010年の目標年次に向け本計画がヴィエトナム国内で正式に承認され、早急に着手されることが強く望まれます。

なお、調査実施期間中、貴事業団、作業監理委員会、外務省、運輸省、及び環境庁の関係各位には多大なご協力とご支援を賜り、ここに厚く御礼申し上げます。またヴィエトナム国政府諸機関の関係者各位、在ヴィエトナム日本大使館、貴事業団ヴィエトナム事務所の皆様におきましては、貴重なご助言とご協力を賜りました。併せて御礼申し上げます。

平成11年9月



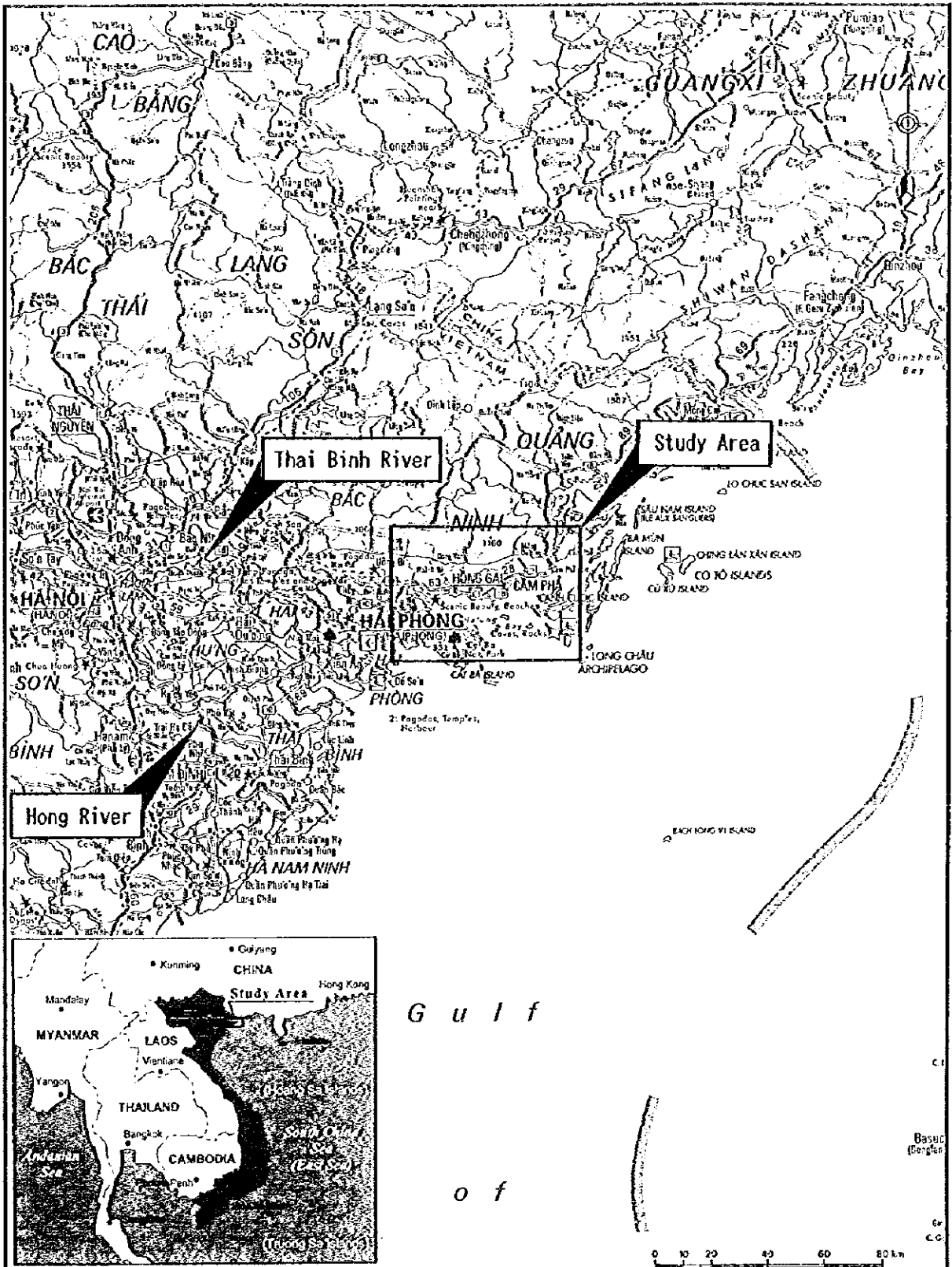
日本工営株式会社

ハロン湾環境管理計画調査団

団長 岩井陽一







The Study on Environmental Management  
for Ha Long Bay in the Socialist Republic of Vietnam

Japan International Cooperation Agency

調査対象地域



## 調査の概要

### 1 調査の背景

ハロン湾は、今後、急激な成長が予想されているハロン市、カンファ町の南に位置し、数多くの小島、奇岩からなる特異な景観を有することで世界的に有名である。このため、1994年にUNESCOによって世界自然遺産に登録され、今ではベトナム国有数の観光地となっている。

しかしながら近年の経済成長に伴って水質汚濁、自然環境の喪失などの環境破壊が顕在化しつつあり、特に生活排水、工場排水、鉱山廃水によるバイチャイ地区、クアオン地区の汚染が進行している。更に今後の工業開発、観光開発、都市開発を考えれば、ハロン湾の環境は将来にわたって急激に悪化することが懸念される。このような背景から、この地域における環境と経済開発の調和を図る上で、ハロン湾の総合的な環境管理計画の策定が緊急の課題であると認識されるに至った。

### 2 調査の目的

ベトナム国ハロン湾環境管理計画調査(本調査)の目的は以下の通りである。

- a) 自然環境と経済開発の調和を図るためのハロン湾環境管理計画の策定
- b) 本調査を通じたカウンターパート機関への技術移転

### 3 ハロン湾環境管理計画

#### 3.1 環境管理計画のフレーム

##### 3.1.1 理念と目標

ハロン湾環境管理計画(EMP)のビジョンは、“環境保全に配慮したハロン湾地域の持続可能な開発(Environmentally Sound and Sustainable Development of the Ha Long Bay Area)”と設定した。そして、このビジョン実現に向けたゴールとして、以下の3点を設定した。

Goal I : 世界自然遺産の絶対的保全

Goal II : 持続可能な経済開発に資する環境保全

Goal III : 環境管理に関する行政執行能力の強化

### 3.1.2 計画策定対象地域及び目標年

EMP の対象地域はハロン湾の世界遺産地域ならびにハロン湾の環境に影響を与える地域（面積約 2,500km<sup>2</sup>）とした。

本調査における社会経済開発フレームはクアンニン省が策定したハロン市マスタープラン（Development Master Plan of Ha Long City for 1994-2010、HLMP）に準拠することを前提としているため、EMP の目標年も 2010 年と設定した。

EMP の対象項目は、水質、環境資源、技術及び組織・制度に係るキャパシティとした。

### 3.1.3 EMP のアプローチとストラテジー

設定したビジョンとゴールを達成するために以下に示すアプローチとストラテジーを設定した。

- (1) 世界自然遺産の絶対的保全
  - 世界自然遺産地域における良好な水質の維持
  - 世界自然遺産地域の生態系・景観の保全
  - 廃棄物の管理
- (2) 持続可能な経済開発に資する環境保全
  - 汚濁負荷量の総量規制
  - 自然海浜、干潟の保全
  - 森林、水資源の保全
- (3) 環境管理に関する行政執行能力の強化
  - EMP 実施機関のキャパシティ・ビルディング
  - EMP 執行に係る組織・制度面の改革

## 3.2 環境ゾーニング

EMP 対象地域は次表のように 4 種類の環境ゾーンを設定した。

環境ゾーニング

環境ゾーン	面積(km <sup>2</sup> )	%	主要地域
1)特別保全地区(SCZ)	1,080	43	- 世界遺産指定地及びバッファー地域 - 国立公園及び森林保全区域
2)保全地区(CZ)	720	29	- 河川流域 - 世界遺産バッファー地域の周辺地域
3)重点管理地区(AMZ)	250	10	- 沿岸域の干潟 - バイチャイ湾
4)開発地区(DZ)	450	18	- 開発計画地周辺 - 既存都市部及び炭鉱地域
EMP 対象地域合計	2,500	100	-

### 3.3 環境保全目標

環境ゾーン毎の環境保全目標は、水質、環境資源（自然環境、景観）について以下のように設定した。

#### (1) 水質保全目標

##### 海域の水質保全目標 (1)

環境ゾーン	適用地域	透明度 (m)	BOD (mg/l)	COD <sub>Mn</sub> (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	SS (mg/l)
SCZ	西側	3.0	1.5	7.0	1.3	0.6	5
	東側	3.5	1.0	4.5	1.1	0.5	4
CZ	-	3.0	1.0	4.5	1.1	0.5	5
AMZ	バイチャイ沿岸域	0.5	1.3	7.5	1.6	0.7	15
	ホンガイ 沿岸域	1.5	1.3	7.5	1.6	0.7	5
	バイチャイ湾	1.5	1.3	7.5	1.6	0.7	5
	カンファ・クアオン沿岸域	1.5	1.1	5.0	1.6	0.7	7
	Binh Huong 河口域	0.5	1.3	7.5	1.6	0.7	15

##### 海域の水質保全目標 (2)

環境ゾーン	DO(mg/l)	pH(-)	油膜	浮遊ごみ	大腸菌群数 (MPN/100ml)
SCZ	5	7.0-8.3	nd	nd	nd
CZ	5	7.0-8.3	nd	nd	nd
AMZ	5	7.0-8.3	nd	nd	1,000

注: 1) nd は認められないを意味する。

2) 大腸菌群数は、水浴場に適用する。

陸域においてはベトナム国の地表水質環境基準 (TLVN5945、1995) をそのまま適用するものとした。

#### (2) 環境資源保全目標

##### 1) 自然環境保全目標

##### 自然環境の保全目標

環境ゾーン	緑被面積(率)	干潟	マングローブ林	サンゴ礁	魚介類
SCZ	464km <sup>2</sup> (94%)	1,120ha	200ha	現状の分布・種構成	違法漁法の禁止
CZ	208km <sup>2</sup> (85%)	-	-	-	同上
AMZ	-	17,300ha	3,800ha	-	同上
DZ	228km <sup>2</sup> (52%)	-	-	-	-

## 2) 景観保全目標

### 景観の保全目標

環境ゾーン	島の表面性状	水の色／透明感	自然資源の眺望	自然景観
SCZ	人工的に改変を受けた島がないこと。	水質として管理する。	はげ落ちた個所が島にないこと。干潟・マングローブは環境資源として管理する。	世界遺産コア地域に、係留される貨物船がないこと。航路をはずれて航行する船舶がないこと。

## 4 環境保全対策

EMP の環境保全目標は提案した 32 の環境対策を実施することによって達成される。EMP で提案した対策は、表 S.1 に示すとおりである。

## 5 環境管理計画の評価及び実施計画

### 5.1 経済・財務評価

EMP の経済的内部収益率 (EIRR) は 7.1% である。この値は少なくとも日本政府が提言している割引率を上回っており、しかも算術不能な学術的、生態的、教育的便益が含まれていないことから、EMP は社会経済的に妥当と判断される。

財務的内部収益率 (FIRR) は 0.54% であり、これは EMP の公的性格を考慮すると、少なくともマイナスでないことから、財務的な観点からも妥当と判断できる。加えて財務計画に基づき策定した費用回収スケジュールでは、最終的にはプラスの収支バランスとなるため、EMP 実施のための財務計画は経年的財務管理上も健全な内容と評価できる。

### 5.2 実施スケジュール

EMP で提案した各事業・計画に対して、段階別の実施スケジュールを作成した。作成にあたっては、キャパシティ・ビルディングに要する時間及び開発事業の進行との整合を考慮し、3 段階とした。実施スケジュールは、表 S.2 に示すとおりである。

### 5.3 投資計画

EMP で提案した事業・計画に要する費用に基づき、表 S.3 に示す投資計画を作成した。維持管理費を加えた総投資額は 2000~2010 年で US\$168×10<sup>6</sup> と概算された。

## 6 提言

策定した環境管理計画(EMP)はハロン湾地域での省レベル環境管理を目的としており、クアンニン省人民委員会(QNPC)が実施責任を負うことになる。QNPCは実施にあたって多くの課題に直面するが、実際に行動を起こすことで環境管理上の問題解決を図ることが可能となる。EMPの実施に際し、QNPCが下記の点について十分配慮することが求められる。

- (1) ハロン市開発マスタープラン(HLMP)へのEMPの反映
- (2) EMPのための実行委員会(IC)の設置
- (3) 最優先課題としての干潟保全の実施
- (4) 国営企業(SOE)との協力
- (5) 船舶からの汚濁負荷の規制
- (6) EMPにおける実務作業の強化
- (7) EMP地域外からの影響に対する取組みの実施
- (8) 環境事故発生時における取組みの強化

## 7 まとめ

本調査では、現在の環境問題点の抽出と将来の経済開発によって生じることが想定される環境問題を予測し、それらの解決策及び未然の防止策を検討したものである。調査においては、ハロン湾地域のビジョンを“環境保全に配慮したハロン湾地域の持続可能な開発”とし、その実現に向けて3つのゴールを設定した。またゴールを達成するため、環境ゾーンとそれに対する環境保全目標を設定し、必要な環境保全対策を検討した結果、32のハード型及びソフト型の事業を提案した。ハロン湾環境管理計画(EMP)はこれらを総合的に体系化して策定したものである。

策定したEMPはその実現により、世界遺産指定地の絶対的保護とハロン湾地域の住民生活の向上が期待される。EMPは環境保全、特に世界遺産指定地の保護の観点からはもとより、地域の持続可能な発展に重要な役割を果たす道標となるものである。EMPの実施には多くの時間、費用及び関係機関の努力が必要となるが、目標年次に向け具体的な施策に早期に着手することを強く勧告するものである。

表 S.1 EMP で提案する環境対策と概算費用

環境対策	No.	事業・計画	費用 (百万ドル)	
1. 環境衛生	1.1 生活排水管理	1 Dong Dang 地区集水システムを含む Don Dien 排水処理施設 (WWTP)	31.2	
		2 Deo Sen WWTP	36.9	
		3 Bach Dang WWTP	11.1	
		4 Cam Pha WWTP	7.5	
			小計	86.7
	1.2 産業排水管理	5 Cai Lan 工業団地 WWTP (集水・転送システム)	13.2	
		6 Hoanh Bo 工業団地 WWTP (集水・転送システム)		
		7 Lang Bang 工場群 WWTP	1.7	
			小計	14.9
	1.3 一般廃棄物管理	8 廃棄物収集車両、資機材の調達	8.3	
		9 Quang Hanh 埋立処分場の拡充	4.3	
		10 医療廃棄物用焼却炉の設置	1.2	
			小計	13.8
1.4 産業廃棄物管理	11 廃棄物収集車両、資機材の調達	1.7		
	12 埋立処分場の拡充	1.0		
	13 有害廃棄物用焼却炉の設置	2.0		
		小計	4.7	
		合計	120.1	
2. 石炭採掘関連対策	14 石炭採掘関連環境保全計画の策定	0.9		
	15 環境改善パイロット事業	1.8		
	16 炭鉱廃水対策	2.2		
	17 選炭工場環境対策	1.7		
	18 南デオナイ石捨場の改善	3.4		
	19 Mong Duong, Dien Vong, Ha Tu, Hong Gai, Cam Pha, Cua Ong 各河川流域改善対策	11.5		
	20 浚渫事業	13.3		
		合計	34.8	
3. 観光関連対策	21 観光関連環境保全計画の策定	0.1		
	22 第一期衛生環境改善事業	1.5		
	23 第二期衛生環境改善事業	1.2		
	24 監視体制の強化	1.0		
		合計	3.8	
4. 環境資源対策	25 裸地の森林再生	1.5		
	26 マングローブ湿地の再生	1.0		
	27 漁業活動管理計画	0.1		
	28 景観の保全対策	0.1		
		合計	2.7	
5. 環境モニタリング	29 環境モニタリング (水質、環境資源)	0.8		
	30 環境査察の強化	0.1		
		合計	0.9	
6. 組織・制度整備	31 環境管理実施体制の強化 (要員、訓練、資機材調達)	2.5		
	32 ビジターセンターの設置	3.0		
		合計	5.5	
		総計	167.8	

注：1) WWTPには、市街地区下水道システム及びポンプ場が含まれる。

2) 費用には、2000-2010年間の維持・管理費を含む。





表 S.2 ハロン湾環境管理計画の実施スケジュール

Category	Type	No.	Name of Projects/Programs	第一期			第二期			第三期			
				2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Sanitation Measures	Domestic Wastewater Management	1	Don Dien WWTP										
		2	Dong Dang Area (wastewater collection and convey system)										
		③	Bach Dang WWTP										
		4	Cam Pha WWTP										
	Industrial Wastewater Management	5	Cai Lan WWTP (wastewater collection and convey system)										
		6	Hoa Binh WWTP (wastewater collection and convey system)										
		7	Lang Bang WWTP										
	Domestic Solid Wastes Management	8	Procurement of Solid Wastes Collection Vehicles and Equipment				☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
		9	Extension of Quang Hanh Landfill Site										
		10	Clinical Solid Wastes Incinerator										
	Industrial Solid Wastes Management	11	Procurement of Solid Wastes Collection Vehicles and Equipment				☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
		12	Extension of Landfill Sites										
		13	Hazard Solid Wastes Incinerator										
Measures for Mining	14	Development of Environmental Plan for Mining											
	⑮	Pilot Project on Environmental Rehabilitation											
	16	Environmental Measures for Mine Wastewater											
	17	Environmental Measures for Coal Processing Plants											
	18	South Deo Nai Dumping Site Rehabilitation											
	19	Environmental Rehabilitation of River Basins											
	20	Dredging											
Measures for Tourism	21	Development of Environmental Plan for Tourism											
	⑳	Improvement of Sanitation Condition-Phase 1											
	23	Improvement of Sanitation Condition-Phase 2											
	24	Reinforcement of Patrolling Capability for Tourism Activities			////		PA		PA		PA		
Measures for Environmental Resources	25	Reforestation in Bare Area											
	㉑	Rehabilitation of Mangrove Swamps											
	27	Fishing Activity Management Program		PA									
	28	Measures for Landscape (Landscape Management Guideline) (Reinforcement of Patrolling Capability for Shipping Activities)					PA						
Environmental Monitoring	㉒	Environmental Monitoring (water quality and environmental resources)	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	
	30	Environmental Inspection	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	
Institutional Development	31	Reinforcement of Environmental Management Capability	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	
	㉓	Establishment of Visitor Center											

(E: 1) ☐ Design, ■ Construction, ☑ Equipment Procurement, ☐ Operation and Maintenance (O&M) or Training  
 2) OH優先事業を示す。





表S.3 ハロン湾環境管理計画の投資スケジュール及び維持・管理費用

Unit: US\$ × 10<sup>4</sup>

Category	Type	No.	Name of Projects/Programs	Stage	第一期			第二期				第三期				Total		
					2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010			
Sanitation Measures	Domestic Wastewater Management	1	Don Dien WWTP	Design & Construction			2,000	3,500	3,500					2,482	3,000		14,482	
			Dong Dang A/a (wastewater collection and convey system)	Design & Construction				2,500	3,600	3,935	4,000				230	230	250	14,045
			Deo Sen WWTP	Design & Construction			3,000	5,600	5,600						200	200	440	1,288
		3	Bach Dang WWTP	Design & Construction	1,000	1,800	1,800								6,000	6,583	7,000	33,783
		4	Cam Pha WWTP	Design & Construction				90	90	90	90	90	90	90	90	200	201	941
		Subtotal				1,000	1,800	6,800	11,600	14,700	6,245	7,552	8,294	11,359	10,000	0	79,350	
	Industrial Wastewater Management	5	Cai Lan WWTP (wastewater collection and convey system)	Design & Construction	1,500	1,602									1,300	1,602		3,604
		6	Huonh Bo WWTP (wastewater collection and convey system)	Design & Construction			80	80	80						124	160	160	1,004
		7	Lang Bung WWTP	Design & Construction						1,300	1,602				251	251	1,300	3,604
			Subtotal		1,200	1,602	0	0	0	1,800	2,407	1,300	1,602	1,300	1,602	1,300	1,602	12,613
	Domestic Solid Wastes Management	8	Procurement of Solid Wastes Collection Vehicles and Equipment	Equipment Procurement				801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	6,408
		9	Extension of Quang Hanh Landfill Site	Design & Construction				1,000	1,723	135	155	185	216	252	294	343	417	1,923
		10	Clinical Solid Wastes Incinerator	Design & Construction		407	500											2,907
			Subtotal		0	407	500	1,801	2,524	801	801	801	801	801	801	801	801	10,035
Industrial Solid Wastes Management	11	Procurement of Solid Wastes Collection Vehicles and Equipment	Equipment Procurement				196	196	31	41	400	400	400	400	120	120	1,192	
	12	Extension of Landfill Sites	Design & Construction		270	300	17	22	29	39	52	76	112	121	121	570		
	13	Hazard Solid Wastes Incinerator	Design & Construction				450	911									1,361	
		Subtotal		0	270	300	646	1,107	0	0	400	400	0	0	0	0	3,123	
Measures for Mining	14	Development of Environmental Plan for Mining	Design	202	374	259											921	
	15	Pilot Project on Environmental Rehabilitation	Design & Construction	675	727	261											1,663	
	16	Environmental Measures for Mine Wastewater	Design & Construction				38	40	41	44							166	
	17	Environmental Measures for Coal Processing Plants	Design & Construction		58	58	53	55					90	90	90	90	334	
	18	South Deo Nai Dumping Site Rehabilitation	Design & Construction		141	2,736											2,877	
	19	Environmental Rehabilitation of River Basins	Design & Construction		173	173	997	1,034	1,028	958	851	828	1,130	976	976	8,228		
	20	Dredging	Design & Construction	1,315	1,315	1,315	1,315	1,315	1,315	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	13,265		
		Subtotal		2,192	2,791	4,802	2,423	2,764	3,063	2,839	1,936	1,973	2,305	2,051	2,051	29,079		
	Measures for Tourism	21	Development of Environmental Plan for Tourism	Design	50													75
		22	Improvement of Sanitation Condition-Phase 1	Design & Procurement	29	241	241											511
23		Improvement of Sanitation Condition-Phase 2	Design & Construction				125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	1,000	
24		Reinforcement of Patrolling Capability for Tourism Activities	Design & Procurement			67											67	
		Subtotal		79	241	308	14	268	224	314	0	32	0	32	0	32	1,452	
Measures for Environmental Resources	25	Reforestation in Bare Areas	Construction		122	124	125	125	125	125	155	155	150	150	150	150	1,381	
	26	Rehabilitation of Mangrove Swamps	Design & Construction	92	81	81	88	81	81	81	81	88	81	81	81	81	916	
	27	Fishing Activity Management Program	Equipment Procurement		32												32	
	28	Measures for Landscape (Landscape Management Guideline) (Reinforcement of Patrolling Capability for Shipping Activities)	Design		50												75	
		Subtotal		92	285	205	245	206	206	236	236	268	231	231	231	231	2,436	
	Environmental Monitoring	29	Environmental Monitoring (water quality and environmental resources)	Equipment Procurement	30			79	24	108	90							331
30		Environmental Inspection	Equipment Procurement	72	11	32	24	37	64	40							457	
		Subtotal		102	11	64	103	61	172	130							788	
Institutional Development	31	Reinforcement of Environmental Management Capability	Equipment Procurement	134													262	
	32	Establishment of Visitor Center	Design & Construction	150	572	452	22	391	11	412	10	10	10	10	10	10	2,250	
		Subtotal		334	235	2,236	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	3,000	
Total	Design & Construction + Equipment Procurement				4,957	7,631	13,151	16,868	21,533	12,521	14,239	12,929	16,398	14,437	14,437	4,791	111,373	
	O&M + Training				436	593	614	765	1,516	2,361	2,930	3,594	3,937	4,583	5,019	26,434		
	Grand total (Design & Construction + Equipment Procurement + O&M + Training)				5,393	8,224	13,765	17,633	23,049	14,882	17,169	15,859	16,923	20,335	19,120	19,120	9,810	137,807

注:○は優先事業を示す。



# 目次

ページ

<b>I 調査の概要</b>	
第1章 調査の概要.....	1-1
1.1 調査の背景.....	1-1
1.2 目的.....	1-1
1.3 調査対象地域.....	1-1
1.4 調査日程.....	1-2
1.5 実施機関.....	1-2
<b>II ハロン湾地域の現況及びシミュレーションモデルの開発</b>	
第2章 地域の概況.....	2-1
2.1 地形.....	2-1
2.2 社会経済.....	2-1
2.3 インフラストラクチャー.....	2-2
2.3.1 交通.....	2-2
2.3.2 水供給.....	2-2
2.3.3 下水排水.....	2-2
2.3.4 廃棄物.....	2-2
2.3.5 電力供給.....	2-3
2.4 海岸域及び海域生態系.....	2-3
2.4.1 湿地生態系.....	2-3
2.4.2 海域生態系.....	2-3
2.5 環境管理に関する組織・制度の状況.....	2-4
第3章 水質汚濁機構.....	3-1
3.1 流況.....	3-1
3.1.1 海岸及び海底形状.....	3-1
3.1.2 海底堆積物.....	3-1
3.1.3 潮汐と潮流.....	3-1
3.1.4 水塊構造.....	3-2
3.1.5 湾内の水交換.....	3-2
3.2 水質及び底質.....	3-2
3.2.1 既存水質データ.....	3-2
3.2.2 雨期の水質.....	3-3
3.2.3 乾期の水質.....	3-3
3.2.4 湾内の底質.....	3-3
3.2.5 外洋水による影響.....	3-4
3.3 汚濁負荷量.....	3-4
3.3.1 サブ流域の設定.....	3-4
3.3.2 特定及び不特定汚濁源.....	3-4
3.3.3 湾に流入する汚濁負荷量.....	3-5
3.4 湾内の汚濁物質収支.....	3-5

3.5	水質汚濁機構.....	3-6
3.5.1	調査地域における水質の状況.....	3-6
3.5.2	湾における水質の分布.....	3-6
3.5.3	雨期と乾期の水質.....	3-7
3.6	シミュレーションモデルの開発.....	3-7
3.6.1	シミュレーションモデルの構造.....	3-7
3.6.2	モデルの再現性.....	3-8
第4章	将来の社会経済フレーム.....	4-1
4.1	各種開発マスタープランのレビュー.....	4-1
4.1.1	国家開発計画.....	4-1
4.1.2	クアンニン省開発マスタープラン.....	4-1
4.2	将来開発計画.....	4-1
4.3	経済開発フレームの設定.....	4-2
4.3.1	人口、雇用、土地利用.....	4-2
4.3.2	観光.....	4-2
4.3.3	主要工業開発計画の規模の推計.....	4-3
4.4	経済開発による環境影響.....	4-3
4.4.1	現状の環境対策.....	4-3
4.4.2	ハロン湾地域の将来の環境.....	4-3
III ハロン湾環境管理計画		
第5章	環境管理計画のフレームワーク.....	5-1
5.1	環境管理計画の必要性.....	5-1
5.2	理念と目標.....	5-1
5.3	計画策定対象地域及び目標年.....	5-2
5.4	環境管理項目.....	5-2
5.5	EMPのアプローチとストラテジー.....	5-2
5.5.1	世界自然遺産の絶対的保全 (Goal I).....	5-3
5.5.2	持続可能な経済開発に資する環境保全 (Goal II).....	5-4
5.5.3	環境管理に関する行政執行能力の強化 (Goal III).....	5-4
5.6	環境ゾーニング.....	5-5
5.7	環境保全目標.....	5-5
5.7.1	環境保全水準の検討.....	5-5
5.7.2	EMPの環境保全目標.....	5-6
第6章	環境保全目標達成に必要な環境対策.....	6-1
6.1	環境衛生対策.....	6-1
6.1.1	生活排水.....	6-1
6.1.2	一般廃棄物.....	6-1
6.1.3	産業排水.....	6-2
6.1.4	産業廃棄物.....	6-2
6.2	石炭産業に係る環境対策.....	6-3
6.2.1	石炭産業に係る環境目標.....	6-3
6.2.2	石炭産業に係る環境対策事業.....	6-3
6.3	観光産業に係る環境対策.....	6-4



	6.3.1	観光産業に係る環境目標.....	6-4
	6.3.2	観光産業に係る環境対策事業.....	6-4
6.4		環境資源保全対策.....	6-5
	6.4.1	自然環境保全対策.....	6-5
	6.4.2	景観保全対策.....	6-5
6.5		代替案の選定.....	6-6
第7章		環境モニタリング.....	7-1
7.1		環境モニタリング計画.....	7-1
	7.1.1	水質.....	7-1
	7.1.2	環境資源.....	7-2
7.2		環境査察計画.....	7-3
7.3		制度的枠組み及び概算費用.....	7-3
	7.3.1	環境モニタリングの実施体制.....	7-3
	7.3.2	環境査察の実施体制.....	7-3
	7.3.3	環境モニタリング及び査察に要する費用.....	7-3
第8章		組織・制度フレームワーク.....	8-1
8.1		EMP実施組織.....	8-1
	8.1.1	EMP実行委員会の創設.....	8-1
	8.1.2	新しいセクションの創設.....	8-2
	8.1.3	新組織の創設に伴う組織・制度的変更.....	8-2
8.2		利害関係者の参加と環境情報の普及.....	8-2
8.3		EMPの公認と運用システム.....	8-3
	8.3.1	EMPの公認.....	8-3
	8.3.2	運用システム.....	8-3
8.4		EMP実施に係る組織・制度面の費用.....	8-4
第9章		環境管理計画（EMP）の評価及び実施計画.....	9-1
9.1		EMPの環境保全対策.....	9-1
9.2		EMPの財務評価.....	9-1
	9.2.1	ハロン湾の環境価値.....	9-1
	9.2.2	経済評価.....	9-2
	9.2.3	財務評価.....	9-3
9.3		EMPの実実施計画.....	9-4
	9.3.1	実施スケジュール.....	9-4
	9.3.2	投資計画.....	9-5
	9.3.3	優先事業.....	9-5
第10章		提言.....	10-1
10.1		提言.....	10-1
	10.1.1	EMP実施にあたっての提言.....	10-1
	10.1.2	技術上の提言.....	10-4
	10.1.3	組織・制度上の提言.....	10-6
	10.1.4	経済・財務上の提言.....	10-6
10.2		まとめ.....	10-7

## 図表目次

	ページ
表 4.3.1 調査地域における主要開発事業.....	4-4
表 9.1.1 EMP で提案された環境対策と概算費用.....	9-6
表 9.3.1 ハロン湾環境管理計画の実施スケジュール.....	9-7
表 9.3.2 ハロン湾環境管理計画の投資スケジュール及び維持・管理費用.....	9-9
表 9.3.3 優先事業の選定.....	9-11
	ページ
図 1.3.1 調査対象地域.....	1-3
図 4.4.1 現状の環境対策のみが実施された場合の将来水質.....	4-5
図 4.4.2 ハロン湾地域における環境破壊の状況.....	4-6
図 5.3.1 環境管理計画対象地域.....	5-8
図 5.6.1 環境ゾーン位置図.....	5-9
図 7.1.1 水質モニタリング地点.....	7-4

## 略語

### <組織・機関名>

ADB	Asian Development Bank
BTFD	Board of Tourist Ferry Dock
CEETIA	Center for Urban and Industrial Area Environment Technique
CIDA	Canadian International Development Agency
CMESRC	Center for Marine Environment Survey, Research & Consultation
CP	Counterpart
CP/T	Counterpart Team
CPUEC	Cam Pha Urban Environment Company
DANIDA	Danish International Development Agency
DARD	Department of Agriculture and Rural Development
DOC	Department of Construction
DOF	Department of Fisheries
DOI	Department of Industry
DOSTE	Department of Science, Technology and Environment
DOTOUR	Department of Tourism
DOTR	Department of Transportation
DPI	Department of Planning and Investment
E/C	Executive Committee
EMD	Environmental Management Division
FPA	Forest Protection Agency
GOV	Government of Vietnam
HIO	Haiphong Institute of Oceanology
HLESC	Ha Long City Environmental Sanitation Company
HLMB	Ha Long Bay Management Board
ID	Inspection Division
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
JICA	Japan International Cooperation Agency
MOSTE	Ministry of Science, Technology and Environment
MPI	Ministry of Planning and Investment
NEA	National Environmental Agency
OCDI	Overseas Coastal Development Institute
OECE	Overseas Economic Cooperation Fund
PA	Port Authority
QNPC	People's Committee of Quang Ninh Province

S/C	Steering Committee
SIDA	Swedish International Development Agency
UNDP	United Nations Development Program
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
QNEMA	Quang Ninh Environmental Management Authority
VINACOAL	Vietnam National Coal Corporation
WB	World Bank

<計画・プロジェクト関連>

HLMP	Development Master Plan of Ha Long City for 1994-2010
HWSSP	Ha Long City Water Supply and Sanitation Project
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
VCEP	Vietnam-Canada Environmental Project
VNNEAP	Vietnam National Environmental Action Plan

<環境管理計画関連用語>

AMZ	Active Management Zone
DZ	Development Zone
EMP	Environmental Management Plan
ERMU	Environmental Research and Monitoring Unit
IC	Implementation Committee
IPCU	Industrial Pollution Control Unit
CZ	Conservation Zone
SCZ	Special Conservation Zone
TfPU	Tidal Flats Protection Unit

<経済関連用語>

B/C	Benefit-cost ratio
CVM	Contingent Valuation Method
EIRR	Economic Internal Rate for Return
FDI	Foreign Direct Finance
FIRR	Financial Internal Rate of Return
GDP	Gross Domestic Products
NPV	Net Present Value
ODA	Official Development Assistance
OVA	Objective Valuation Approach

<b>SVA</b>	<b>Subjective Valuation Approach</b>
<b>TCM</b>	<b>Travel Cost Method</b>
<b>WTP</b>	<b>Willingness to Pay</b>

**<化学関連用語>**

<b>BOD</b>	<b>Biochemical Oxygen Demand</b>
<b>COD</b>	<b>Chemical Oxygen Demand</b>
<b>DO</b>	<b>Dissolved Oxygen</b>
<b>I-N</b>	<b>Inorganic Nitrogen</b>
<b>I-P</b>	<b>Inorganic Phosphorus</b>
<b>NH<sub>3</sub>-N</b>	<b>Ammonia Nitrogen</b>
<b>NO<sub>2</sub>-N</b>	<b>Nitrite Nitrogen</b>
<b>NO<sub>3</sub>-N</b>	<b>Nitrate Nitrogen</b>
<b>O-N</b>	<b>Organic Nitrogen</b>
<b>O-P</b>	<b>Organic Phosphorus</b>
<b>PO<sub>4</sub>-P</b>	<b>Phosphate</b>
<b>SPM</b>	<b>Suspended Particulate Matter</b>
<b>SS</b>	<b>Suspended Solids</b>
<b>T-N</b>	<b>Total Nitrogen</b>
<b>T-P</b>	<b>Total Phosphorus</b>

**<その他>**

<b>EIA</b>	<b>Environmental Impact Assessment</b>
<b>IC/R</b>	<b>Inception Report</b>
<b>F/S</b>	<b>Feasibility Study</b>
<b>LEP</b>	<b>Law on Environmental Protection</b>
<b>M/M</b>	<b>Minutes of Meeting</b>
<b>O&amp;M</b>	<b>Operations and Maintenance</b>
<b>QA/QC</b>	<b>Quality Assurance and Quality Control</b>
<b>R&amp;D</b>	<b>Research and Development</b>
<b>SOE</b>	<b>State Owned Company</b>
<b>S/W</b>	<b>Scope of Work</b>
<b>TCVN</b>	<b>Vietnam Standards</b>
<b>TOR</b>	<b>Terms of Reference</b>
<b>WWTP</b>	<b>Wastewater Treatment Plant</b>

## 単 位

<b>長さ</b>		<b>貨幣</b>	
mm	millimeter	VND	Vietnamese Dong
cm	centimeter		
m	meter	<b>その他</b>	
km	kilometer	%	percent
		‰	permill
<b>面積</b>		°C	degree centigrade
m <sup>2</sup>	square meter	10 <sup>3</sup>	thousand
km <sup>2</sup>	square kilometer	10 <sup>6</sup>	million
ha	hectare	10 <sup>9</sup>	billion
<b>体積</b>		CV	cylinder volume
m <sup>3</sup>	cubic meter	DWT, dwt	dead weight ton
ℓ	liter	GRT	gross ton
		KV, KVA	kilovolt-ampere
<b>重量</b>		MPN	most probable number
kg	kilogram		
ton	metric ton		
<b>時間</b>			
sec	second		
min	minute		
hr	hour		
yr	year		

# I 調査の概要





# I 調査の概要

## 第1章 調査の概要

### 1.1 調査の背景

面積約 122.5km<sup>2</sup>、人口約 13 万人のハロン市はクアンニン省で最大の都市であり、ハノイ市、ハイフォン市を併せたヴィエトナム北部経済地区として今後の社会、経済開発が期待されている。ハロン湾は、これら急激な成長が予想されているハロン市、カンファ町の南に位置し、数多くの小島、奇岩からなる特異な景観を有することで世界的に有名である。このため、1994年に UNESCO によって世界自然遺産に登録され、今ではヴィエトナム国有数の観光地となっている。ハロン湾及びその周辺域は、上述のように経済的にも自然環境的にも特異な地域であるといえよう。

しかしながら近年の経済成長に伴って水質汚濁、自然環境の喪失などの環境破壊が顕在化しつつあり、特に生活排水、工場排水、鉱山廃水によるバイチャイ地区、クアオン地区の汚染が進行している。更に今後の工業開発、観光開発、都市開発を考えれば、ハロン湾の環境は将来にわたって急激に悪化することが懸念される。このような背景から、この地域における環境と経済開発の調和を図る上で、ハロン湾の総合的な環境管理計画の策定が緊急の課題であると認識されるに至った。

### 1.2 目的

ヴィエトナム国ハロン湾環境管理計画調査(本調査)の目的は以下の通りである。

- a) 自然環境と経済開発の調和を図るためのハロン湾環境管理計画の策定
- b) 本調査を通じたカウンターパート機関への技術移転

### 1.3 調査対象地域

本調査対象地域は 1997 年の事前調査団派遣時に合意されたスコープ・オブ・ワーク (S/W) に従ってバッファア地域を含む世界自然遺産地域、湾の環境に影響を及ぼす後背地とし、具体的にはハロン湾、バイチャイ湾、クアオン地区、カッタバ島東部を含む地域(図 1.3.1 参照)を対象とした。

#### 1.4 調査日程

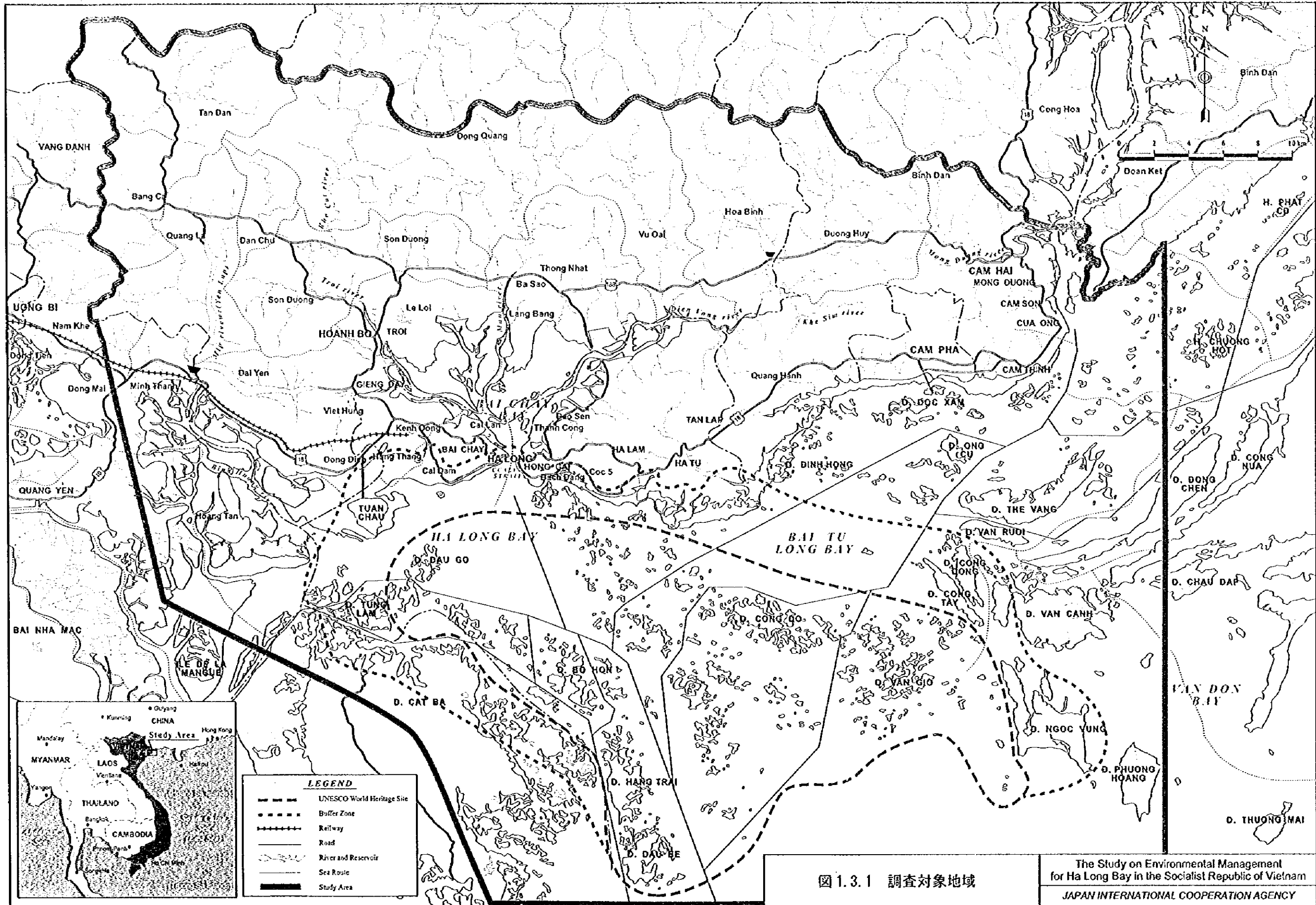
調査は 1998 年 2 月から 1998 年 10 月までの第 1 段階、1998 年 11 月から 1999 年 9 月までの第 2 段階に分けて、合計約 20 ヶ月間にわたって実施した。

#### 1.5 実施機関

1998 年 2 月の第 1 回ステアリングコミティー(S/C)において、ヴィエトナム側の実施機関が次のように決められた。

- a) カウンターパート(C/P)機関 : 主 C/P 機関としてクアンニン省人民委員会 (QNPC)、調整機関として科学技術環境省(MOSTE)
- b) ステアリング・コミティー(S/C) : 本調査関連中央省庁及び研究機関
- c) エグゼキューティング・コミティー(E/C) : QNPC の関連部局及び研究機関
- d) カウンターパート・チーム(CP/T) : QNPC 関連部局の職員





The Study on Environmental Management  
for Ha Long Bay in the Socialist Republic of Vietnam  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

## II ハロン湾地域の現況及び シミュレーションモデルの開発

## II ハロン湾地域の現況及びシミュレーションモデルの開発

### 第2章 地域の概況

#### 2.1 地形

調査対象地域はハロン湾ならびに湾を取り巻くハロン市、カンファ町、ホアンポー (Hoanh Bo) 郡、エンフン (Yen Hung) 郡東部、カットバ島東部に位置している。ハロン湾には大小約 2,000 の島々が存在し、石灰岩質の特異な景観を持つ湾である。調査対象地域北部は山間地帯であり、開発はあまり進んでいない。しかし、ハロン市、カンファ町の丘陵部を中心に石炭鉱山が広く分布している。平坦地は主として沿岸域に限定されており、埋立てなど大規模な開発が進行しつつある。

#### 2.2 社会経済

1989 年のセンサスによれば、ハロン市とカンファ町の人口はそれぞれ 129,391 人、127,378 人であり、1990 年における調査対象地域の総人口は約 37 万人と見積られている。本調査対象地域の経済はサービス業、工業が中心であり、農業主体のベトナム国においては異なった特徴を持つ。また、ハロン市の一人あたり GDP(1995)は全国平均の 2 倍であるが、ホアンポー郡、エンフン郡においては逆に半分に過ぎず、地域格差が大きいことも特徴である。

GDP (1995)

地域	GDP (VND billion)	GDP per capita (VND million)	平均年成長率 (1990-1994) (%)
ハロン市	950	6.53	18.9
カンファ町	409	2.96	2.8
ホアンポー郡	66	1.29	2.6
エンフン郡	144	1.17	3.9
ベトナム国	222,840	3.01	10.4

出典：Statistical Year Book of Vietnam, 1996 and UNDP & DSI, Sustainable Development Planning For Road No. 18 Corridor, 1997

本調査対象地域の経済活動は石炭産業とその関連産業が主体となっているが、観光産業も近年急激に伸びている。1990 年代の観光客数の伸びが、特に外国人観光客において顕著であり、石炭産業偏重の経済からバランスのとれた経済構造への変革の兆しが伺える。

## 2.3 インフラストラクチャー

### 2.3.1 交通

本調査対象地域の港湾は石炭港、石油港、一般港に分けられ、現在主なものとしてホンガイ海上港、ホンガイ石炭港、Cot 5 石炭港、Nam Cau Thang 港、B12 石油港、カイラン港、Vung Duc 石炭港、クアオン石炭港、Hon Net 海上港等がある。ハロン市の道路延長は約 480km であり、中でも中国との国境都市モンカイとハノイを結ぶ国道 18 号が最も重要な道路である。

### 2.3.2 水供給

本調査対象地域の陸域の水資源は、海岸地域に多い地下水と Dien Vong 川や Dong Ho 川に代表される表流水である。水供給に関してはクアンニン水道公社が一元的に管轄している。主な施設としてはホンガイ地区とカンファ町に対する Dien Vong 取水及び浄水施設、バイチャイ地区に対する取水及び Dong Ho 浄水施設がある。最大供給可能量は 15,000m<sup>3</sup>/日である。

### 2.3.3 下水排水

本調査対象地域の世帯数のうち約 85%が簡易トイレ、腐敗槽など、何らかのし尿処理設備を持つ。汚水処理に関する特徴としては、次の点が挙げられる。

- a) 市場や市街地などでは腐敗槽付の水洗トイレの普及が目立つが、市街地以外では簡易トイレが一般的である。
- b) 道路脇の新興住宅地では腐敗槽が一般的であり、汚水は近くの排水路へ排出されている。また、旧市街地あるいは道路から離れた地域では、腐敗槽からの汚水は小規模な汚水路に排出されている。
- c) 調査対象地域には約 3,000 人の水上生活者がいるとされているが、汚水は海域に直接排出されている。また、観光船からの汚水も、海域に直接排出されている。

下水排水に関しては、ハロン市人民委員会の下部機関であるハロン市環境衛生公社 (HLESC) とカンファ都市環境公社 (CPUEC) が管轄している。

### 2.3.4 廃棄物

ハロン市、カンファ町を含む都市部には約 28 万人が住み、年間約 65,000 トンのゴミを排出している。廃棄物に関してもハロン市環境衛生公社とカンファ都市環境公社が管轄しているが、施設や予算の関係からゴミの収集率は 50%以下となっている。

### 廃棄物収集状況

収集システム	Hong Gai (%)	Bai Chay (%)	Cam Pha (%)
戸別収集	10	0	15
ゴミ集積所	42	42	15
全体収集率	52	42	30

出典： HWSSP, Sanitation Feasibility Study, Main Report Annexes, 4 Solid Waste Collection and Disposal, 1998

#### 2.3.5 電力供給

クアンニン省の電力は主に Uong Bi 火力発電所から Gieng Day、Giap Khau、カンファ、Mong Duong、Tien Yen、Mong Cai の 6 変電所を経て供給されている。この他、Quang Hanh、Tien Yen、Binh Lieu、Hoanh Bo、Dong Tieu には小規模な水力発電所が有る。ハロン市、カンファ町、ホアンポー郡のドンダン地区へは 66,000KVA の能力を持つ Gieng Day、Giap Khau の変電所から供給されている。

#### 2.4 海岸域及び海域生態系

##### 2.4.1 湿地生態系

マングローブ林はかつて調査対象地域の海岸域の大部分を被っていたが、現在ではビンフン地区、モンズウン地区、クアンハン地区、バイチャイ湾沿岸域に残存しているに過ぎない。クアンニン省農業地域開発局 (DARD) の資料によれば、1972 年には 39,400ha のマングローブ林が生育していたが、埋立てや堤防建設などによって 1996 年には 12,670ha に減少している。

##### 2.4.2 海域生態系

###### (1) 動植物プランクトン

現地調査によって 166 種の植物プランクトンが確認された。これらの種は温帯や亜熱帯地方の沿岸域で普通に見られる種であった。同じく動物プランクトンは甲殻類を主とする 47 種が確認された。

###### (2) 底生動物

現地調査によって 208 種の底生動物が確認された。これらの内、軟体動物が 92 種と優占しており、以下甲殻類 23 種、ウニ類 15 種となっている。また、地点によって生息種の差が見られ、マングローブ湿地周辺の沿岸域では 169 種、近海域では 104 種、サンゴ礁周辺の沖合域では 99 種が確認された。



(3) 海草及び藻場

既存資料ではハロン湾とカットバ島では 6 種類の海草が確認されている。1970 年代以前には Dau Go 島や Tuan Chau 島がハロン湾における主要藻場と言われていたが、現在ではほとんど見当たらない。

(4) サンゴ礁

現在、サンゴ礁の分布はハロン湾の南部に限定されている。1993 年から 1995 年にかけて実施されたハイフォン海洋研究所 (HIO) の調査によれば、濁度の増加と底泥の堆積によりホンガイやバイチャイ沿岸ではサンゴが消滅した。ハロン湾の沿岸域では Cap De、Bui Xam、Co Ngua 付近で少数のサンゴが見られるに過ぎない。

(5) 魚介類

漁民を中心とした聞き取り調査の結果、ハロン湾には 189 種の魚介類が生息していることが確認された。また、ハロン湾には 3 箇所の主要産卵地域と 7 箇所の主要漁場が存在している。

## 2.5 環境管理に関する組織・制度の状況

ヴェトナムにおける環境政策は“持続可能な開発と環境に関する国家計画”に集約されている。また、数多くの環境関連の法律や規則がここ数年で制定されているが、1993 年に制定された環境保護法(LEP)がヴェトナムにおける環境保護と管理に関する基本法となっている。

ヴェトナムにおいては、MOSTE とその下部機関である国家環境庁(NEA)が国レベルにおける環境管理とモニタリングの実施に責任を持っている。沿岸域モニタリングシステムは 1995 年にヴェトナム北部地域に適用され、1996 年には全国の沿岸及び沖合域にまで範囲が拡大されている。

LEP には環境保護に関する各省人民委員会の責務が明記されている。クアンニン省においては世界自然遺産に登録されたハロン湾があること及び石炭鉱山による環境破壊の脅威があることから、科学技術環境局 (DOSTE) による環境モニタリングに力点が置かれている。しかしながら、現在のところクアンニン省の予算的な制約から、長期連続観測用の環境モニタリング地点は設置されていない。

## 第3章 水質汚濁機構

### 3.1 流況

#### 3.1.1 海岸及び海底形状

ハロン湾の海底形状は平坦で、水深は浅くバイチャイ湾内及び隣接のホンガイとカンファの沿岸域では僅か数メートルである。海岸線沿いの海底は水深が 1.0～1.5m 程度で、南東方向に緩やかな斜面を形成し、沖合いでは平均 2m 程度の水深となっている。しかし海域には水深 30m に達する狭い陥没域があり、これを航路として大型貨物船等が接岸している。バイチャイ湾はハロン湾と比較して閉鎖度が高く、地形的に見て富栄養化が生じやすい。

ハロン湾の干潟はバイチャイ湾を含めて約 210 km<sup>2</sup> である。さらにマングローブ林をなしている干潟が Mip 川の汽水域周辺に 9 km<sup>2</sup> 程度、バイチャイ湾に 5 km<sup>2</sup> 程度ある。干潟域は、生物多様性の保全、漁業資源の育成とともに水質浄化機能を有するため、埋立及び堤防工事等は湾の水質に大きな影響を及ぼしている。これまでの埋立事業の中では、観光開発を主目的として Hung Thang 近くで行われた約 30ha の埋立が最大のものである。

#### 3.1.2 海底堆積物

湾内の堆積物は、沿岸海域では粒子が大きく沖合いでは粒子が細かい典型的な勾配分布を示している。堆積物は主に泥、シルト、粘土により占められているがバイチャイ湾では砂、砂利、丸石とともに有機物やデトリタスが主に見られる。

#### 3.1.3 潮汐と潮流

##### (1) 雨期

調査対象海域では、満潮の頻度は 1 回/日が大半で、2 回/日が月に数回程度起きる。潮汐はホンガイ観測所で観測されており、平均潮位差は約 2m で最大 4.7m である。卓越潮流方向は、雨期では外海からハロン湾に向いているが、乾期では逆になる。

JICA 調査団は 1998 年 7 月に、15 日間連続で潮流観測を行い、3 地点（クアルック、カンファ - クアオン及び Cua Dua）の上下層別の調和解析を行った。この現地調査結果から、ア) 上層の流速は下層より大きく、この傾向は特にクアルック海峡で顕著であること、イ) 淡水の流入等主に長期スケールの駆動力が上層の流況を支配していること、ウ) 日周期成分が卓越すること、エ) 大潮時の流速が小潮時より遥かに大きいことが判明した。また調査期間中は南風が卓越していたが、クアルック海峡は明らかに南流と

なっており、このことから、河川からバイチャイ湾へ流入した淡水は密度の関係から主に上層を移動していることが判明した。

## (2) 乾期

DOSTE が実施した乾期の調査結果によると、クアルック海峡では流速の南北成分、カンファークアオンでは東西成分が卓越しており、雨期と同様な結果であった。調査期間中クアルック海峡においては北風が卓越していたにもかかわらず、上層の南流成分は雨期に比べ小さかった。このことから、クアルック海峡の上層地点の南流成分は風に起因するというよりも、むしろバイチャイ湾からの淡水流入によるものであることが確認された。

### 3.1.4 水塊構造

水色の明瞭な変化及び塩分濃度調査結果から、湾内には2種類の水塊による塩水楔型の成層構造及び潮目が存在することが確認された。これらは集水域から流入した淡水と湾内に存在する海水により形成されており、潮目の周辺では流速が弱く、海岸線と潮目に挟まれた水塊は停滞状況にあった。

一方、現地調査及び衛星画像解析の結果から、調査対象海域の南側には水温がハロン湾に比べて高く塩分濃度が低い水塊が存在し、南西方向から東へ蛇行しながら流れていることが判明した。

### 3.1.5 湾内の水交換

バイチャイ湾及びハロン湾の水の量は、地形から考えてそれぞれ  $60 \times 10^6 \text{ m}^3$  及び  $6,300 \times 10^6 \text{ m}^3$  と推定される。水交換が淡水の供給量に見合う分だけ生じると仮定すれば、湾内の水の滞留時間はバイチャイ湾では約1カ月、バイツェロン湾を含めたハロン湾では6年余りとなる。

## 3.2 水質及び底質

### 3.2.1 既存水質データ

バイチャイ湾及びハロン湾の沿岸域における水質は Cat Ba 島近辺の水質よりも悪く、ハロン市等からの生活排水及び産業排水による影響を受けていた。沿岸域の水質は、中栄養状態またはやや富栄養状態のレベルであった。一方、陸域からの汚濁による Cat Ba 島周辺水域への影響はほとんど見られなかった。

### 3.2.2 雨期の水質

#### (1) 河川の水質

溶存酸素 (DO) は降雨日、非降雨日とも約 6~7 mg/l、生物化学的酸素要求量 (BOD) は 0~8 mg/l、全窒素 (T-N) は 2~13 mg/l であった。全リン (T-P) 濃度は降雨日と非降雨日との間に差が見られ、降雨日の T-P 濃度 (0.4~2.1 mg/l) は非降雨日 (0.3~1.4 mg/l) と比較して、全般的に高かった。降雨日と非降雨日の浮遊物質 (SS) 濃度はそれぞれ 8~2,000 mg/l、0~460 mg/l と大きな違いが見られ、特に Dien Vong 川及びホンガイ地域の支川では、降雨日に約 1,000 mg/l 以上の SS が観測された。

#### (2) 湾の水質

BOD は平均で 1.2 mg/l とベトナム国の沿岸水質基準 (20 mg/l、TCVN) 以下であったが、透明度 (平均 2.1 m)、DO 飽和度 (平均 55%)、無機態窒素濃度 (平均 0.14 mg/l) 及びクロロフィル-a (平均 2.6 mg/l) は、富栄養化した海域に相当するレベルであった。

また、比較的高い SS 濃度 (22~37 mg/l) が Mip 川の汽水域及びカンファ地域で観測され、一部は TCVN (25 mg/l) を超えていた。これは、陸域起源の汚濁負荷とともに、水深の浅い所では海底からの巻き上げによる影響を受けていたためと考えられる。

油分は 0.2~7.2 mg/l と湾内全般に渡って認められ、沿岸域では TCVN (2 mg/l) を超えていた。

### 3.2.3 乾期の水質

乾期の湾の水質は雨期に比べて良好で、BOD は平均で約 0.5 mg/l、COD は 2.6 mg/l、SS は 3.5 mg/l であった。透明度は 2~4 m で湾全体的にほぼ均一であった。塩分濃度は乾期が雨期より高く、約 30% であった。

### 3.2.4 湾内の底質

ハロン市及びカンファ町沿岸海域の底質の内、T-N 濃度は約 2~3 mg/g であり、沖合い海域の底質の約 1 mg/g 以下より高くなっている。これは沿岸域の底質が陸域起源の汚濁負荷の影響を受けていることを示している。しかし T-P 濃度は何れの採取地点においても約 0.3 mg/g であった。

### 3.2.5 外洋水による影響

1998年7月にJICA調査団が実施した現地調査において、調査対象地域南側の外海域に塩分濃度が15‰以下の水塊が存在することが確認された。この比較的低い塩分濃度は、ハロン湾中央部と異なり、この水塊が淡水に影響されていることを意味している。また、水塊のCOD、SS及び栄養塩類の濃度はそれぞれ7.7 mg/l、6.5 mg/l、1.46 mg/l (T-N)、0.81 mg/l (T-P)であり、ハロン湾内部(COD: 6.4 mg/l、SS: 2 mg/l、T-N: 0.78 mg/l、T-P: 0.56 mg/l)と比べて高くなっていた。1997年6月6日と1998年7月11日の衛星画像解析結果においても、この水塊が調査対象地域の南端に存在し、南西から北東方向に流れているのが認められた。トンキン湾の潮流は雨期においては北流しており、調査時に確認された塩分濃度の低い水塊は、紅河の支流であるThai Binh河及びBach Dang河からのものと考えられる。

## 3.3 汚濁負荷量

### 3.3.1 サブ流域の設定

汚濁負荷量の算出のため、Cat Ba島等を除く湾流域を14のサブ流域に区分した。主要河川(Mip、Trois、Man、Dien Vong、Mong Duong川)を含むサブ流域(No.1、4~6及び14)は流域北部に東西にわたって位置し、その他のサブ流域(No.2、3、8~13)は沿岸域に位置する。

衛星画像解析により各サブ流域の土地利用状況を調べ、湾への流入水量を約 $980 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年}$ と推定した。淡水流入量の内、約82%が主要河川から流入すると見積られた。

### 3.3.2 特定及び不特定汚濁源

#### (1) データベース

データベース構築の一環として汚濁源インベントリを作成した。特に陸域の特定発生源に関する各種データは、JICA調査団が実施したアンケート調査結果を基に整理した。なお構築したデータベースはDOSTEに供与したが、今後は最新のデータを入力して定期的に更新することが必要である。また、新規工場や既存工場に変更が出た時点で、速やかに汚濁源インベントリを修正することが求められる。

#### (2) 汚濁発生源

汚濁負荷量の算定のため、調査対象地域の特定汚濁源を、観光業を含む生活排水、石炭採掘事業を含む産業排水、及び畜産排水の3種類に大別した。

一方、不特定汚濁源は、面源負荷と雨水に大別でき、調査対象地域の面源負荷は森林、農地、裸地及び市街地からなる。

### 3.3.3 湾に流入する汚濁負荷量

湾への流入負荷量は発生負荷量と流達率から計算した。生活及び畜産汚濁負荷量は人口ないし家畜頭数と汚濁負荷発生原単位により、産業排水汚濁負荷量は現地調査やアンケート調査で得た排水データ及び工場業種別の代表的な水質レベルから推定した。

流達率は土地利用、汚濁源タイプ、汚濁源から湾までの距離及び降雨強度等によって左右されるため、河川を対象に現地調査における水質と推定した流達汚濁負荷量とを比較検討し設定した。沿岸域のサブ流域からの汚濁負荷は、比較的高い流達率で湾に流入するものとして推定した。

面源負荷は現地調査結果から求めた流達率、汚濁負荷原単位等から算定した。推計した湾に流入する BOD、COD、SS、T-N 及び T-P の負荷量は下表に示すとおりである。

流入汚濁負荷量

(単位: トン/日)

項目	流入負荷量				
	生活排水	産業排水	畜産排水	不特定汚濁源	合計
BOD	3.0	0.3	1.9	1.9	7.2
COD	4.9	1.9	2.8	12.3	21.9
SS	8.5	22.1	16.3	194.0	241.1
T-N	2.7	0.5	2.5	9.7	15.5
T-P	0.3	~0	1.5	4.2	6.1

注: 生活排水汚濁負荷は観光関連排水を含む。

### 3.4 湾内の汚濁物質収支

湾内の有機汚濁機構を解明するため、汚濁物質の収支解析を行った。収支解析は、バイチャイ湾、バイチャイ及びホンガイ地区、カンファ及びクアオン地区、そしてハロンとバイツーロン両湾の代表的4地域を対象に、ボックスモデルを用いて計算を行った。計算は、各地域へ流入した汚濁負荷が1潮汐周期(24時間と仮定)内に混合し、流入水量と同量が外部へ流送されると仮定したものであり、計算を簡素化するため、各地区で外部との水交換はないものとした。汚濁物質の指標は BOD を用い、計算に用いた内部生産率、分解率、沈降率及び溶出率は、現場及び実験室での試験結果から設定した。

次表に現状(1996年)における収支計算結果を示す。表中の滞留量は各欄での BOD 残量を意味する。この結果、BOD で代表される有機汚濁物質の大部分は、

内部生産によるものであることが確認された。

### 汚濁物質収支

(単位: BOD トン/日)

物質収支計算地区	汚濁物質増加に寄与			汚濁物質減少に寄与		滞留量
	流入汚濁 負荷量	内部 生産量	溶出量	自浄量*	流出量	
バイチャイ湾	2.9	45.3	0.6	42.4	6.3	0.1
バイチャイ及びホンガイ地区	7.6	62.3	0.6	65.0	5.3	0.2
カンファ及びクアオン地区	2.0	1,234.2	21.3	1,255.1	1.1	1.3
ハロン湾	10.3	2,004.2	13.5	2,009.7	10.7	7.6

注: 1) \*自浄量には分解・沈降量が含まれる。

2) バイチャイ・ホンガイ地域の流入汚濁負荷量にはクアルック海峡からの流入負荷量が含まれる。

## 3.5 水質汚濁機構

### 3.5.1 調査地域における水質の状況

調査の結果、湾の水質は全体的に見て中栄養またはやや富栄養状態であった。ハロン市及びカンファークアオン地域の沿岸域の水質及び底質は、陸域起源の汚濁負荷の影響を受けていたが、陸域から流出した汚濁負荷は、概ね沿岸域に限られていた。ただし、油分については湾内全域に渡って汚濁が確認されたことから、船舶や海上ガスステーション等に由来するものと考えられる。

河川において陸水の環境基準と比較して高い濃度が検出された物質は SS と鉄 (Fe) である。SS は、都市化、炭鉱、農業活動などに起因する土壌浸食の結果、降雨日には 1,000 mg/l 以上の高濃度を記録した。また比較的高い Fe 濃度 (約 20 mg/l 以上) が観測された河川は、炭坑排水の pH が 2~4 と低いことにより、地中の鉄分が溶解したためと考えられる。

湾の水質における重金属濃度は、概ね TCVN 以下であった。湾全体を通して亜鉛 (Zn) と銅 (Cu) が観測されたが、これらはほぼ均一的に分布していることから、自然由来のものであると考えられる。

### 3.5.2 湾における水質の分布

#### (1) 雨期の水質

クアルック海峡からハロン湾にかけての湾の水塊は、沿岸域の上層には陸域起源の淡水が停滞し、その下層には外洋水が入り込み、塩水楔型の成層を形成している。

この水域における水質分布は水塊の状況を反映しており、沿岸域と外洋域において COD で 8~11 mg/l と比較的高い汚濁物質濃度が観測され、ハロン

湾の中央部では COD で 5~6 mg/l と低くなる分布を示していた。また、SS も同様の分布を示し、特に塩水楔の前方に形成される null point (下層の残差流が零となる所) において陸域からの汚濁負荷が停滞・蓄積し、海底定からの巻き上げによる影響を受けている水域を除いて、最も高い濃度 (約 7 mg/l) が観測された。

## (2) 乾期の水質

乾期の降雨量が少ないことにより、塩分濃度は約 30 ‰ と雨期の 6~20 ‰ と比較して高かった。雨期に形成されていた成層は乾期では消滅し、その結果、外洋の水塊が湾奥まで入り込んで来ていた。従って、乾期の水質分布は雨期と異なり、透明度に代表されるようにほぼ均一であった。

### 3.5.3 雨期と乾期の水質

雨期における BOD、COD、SS は乾期のほぼ 2 倍であり、雨期の透明度は乾期の 2 分の 1 であった。この理由として、雨期における陸域からの汚濁負荷量が乾期よりも多いことが考えられる。これは、降雨が陸域の汚濁負荷を洗い流すため流達率が高くなることによる。加えて、雨期のクロロフィル-a は乾期の約 2 倍であることから示されるように、雨期には内部生産が大きいことも要因の一つと考えられる。この雨期の活発な内部生産は、降雨によって陸域から洗い出された栄養塩ならびに乾期に比べて強い日射量と高い水温によってもたらされているものと考えられる。

## 3.6 シミュレーションモデルの開発

### 3.6.1 シミュレーションモデルの構造

数値シミュレーションモデルは、社会経済フレームを基に将来の水質変化を予測することを目的に開発した。モデルは、水質が悪化する雨期を対象に、水質汚濁機構を再現すべく内部生産等を反映した物質収支を組み込んだものとし、現地調査結果を用いて現況を再現するように開発した。この際、外洋からの影響についてはモデルの境界条件として与えた。モデルの開発は、流況、拡散、及び富栄養化の 3 段階で行った。

流況モデルは、水質予測モデルに用いる流況を再現するものである。モデルの計算時間は現地調査の実施期間とした。潮汐による潮位が時間とともに大きく変化するため、4 つの主要潮流成分を用いた。

拡散モデルは、流況モデルの結果をベースとして構築し、パラメータとして SS を用いた。また、富栄養化モデルにおいては、対象パラメータを COD、無機態窒



素 (I-N)、有機態窒素 (O-N)、無機態リン (I-P)、有機態リン (O-P)、DO とし、現地及び実験室で得た生産、分解、沈降、溶出の各係数を用いて構築した。

### 3.6.2 モデルの再現性

流況の潮流成分の検証のためシミュレーションの結果得られた潮流楕円と現地調査結果とを比較した結果、全体的に両者は適合していた。平均流速においても、現地調査結果から得られた平均流速と比較し、シミュレーション結果は概ね現地調査結果を反映していた。

拡散モデル、富栄養化モデルにおいても、現地調査結果と比較した。現地調査の結果 (SS、COD、T-N、T-P) は、陸側から湾中心部に向かって一旦減少し外洋に向かって再び増加する傾向を示しており、シミュレーション結果はその傾向を反映していた。

以上の結果、構築したモデルはハロン湾地域に適用可能と判断した。

## 第4章 将来の社会経済フレーム

### 4.1 各種開発マスタープランのレビュー

#### 4.1.1 国家開発計画

国家開発計画に係るマスタープランとしては1996年第8次共産党大会の中央委員会政策レポートと1996年—2000年5カ年投資計画が挙げられる。基本的な政策目標は2020年までにベトナムを工業国にすることである。政策レポートでは混合経済を押し進め、国公有セクターとともに私有セクターの振興を図り、経済基盤を強化することを表明している。2000年までの経済開発目標として以下の項目が挙げられている。

- 持続的、かつ高度および効率的な経済成長
- マクロ経済の安定化
- 人材、インフラストラクチャー、技術、制度の長期的整備

#### 4.1.2 クアンニン省開発マスタープラン

1995年—2000年クアンニン省開発マスタープランの計画目標は、工業と観光を軸に北部成長の三角地帯の成長拠点とするとしている。今後は工業の優先分野が従来の石炭産業分野から都市型工業へと変化する可能性が高く、特にハロン市、カンファ町の2都市の開発が重要となる。

### 4.2 将来開発計画

1994年-2010年ハロン市開発マスタープランは、主要計画目標を都市開発、石炭産業、観光開発、工業開発等の各分野の振興に基づいた、バランスの取れた地域を形成することに置き、開発を次の3期に分けている。

#### (1) 第一期（1993年—2000年）

- ホンガイ町を周辺部との合併によりハロン市へ昇格させる。
- 市域の拡大（ホアンポー地区の Viet Hung、Dai Yen 郡との合併）
- 都市インフラの整備
- 観光関連インフラの整備
- Gieng Day 工業地区（建設資材工業、造船業）の整備
- 深海港 Cai Lan 港の段階的整備

(2) 第二期（2000年—2010年）

- 市域の拡大（Cua Luc地域の西部、具体的にはホアンポー地区のTroï町およびLe Loi、Thong Nhat、Vu Oai、Son Duong郡の一部、およびYen Hung地区のMinh Thanh郡との合併）
- Cua Luc輸出振興工業地区（現在、Cai Lan工業集中地区に改称）、ハイテク工業地区の振興
- 都市インフラ、特に交通、上下水道、環境保全関連インフラの整備
- 観光インフラの継続的整備

(3) 第三期（2010年以降）

- 市域の東側への拡大（Cong HoaとCam Haiの2郡を除くカンファ町との合併）
- 石炭採掘業のカンファ地域への統合集中

#### 4.3 経済開発フレームの設定

本調査では、基本的前提として既存の開発計画を所与の条件として環境管理計画を策定するとしていたが、近年の経済状況の変化により、特に主要開発プロジェクトの規模、実施時期等を中心に既存計画の見直しの必要性が出てきた。このため、省および国の関連機関のヒヤリング、調整を経て変更を行い、開発フレームを設定した（表 4.3.1 参照）。

##### 4.3.1 人口、雇用、土地利用

ハロンおよびカンファ両市の将来予測人口、市域の拡大計画はハロン市マスタープランの数値、想定に準じた。市内各区の人口、ホアンポー地区、Yen Hung地区は既存統計データに基づき独自に推計した。雇用、および将来の都市開発による土地需要量は市マスタープランに準拠した。

##### 4.3.2 観光

省のマスタープランに基づき調査地域内の観光客数の推計を行った。ハロン湾地域への外国人観光客数は省のフレームをそのまま準用した。内国観光客数は近年の省全体の内国観光客数における当地域のシェア 67.2%を用いて推計した。

#### 4.3.3 主要工業開発計画の規模の推計

工業開発とその関連インフラ整備プロジェクトは将来の環境汚染源の一つである。それらの環境影響の大きさを予測するために、敷地面積当たり工業立地原単位を用いて開発規模の算定を行った。原単位データはベトナムでは整備されていないため日本のデータを準用した。

### 4.4 経済開発による環境影響

#### 4.4.1 現状の環境対策

現在実施中あるいは実施されることが確実な環境対策は以下のとおりである。これは次章に示すシナリオ I（環境管理計画がない場合）に相当するものである。

- バイチャイ地区における下水道整備
- ハロン市上下水道・廃棄物対策事業（HWSSP）の第一期工事
  - ・ Giem Day 汚水処理場、Deo Sen 汚水処理場の建設
  - ・ ホンガイ地区の污水管整備
  - ・ 廃棄物回収率、ハロン市 65%、カンファ町 50%
- ベトナム国の排水基準を遵守する新規の工業開発に対する排水処理施設の設置
- 現状の環境衛生対策
- 現状の植林活動
- 炭鉱地域における現状の環境対策

#### 4.4.2 ハロン湾地域の将来の環境

現状の環境対策のみが実施された場合を想定し、将来（2010年）のハロン湾地域の環境を予測した。シミュレーションモデルを用いて水質を予測した結果、バイチャイ湾から世界遺産コア地域にかけて水質が悪化すると予測された（図 4.4.1 参照）。またハロン湾地域における廃棄物発生量は現況に比べ約 2.1 倍になると予測され、現状の対策のみでは十分な処理・処分が行えず、環境衛生や水質、景観の悪化をもたらすと考えられる。加えて開発に伴う裸地面積の増加は SS や土壌侵食量を増大し、海域の埋立は干潟・マングローブ林面積の減少をもたらし、湾の水質浄化機能や魚介類の生息地の減少を引き起こすと予測される。

以上のように、現状の環境対策のみでは、ハロン湾地域は、今後の経済開発によって水質の悪化、未処理・処分の廃棄物量の増加、環境資源の喪失等が進むと想定され、これらは経済開発そのものにも影響を及ぼすと考えられる（図 4.4.2 参照）。

表 4.3.1 調査地域における主要開発事業

セクター	事業	場所	面積 (ha)	実施スケジュール														
				From	To	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
工業	1	Cai Lan Concentrated Industrial Park Phase I	Cai Lan	78	Ongoing	2001												
		Cai Lan Concentrated Industrial Park Phase II	Chi Lan	300	2005	2010												
	2	Hoanh Bo Industrial Park (renamed from Dong Dang IZ)	Dong Dang, Thoi	300	2005													
	3	High-tech Industrial Park	Le Loi - Hoanh Bo	300	After 2010													
	4	Expansion of brick and tile factory	Gieng Day, Hoanh Bo		2001	2005												
	5	Expansion of ship building factory	Gieng Day		1999	2003												
	6	Coal burned thermal power station (300MW), BOT by ONBOW	Vu Oai - Hoanh Bo		2001	2006												
	7	Coal burned thermal power station (300MW)	Bridge no. 20 - Cua Ong	50-60	2006	2010												
	8	Steel refinery (1.5mil. t/year)	Bridge no. 20 - Cua Ong		2006	2010												
	9	Steel mill (0.5mil. t/year)	Cai Lan		2006	2010												
	10	Hoan Cau - Taiwan cement	Lang Bang - Hoanh Bo		2002	2006												
	11	Hai Long - South Korea cement	Lang Bang - Hoanh Bo		2002	2006												
	12	Cement factory	Thong Nhat - Hoanh Bo		2006	2010												
	13	Cement factory	Quang Hach - Cum Pha		2006	2010												
運輸	14	Cai Lan port Phase I (3 berths)	Cai Lan		1998	2003												
		Cai Lan port Phase I Stage2 (4 berths)	Cai Lan		2006	2010												
		Cai Lan port Phase II	Cai Lan		After 2010													
	15	Bai Chay Bay bridge	Cua Luc		2000	2004												
	16	Relocation of Hong Cai port	Hong Cai		2001	2001												
	17	Improvement of B12 oil port	Bai Chay		Ongoing	2000												
	18	Relocation of B12 oil port			2005													
	19	Nam Cau Thang coal port	Nam Cau Thang		2006	2010												
	20	Dien Vong River bridge	Ha Khuah		2006	2010												
	21	Bieu Nghi air port	Bieu Nghi		2006	2010												
	道路	22	Improvement of INA (Hong Cai - Cua Ong)		Ongoing	2000												
23		Improvement of 18A (Chi Linh - Bai Chay; 35km-11km)		Ongoing	2000													
24		Improvement of INA (Cua Ong - Mong Cai)		Ongoing	2010													
25		Improvement of 18B (Dong Dang - Lung Bang)		2000	2002													
26		Improvement of Thoi - Lang Bang (Hoanh Bo)		2000	2002													
27		Improvement of Hong Cai - Ha Khuah (Dien Vong River)		2000	2002													
28		Highway (Noi Bai - Ha Long)		2001	2005													
29		Causeway and Bridge to Tuan Chau Island	Tuan Chau		Ongoing	1999												
30		Extension (Ha Long - Cai Lan, 4km)	Bai Chay		2004	2005												
31		Improvement (Kep - Ha Long)			2003	2005												
その他	32	Removal of Coal Transport Railway (Hong Cai - Ha Tu)		2001	2001													
	33	Coal Transport Railway (Mong Duong - Lang Bang)	along Road 16B		After 2010													
	34	Land Reclamation Hung Tang I	Hung Tang	30	Ongoing	2000												
	35	Land Reclamation Hung Tang II	Hung Tang	170	2006	2010												

Note: The dotted line indicates a possible advanced or delayed implementation period.

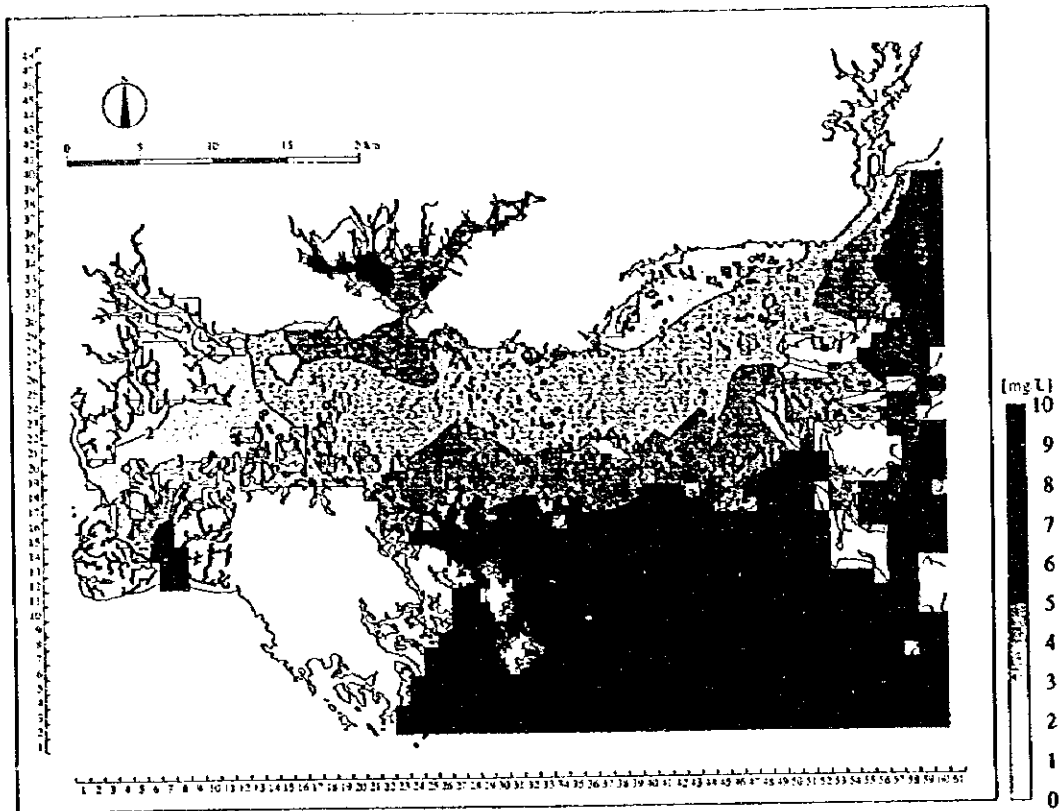


図 4.4.1 (1) 現状の環境対策のみが実施された場合の将来水質 (COD、上層)

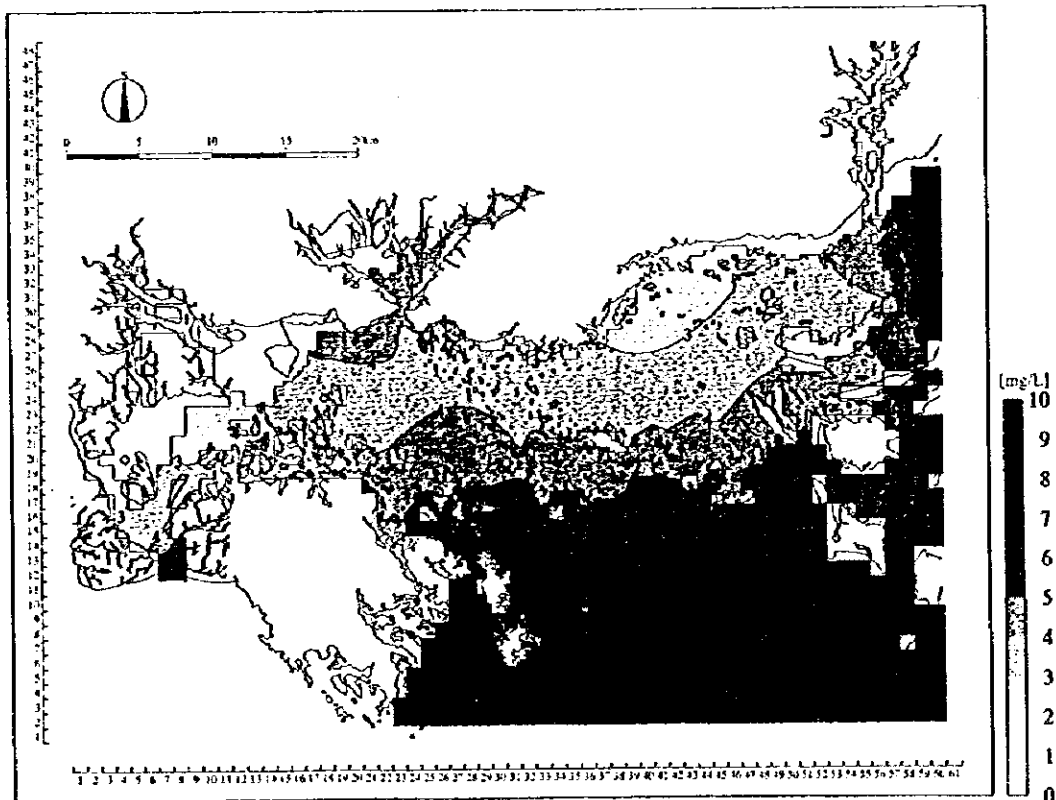


図 4.4.1 (2) 現状の環境対策のみが実施された場合の将来水質 (COD、下層)

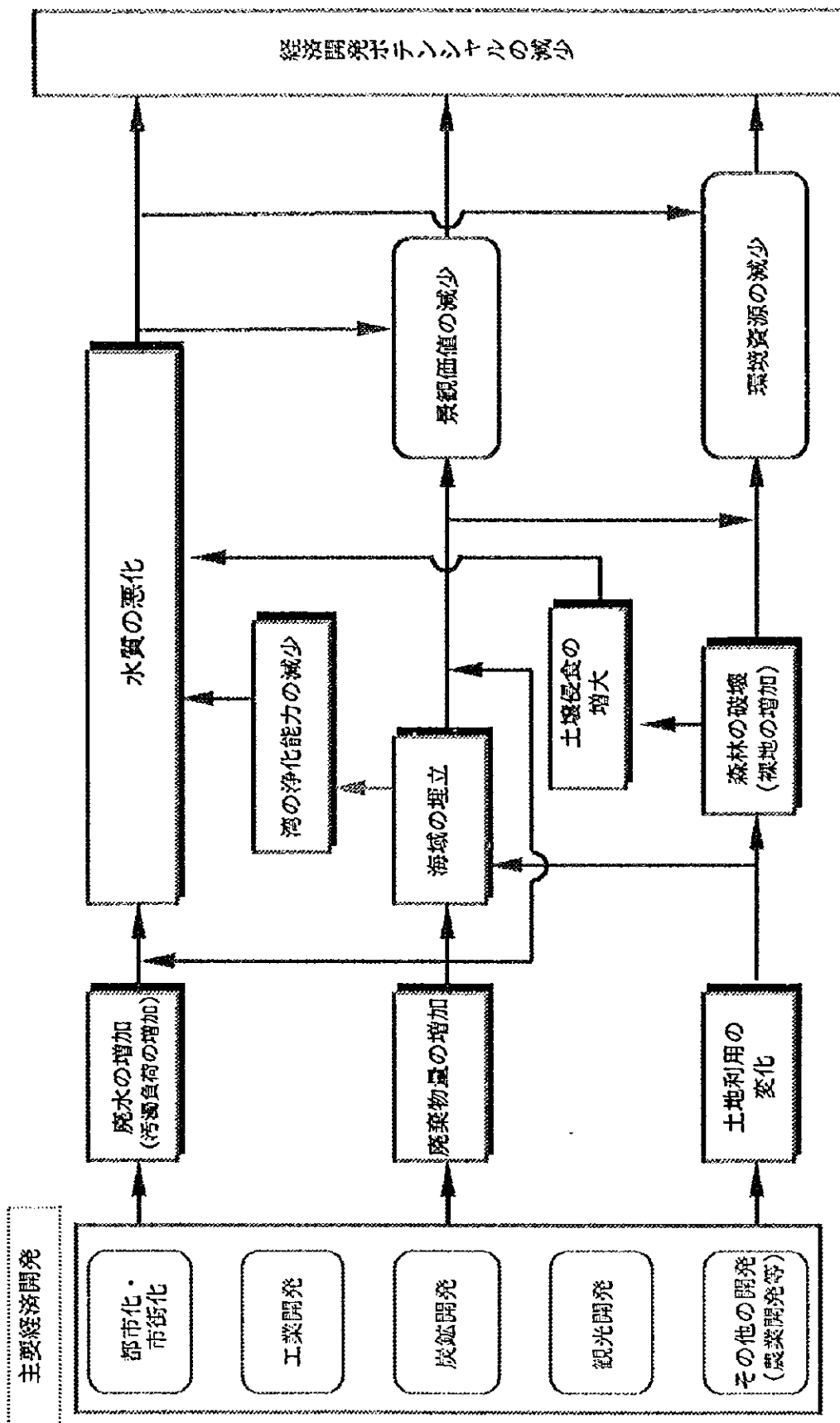


図 4.4.2 ハロン湾地域における環境破壊の状況

### III ハロン湾環境管理計画





### Ⅲ ハロン湾環境管理計画

#### 第5章 環境管理計画のフレームワーク

##### 5.1 環境管理計画の必要性

ハロン湾地域においては、現在、未処理の生活・産業廃水、廃棄物による環境衛生、水質汚濁など以下の環境問題が発生している。今後、適切な環境保全対策を講じなければ、将来の経済開発に伴いハロン湾地域の環境は更に悪化することが予想される。

- 陸域及び外洋からの汚濁による水質の悪化
- 観光産業による環境影響
- 船舶からの汚染
- 森林伐採とそれに伴うSS、土壌侵食量の増大
- 干潟・マングローブ湿地の無秩序な埋立による減少
- 違法な漁法による漁業資源への影響
- 盗掘、水質の悪化によるサンゴ礁の減少
- 貨物船、タンカーによる自然景観への影響

また、現状の環境管理には以下の問題点がある。

- 不明確な環境管理の責任の所在
- 環境モニタリングの欠如
- 環境管理のための人材、技術、資機材、財源の不足
- 地域住民の環境に対する意識の欠如

以上の問題点の解決と将来の環境問題を未然に防止し、地域の環境を保全しつつ持続可能な経済発展を遂げるためには、予防的・予見的な複数のハード型及びソフト型の対策から構成される総合的な環境管理計画が必要である。環境管理計画に基づいて環境資源の合理的な利用と保全を図ることは、観光産業など地域の経済発展に不可欠である。なお、環境に影響を及ぼす事故や災害が発生した場合には、事業者が責任を持って応急の措置を講ずることが必要である。

##### 5.2 理念と目標

ハロン湾環境管理計画(EMP)のビジョンは、“環境保全に配慮したハロン湾地域の持続可能な開発 (Environmentally Sound and Sustainable Development of the Ha Long Bay Area)”と設定した。そして、このビジョン達成のためのゴールとして、以下の3点を設定した。

Goal I : 世界自然遺産の絶対的保全

Goal II : 持続可能な経済開発に資する環境保全

Goal III : 環境管理に関する行政執行能力の強化

### 5.3 計画策定対象地域及び目標年

EMP の対象地域はハロン湾の世界遺産地域ならびにハロン湾の環境に影響を与える地域を対象として、北は Mip、Troï、Man、Dien Vong、Mong Duong の各河川流域、南は世界遺産地域の南端、東は Mong Duong 川の河口域、そして西はビンフン沿岸域で囲まれる面積約 2,500km<sup>2</sup> の地域とした(図 5.3.1 参照)。なお、EMP 対象地域外からの影響については、境界条件として与えることとした。

本調査における社会経済開発フレームは QNPC が策定したハロン市開発マスタープラン(Development Master Plan of Ha Long City for 1994-2010、HLMP)に準拠することを前提としているため、EMP の目標年も 2010 年と設定した。

### 5.4 環境管理項目

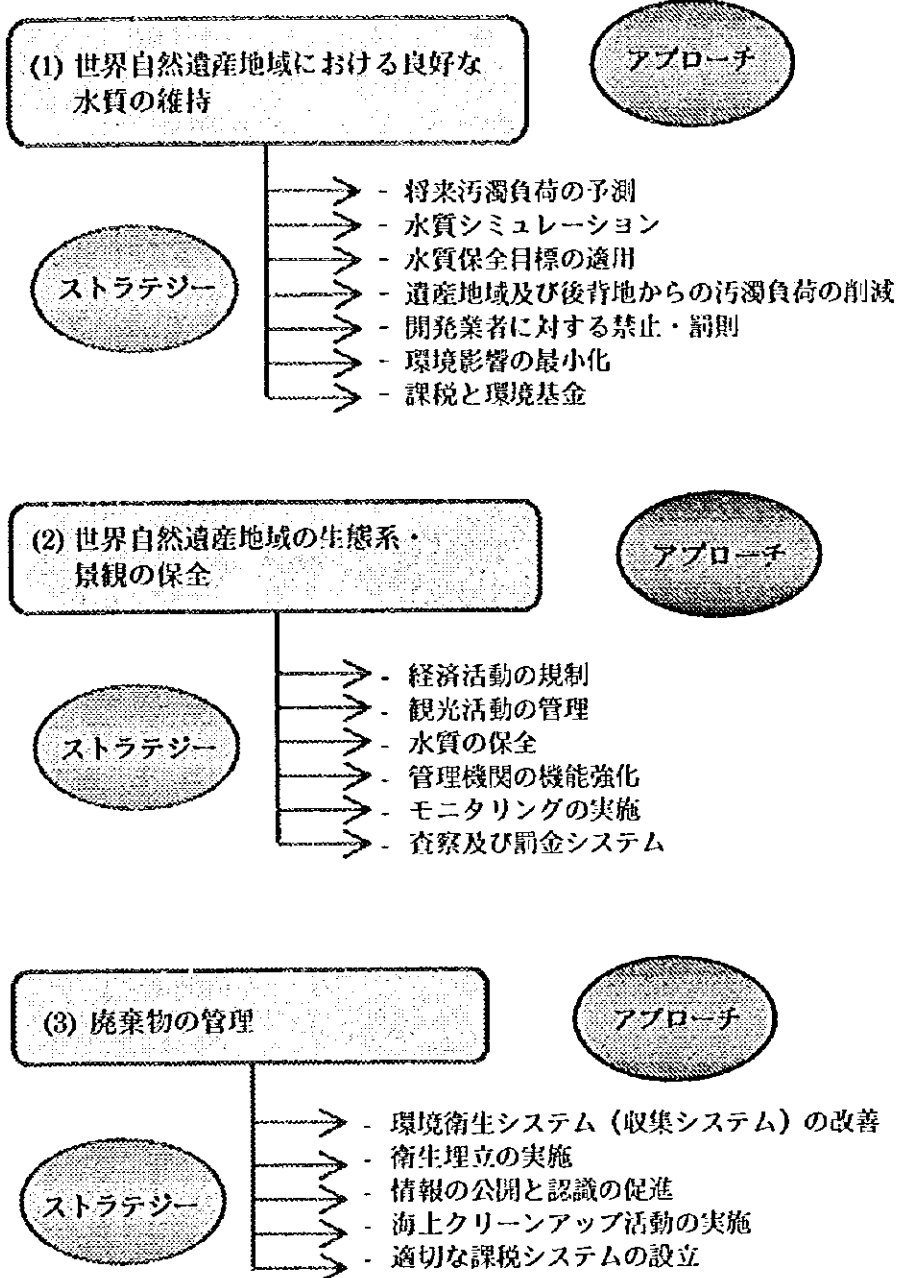
EMP 対象地域においては、ハロン湾の環境汚濁機構を考えた場合、各環境要素を反映した重要な項目として水質を選定した。森林、魚介類は再生可能な自然資源として、干潟、マングローブ林、サンゴ礁は湾の生態系を含む環境保全のため、環境資源の管理項目として選定した。また、世界遺産地域の景観保全は EMP における重要課題の一つであることから管理の対象とした。加えて、技術・制度に係るキャパシティ・ビルディングは EMP の実現上必要不可欠であり、管理の対象とした。

選定したゴール I と II に対しては水質及び環境資源を、またゴール III に対しては技術及び組織・制度に係るキャパシティを対象とした。

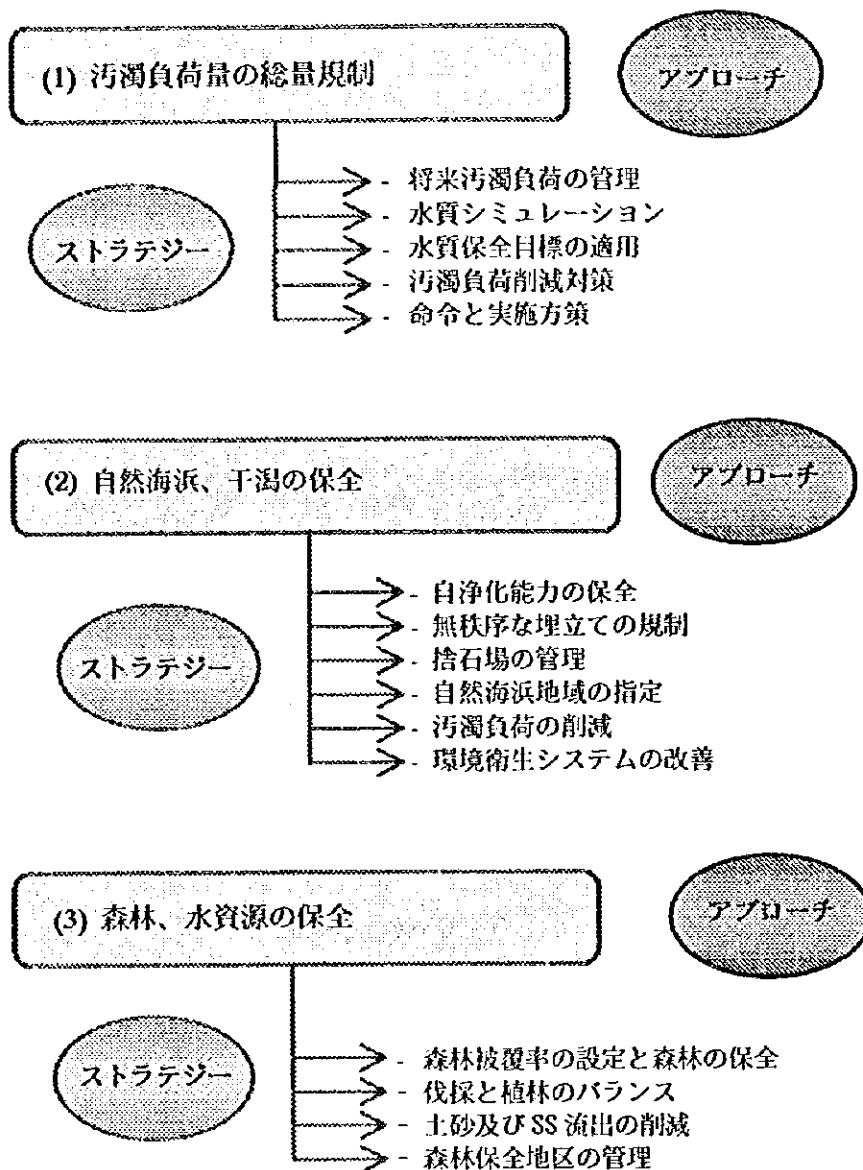
### 5.5 EMP のアプローチとストラテジー

設定したビジョンとゴールを達成するために、以下に示すアプローチとストラテジーを設定した。

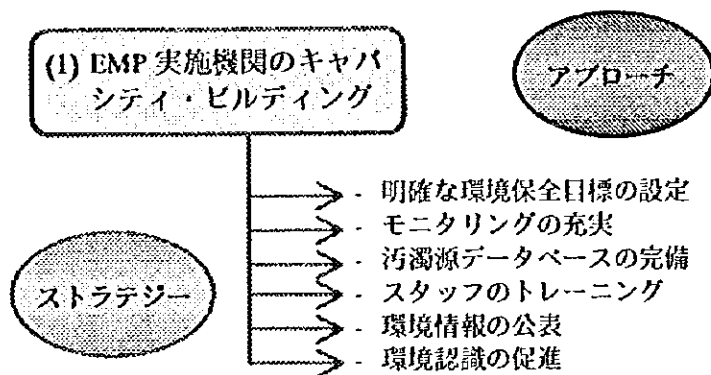
### 5.5.1 世界自然遺産の絶対的保全(Goal I)

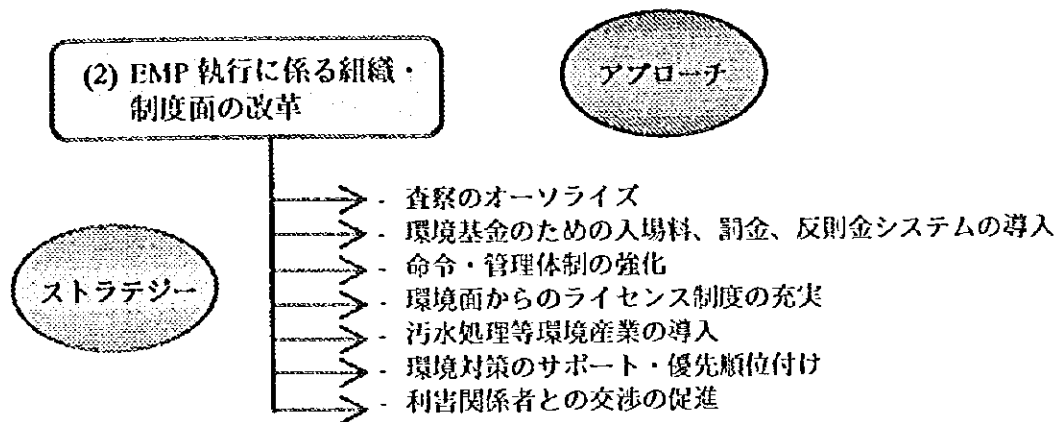


## 5.5.2 持続可能な経済開発に資する環境保全 (Goal II)



## 5.5.3 環境管理に関する行政執行能力の強化 (Goal III)





## 5.6 環境ゾーニング

EMP 対象地域は次表のように 4 種類の環境ゾーンに大別した。その位置は図 5.6.1 に示すとおりである。

環境ゾーン	面積(km <sup>2</sup> )	%	主要地域
1)特別保全地区(SCZ)	1,080	43	- 世界遺産指定地及びバッファー地域 - 国立公園及び森林保全区域
2)保全地区(CZ)	720	29	- 河川流域 - 世界遺産バッファー地域の周辺地域
3)重点管理地区(AMZ)	250	10	- 沿岸域の干潟 - バイチャイ湾
4)開発地区(DZ)	450	18	- 開発計画地周辺 - 既存都市部及び炭鉱地域
EMP 対象地域合計	2,500	100	-

## 5.7 環境保全目標

### 5.7.1 環境保全水準の検討

#### (1) 環境管理のシナリオ

環境保全水準を検討するにあたり、EMP対象地域において総合的な指標となる水質に着目して目標年次に対する3つの環境管理のシナリオを設定した。

- シナリオ I : 現状の対策のみが実施されると想定したケース (環境管理計画なし)。
- シナリオ II : 汚濁負荷を現状レベルに抑えた対策を想定したケース。
- シナリオ III : 汚濁負荷量を現状レベル以下に削減する対策を想定したケース。これはハロン湾の富栄養化の進行を緩和するもので、有機及び無機汚濁物質に加え、栄養塩類の削減を含む。

## (2) 環境保全水質の設定

設定したシナリオ別に、水質予測と概略のコストを積算した。シナリオ I ではバイチャイ湾における COD 濃度が上層で 4 mg/l から 6 mg/l に、Tuan Chau 地域からホンガイ地域の沿岸海域においても COD 濃度が増加し、世界遺産コア地域に影響を及ぼすものと予測された。従ってシナリオ I の対策のみでは、世界遺産コア地域における水質悪化を未然に防ぐには不十分であった。

シナリオ II ではほぼ現状レベルの水質となり、世界遺産コア地域の水質悪化の防止が確認された。シナリオ III はシナリオ II と比べほぼ 2 倍の費用を要するが、両者の効果に大差はなかった。シナリオ III レベルの環境対策を実施してもハロン湾、特に世界遺産コア地域の水質を著しく改善するものではないことを示している。これは人為起源の汚濁負荷（栄養塩類）を削減しても、湾全体の水質に大きく影響を及ぼしている内部生産の抑制が難しいことによると考えられる。

以上のことからシナリオ II が他のシナリオと比べて費用対効果が優れ、ハロン湾における効率的な環境管理レベルと言える。従ってシナリオ II の環境管理レベルを EMP 対象地域における全般的な環境保全水準と設定した。

## 5.7.2 EMP の環境保全目標

### (1) 水質保全目標

水質保全目標は、世界自然遺産地域の水質保全（現状維持）を第一に考え、その保全のために必要となる周辺地区の保全水準を順次設定した。加えて、AMZ においては、バイチャイ海岸、ホンガイ及びカンファ地域等、水利用目的に照らし合わせて、特定地区の汚濁対策も考慮した。設定した水質保全水準は以下に示すとおりである。

海域の水質保全目標 (1)

環境ゾーン	適用地域	透明度 (m)	BOD (mg/l)	COD <sub>Mn</sub> (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	SS (mg/l)
SCZ	世界自然遺産コア地域西側	3.0	1.5	7.0	1.3	0.6	5
	世界自然遺産コア地域東側	3.5	1.0	4.5	1.1	0.5	4
CZ	-	3.0	1.0	4.5	1.1	0.5	5
AMZ	バイチャイ沿岸域	0.5	1.3	7.5	1.6	0.7	15
	ホンガイ沿岸域	1.5	1.3	7.5	1.6	0.7	5
	バイチャイ湾	1.5	1.3	7.5	1.6	0.7	5
	カンファ・クアオン沿岸域	1.5	1.1	5.0	1.6	0.7	7
	Binh Huong 河口域	0.5	1.3	7.5	1.6	0.7	15

海域の水質保全目標 (2)

環境ゾーン	DO(mg/l)	pH(-)	油膜	浮遊ごみ	大腸菌群数 (MPN/100ml)
SCZ	5	7.0-8.3	nd	nd	nd
CZ	5	7.0-8.3	nd	nd	nd
AMZ	5	7.0-8.3	nd	nd	1,000

注: 1) nd は認められないを意味する。

2) 大腸菌群数は、水浴場に適用する。

なお、陸域においてはヴィエトナム国の地表水質環境基準 (TLVN5945、1995) を適用するものとした。

(2) 環境資源保全目標

1) 自然環境保全目標

森林、干潟、マングローブ林に対する保全目標は、緑被面積 (率)、干潟面積、マングローブ林面積としてそれぞれ設定した。また、サンゴ礁、魚介類については定性的に設定した。保全目標の設定は、現状レベルの維持を原則とし、開発事業によって減少が想定される干潟面積については、既に予定されている開発事業による減少分を考慮して設定した。設定した保全目標は、以下のとおりである。

自然環境の保全目標

環境ゾーン	緑被面積(率)	干潟	マングローブ林	サンゴ礁	魚介類
SCZ	464km <sup>2</sup> (94%)	1,120ha	200ha	現状の分布・種構成	違法漁法の禁止
CZ	208km <sup>2</sup> (85%)	-	-	-	同上
AMZ	-	17,300ha	3,800ha	-	同上
DZ	228km <sup>2</sup> (52%)	-	-	-	-

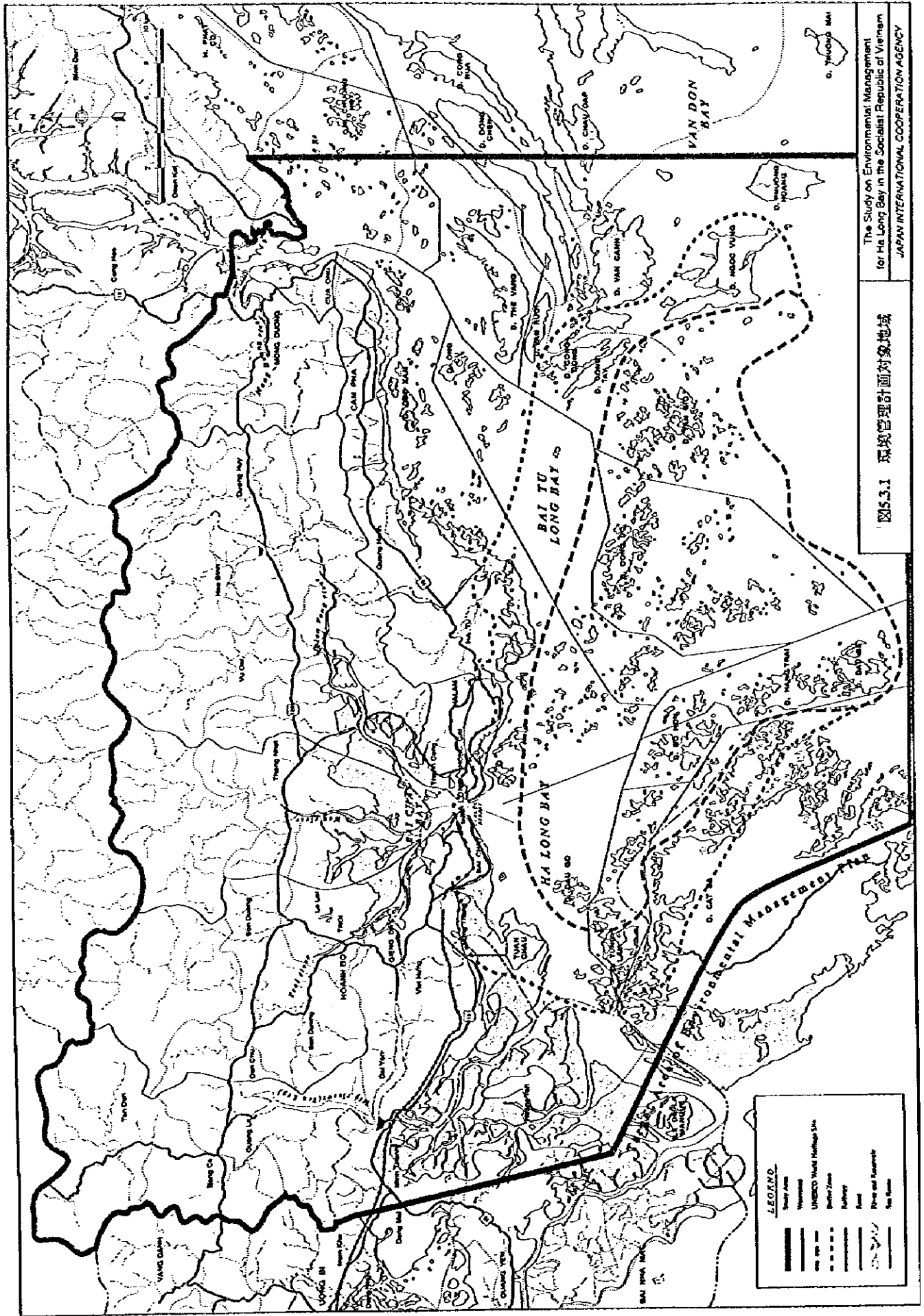
2) 景観保全目標

EMP の対象地域における世界遺産コア地域の景観保全が不可欠であることから、景観の保全目標は SCZ に適用するものとし、各景観要素別に設定した。設定した保全目標は以下のとおりであり、現状の景観を保全することを前提とした。

景観の保全目標

環境ゾーン	島の表面性状	水の色/透明感	自然資源の眺望	自然景観
SCZ	人工的に改変を受けた島がないこと。	水質として管理する。	はげ落ちた個所が島にないこと。干潟・マングローブは環境資源として管理する。	世界遺産コア地域に、係留される貨物船がないこと。航路をはずれて航行する船舶がないこと。





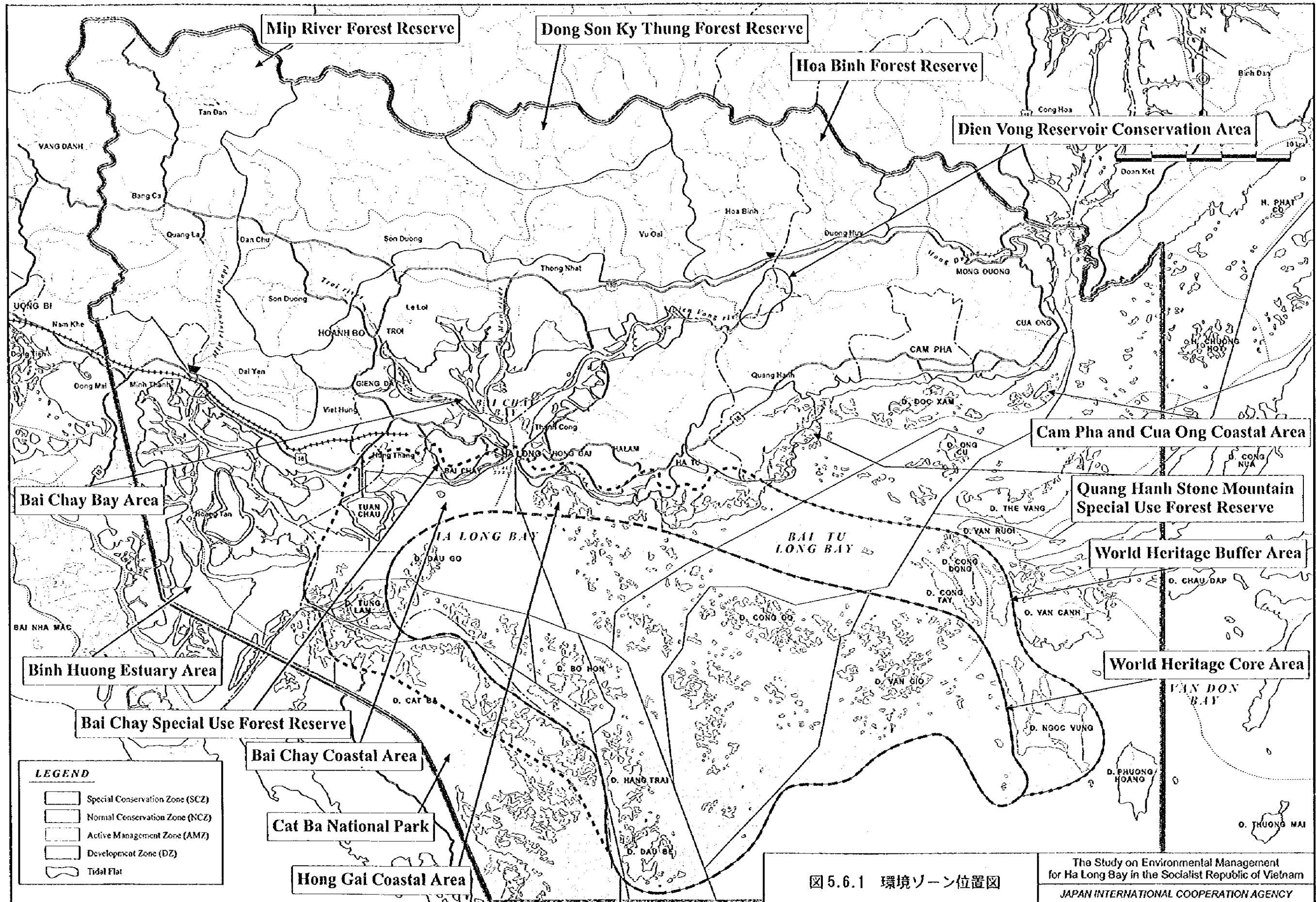
The Study on Environmental Management  
for Ha Long Bay in the Socialist Republic of Vietnam  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

图15.3.1 环境管理计划对象地域

**LEGEND**

- Study Area
- Watershed
- UNESCO World Heritage Site
- Buffer Zones
- Railway
- Road
- River and Stream
- Sea Route







## 第6章 環境保全目標達成に必要な環境対策

### 6.1 環境衛生対策

#### 6.1.1 生活排水

EMPの下水対策においては、対象地域・人口、処理水放流先の環境保全目標、既存の下水道計画、処理技術、産業排水対策との整合性を考慮した。従来の2次処理（レベル1）はハロン湾、パイターロン湾への放流には適するが、パイチャイ湾への放流のためには栄養塩除去を含む高度処理（レベル2）が必要となる。下水道整備の対象地域は、原則として人口密度が比較的高いハロン市及びカンファ町の市街地とした。

このうちハロン市西部については、Don Dien と Dong Dang の2ヶ所に下水処理施設を整備するオプションと、Dong Dien のみに下水処理施設を整備するオプションの2つを検討した。世界遺産バッファ地区西方の Don Dien ではレベル1の処理で十分であるが、パイチャイ湾に面する Don Dang にはレベル2の処理が求められる。ハロン市西部での処理対象人口は2010年までに120,000人に達する。

ハロン市東部については、Deo Sen と Bach Dang の2ヶ所に下水処理施設を整備する計画を検討した。Deo Sen 処理施設計画の設計基準及びコストは、産業排水対策との整合性を考慮する必要があるため代替案を詳細に検討した。従ってこれらの施設のコストは6.5において別途検討する。なお、Deo Sen 処理施設の裨益人口は産業排水処理量に応じて変動し、約164,000～184,000人であり、Bach Dang 処理施設は約60,000人である。

ホンガイ中心部の人口集中地区は生活排水により周辺海域の汚濁が進行しているため、早急な下水処理施設の建設が必要である。対策には Deo Sen 及び Bach Dang 処理施設の第一期工事（それぞれの処理人口は40,000人と30,000人）とともに、南北ホンガイ地区の集水幹線網の建設を含むこととした。カンファ町（対象人口45,000人）については、1ヶ所の処理施設と下水幹線約13kmを含む計画（維持管理費用を含む建設費US\$7.5×10<sup>6</sup>百万）とした。

#### 6.1.2 一般廃棄物

ハロン市上下水・廃棄物対策事業（HWSSP）の第一期工事では、ハロン市、カンファ町の廃棄物回収率を2005年までにそれぞれ65%、50%に高めるための資機材、衛生埋立て施設が計画されている。埋立地は Ha Khau（パイチャイ地区用）、Deo Sen（ホンガイ地区用）及び Quang Hanh（カンファ町用）が予定されている。

EMPの一般廃棄物管理はHWSSPの原則を踏まえるが、2010年の一般廃棄物回収目標を、ハロン市は85%、カンファ町は80%と設定した。これは未収集の廃

棄物量を現状レベルとするものであり、HWSSP で予定する資機材及び処分場の規模の拡充をそれぞれ必要とする。

2008 年以降には廃棄物処分場が不足することが見込まれるため、本調査では、Quang Hanh 処分場の容量を 45 万 m<sup>3</sup> に拡大することを提案した。また、医療関連廃棄物については別途回収し、焼却処分する計画とした。一連の一般廃棄物管理拡充に要する費用は、維持管理費用を含め US\$13.8×10<sup>6</sup> である。

### 6.1.3 産業排水

産業排水については、1) 新規工場は排水を工業排水基準 (TCVN 5945-1995) クラス B まで処理すること、2) 上乗せ基準については放流水域別の環境保全目標に合わせて設定すること、3) 工業団地は排水システムを完備し、適切な排水処理をするあるいは適切な排水先に放流すること、そして、4) 既存工場からの排水は前処理後、一般下水道に放流することを原則とした。

このうち、カイラン工業団地とホアンポー工業団地の排水計画については放流先や下水道計画との整合性を考慮して、1) バイチャイ湾への放流のため同基準クラス A の前処理、2) Don Dien からハロン湾への放流、及び 3) 生活排水とともに Don Dien でレベル 1 あるいは Dong Dang でレベル 2 に処理、の 3 つのオプションを検討した。これらに要するコストは 6.5 に示す。

また、Lang Bang の工場群については、クラス A まで排水処理を行なった後、バイチャイ湾に放流することとした。Lang Bang 工場群に対する施設建設及び維持管理費用は US\$1.7×10<sup>6</sup> である。

### 6.1.4 産業廃棄物

2010 年に予測される産業廃棄物発生量は、一般産業廃棄物が年間 34,500 トン、有害産業廃棄物は年間 3,450 トンである (石炭産業を除く)。このうち、一般産業廃棄物は埋立て処分することとし、このため約 10 万 m<sup>3</sup> の処分場容量が必要となる。一方、有害産業廃棄物については、有害性評価手続きを含む焼却処分を中心とした計画とした。焼却場の処理能力は 15 トン/日を想定した。これらの産業廃棄物処理にかかる費用は、維持管理費用を含めて約 US\$ 4.7×10<sup>6</sup> である。

## 6.2 石炭産業に係る環境対策

### 6.2.1 石炭産業に係る環境目標

環境対策は、関連環境法令の遵守、流域別環境保全目標、そして長期的な観点から環境の回復に必要とされる事項を満足するよう設定した。主な、目標は次のとおりである。

- (1) 非特定汚染源からの汚染をコントロールし、環境復旧を促進するために、2010年における採炭活動に伴う裸地面積を、現状とほぼ同じ約4,900 ha以下にする。
- (2) 特定汚染源からの排水は、工業排水基準 (TCVN 5945-1995) を満足する。

### 6.2.2 石炭産業に係る環境対策事業

上記の環境目標は、一連のハード的、ソフト的対策を実施することによって達成する。ハード的対策としては、炭鉱環境復旧事業、特定汚染源対策（炭鉱排水及び選炭工場）、そして浚渫事業があげられる。ソフト的対策としては、制度／法令整備、クリーン生産／廃棄物削減、環境モニタリングなどが考えられる。合計で12の環境対策事業を提案し、その概要は以下のとおりである。

環境対策の概要と概算コスト (2000-2010年)

No.	事業	概要	費用	
			US\$×10 <sup>6</sup>	%
1	石炭採掘関連環境保全計画の策定	地域及び炭鉱別環境計画の策定	0.9	2.6
2	環境改善パイロット事業	環境復旧技術確立のためのパイロット事業	1.8	5.2
3	炭鉱廃水対策	排水処理施設 (50施設) の設置	2.2	6.3
4	選炭工場環境対策	構内排水設備の充実	1.7	4.9
5	南デオナイ捨石場復旧	大規模捨石場の環境復旧及び土砂崩壊対策	3.4	9.8
6	Mong Duong 川流域対策	植栽、排水改善対策、粉塵対策からなる流域別環境復旧事業	4.4	12.6
7	Dien Vong 川流域対策		4.2	11.9
8	Ha Tu 川流域対策		1.8	5.2
9	ホンガイ北部流域対策		0.5	1.5
10	カンファ西部流域対策		0.1	0.4
11	クアオン流域対策		0.5	1.5
12	浚渫事業	定期的及び緊急時の河川、灌漑施設、その他被害地域の浚渫事業	13.3	38.1
合計			34.8	100

注：割引計算前、2010年以降の維持管理費用を含まない。

これらの事業によって、事業を実施しなかった場合と比較して、2010年に年間1.73百万トンの土砂流出と年間34,000トンのSSを削減することが可能である。2000-2010年の総事業費はUS\$ 35×10<sup>6</sup>で、事業別では浚渫事業に最も費用が必要である。流域別復旧事業では、流域面積の大きいMong Duong川流域復旧事業とDien Vong川流域復旧事業の事業規模が大きい。特定汚染源対策（炭鉱廃水対策、選炭工場環境対策）には総事業費の11%にあたるUS\$ 4×10<sup>6</sup>が必要である。

### 6.3 観光産業に係る環境対策

#### 6.3.1 観光産業に係る環境目標

関連環境法令、既存の環境対策及び予想される観光客数の増加を考慮して、以下の環境目標を設定した。

観光産業に係る環境目標

分類	目標
環境計画	環境計画の策定
廃棄物	観光船及び島からの廃棄物の100%回収・処分
排水	観光船及び島からの排水の100%回収・処理
自然環境資源保全	パトロール能力の倍増

陸域における廃棄物及び排水対策は6.1章で既に述べたため、ここでは含めない。

#### 6.3.2 観光産業に係る環境対策事業

合計で4つの環境事業を提案し、その概要は以下のとおりである。なお増加する衛生環境対策のニーズに柔軟に対応するため、衛生環境改善事業は2つのフェーズで実施することとした。

環境対策の概要と概算コスト（2000-2010年）

No.	事業	概要	費用	
			US\$ ×10 <sup>6</sup>	%
1	観光関連環境保全計画の策定	観光に係る環境計画の策定	0.1	2.6
2	第一期衛生環境改善事業	廃棄物・排水の回収・処理、トイレの建設による観光船及び島の衛生環境の改善(フェーズ1)	1.5	39.5
3	第二期衛生環境改善事業	廃棄物・排水の回収・処理、トイレの建設による観光船及び島の衛生環境の改善(フェーズ2)	1.2	31.6
4	監視体制の強化	パトロール・ボート(6隻)、スタッフ(30名)増強によるパトロールの強化	1.0	26.3
合計			3.8	100

注：割引計算前、2010年以降の維持管理費用を含まない。