

# COASTAL RESOURCES OF WEST SABAH

an investigation into the impact of  
oil spill

Edited by

CHUA THIA-ENG, Ph. D.

and

J. A. MATHIAS, Ph. D.



Penerbit Universiti Sains Malaysia  
Pulau Pinang

# Coastal Resources of West Sabah

An Investigation into the Impact of Oil Spill

Edited by

CHUA THIA-ENG, Ph. D.

and

J. A. MATHIAS, Ph. D.

## CONTRIBUTORS

J.K. Charles, Ph. D.

Chua Thia-Eng, Ph. D.

Ho Sinn Chye, M. Sc.

Khew Khing Ling, Ph. D.

Lai Hoi Chaw, Ph. D.

N.P.E. Langham, Ph. D.

D.F. Malley, Ph. D.

J.A. Mathias, Ph. D.

C. Sather, Ph. D.

H.S. Sidhu, M. Sc.

M.J. Valencia, Ph. D.

Project sponsored by Exxon Malaysia Incorporated and jointly undertaken by School of Biological Sciences, School of Physics and School of Comparative Social Sciences, Universiti Sains Malaysia.



PENERBIT UNIVERSITI SAINS MALAYSIA  
PULAU PINANG  
1978

PUSTAKA PERDANA



1004660

# Contents

LIST OF PLATES	vii
FOREWORD	ix
ACKNOWLEDGEMENTS	xi
INTRODUCTION	xiii
<b>PART I THE ENVIRONMENT</b>	
1. THE PHYSICAL ENVIRONMENT	3
1.1 Geography	3
1.1.1 Agriculture	3
1.1.2 Transportation	4
1.1.3 Population	4
1.1.4 Coastal types	8
1.2 Meteorology	12
1.2.1 Temperature and precipitation	12
1.2.2 Winds	15
1.2.3 Coastal winds	15
1.2.4 Offshore winds	18
1.3 Oceanography	18
1.3.1 Salinity and sea temperature	18
1.3.2 Coastal currents	19
1.3.3 Offshore currents	19
1.3.4 Swell	26
1.3.5 Sea	29
1.3.6 Sea level and tides	29
1.4 Analysis of physical factors affecting the movement of oil at sea	29
1.4.1 Transport of oil by wind, current, swell and tides	29
1.4.2 Analysis of constancy of offshore wind, current, swell and sea	30
1.4.3 Wind and current data sources	31
1.4.4 Wind constancy	33
1.4.5 Swell constancy	43
1.4.6 Sea constancy	43
<b>PART II THE NATURE AND USE OF COASTAL RESOURCES</b>	
2. FISHES	49
2.1 Introduction	49
2.2 Landings of fishes on the west coast	49
2.2.1 Methods of estimating landings of fishes	49
2.2.2 Quantity and quality of marine fishes and invertebrates landed	50

2.2.3	Composition of market landings	....	....	....	50
2.2.4	Landings by group of species	....	....	....	65
2.3	Species composition of catch by various gears	....	....	....	67
2.4	Seasonal variation	....	....	....	70
2.4.1	Total landings of fish catch	....	....	....	70
2.4.2	Landings of major fish groups	....	....	....	73
2.5	Standing stock and potential yield	....	....	....	76
2.6	Fishes of economic importance and notes on their fisheries	....	....	....	81
2.6.1	Clupeids	....	....	....	81
2.6.2	Mackerels	....	....	....	83
2.6.3	Tunas	....	....	....	84
2.6.4	Reef fishes	....	....	....	84
2.6.5	Pomfrets	....	....	....	85
2.6.6	Sharks and rays	....	....	....	85
2.6.7	Flatfishes	....	....	....	85
2.6.8	Mulletts	....	....	....	86
2.6.9	Carangids	....	....	....	86
2.6.10	Whitefish	....	....	....	87
3.	PRAWNS AND OTHER INVERTEBRATES	....	....	....	88
3.1	Marine penaeid prawns	....	....	....	88
3.1.1	West coast prawn catch statistics	....	....	....	88
3.1.2	Species composition of catch	....	....	....	92
3.1.3	Seasonality of catch	....	....	....	98
3.1.4	Life history and ecology of prawns	....	....	....	100
3.2	Acetes shrimp	....	....	....	102
3.3	Crabs and lobsters	....	....	....	104
3.3.1	Mangrove crab	....	....	....	104
3.3.2	Pelagic crab	....	....	....	105
3.3.3	Spiny lobster	....	....	....	105
3.4	Molluscs	....	....	....	106
3.4.1	Cuttlefish and squid	....	....	....	106
3.4.2	Other molluscs	....	....	....	107
4.	MARINE ALGAE	....	....	....	109
4.1	Introduction	....	....	....	109
4.2	Areas surveyed	....	....	....	109
4.3	Species composition and distribution	....	....	....	109
4.4	Economic importance of marine algae	....	....	....	114
5.	CORAL REEFS	....	....	....	117
5.1	Introduction	....	....	....	117
5.2	The Economic value of coral reefs	....	....	....	118

5.2.1	Limestone	....	....	....	....	....	....	118
5.2.2	Tourism	....	....	....	....	....	....	119
5.2.3	Fisheries	....	....	....	....	....	....	120
5.3	Reef growth and recolonization	....	....	....	....	....	....	121
5.4	Reef structure and terminology	....	....	....	....	....	....	122
5.5	Reef distribution in west Sabah	....	....	....	....	....	....	125
5.6	Reef survey in west Sabah	....	....	....	....	....	....	129
6.	<b>BEACHES, ROCKY SHORES AND COASTAL SWAMPS</b>	...	...	...	...	...	...	152
6.1	Description of rocky shores	....	....	....	....	....	....	152
6.2	The sandy beaches	....	....	....	....	....	....	156
6.3	Sand flats	....	....	....	....	....	....	159
6.4	Coastal swamps	....	....	....	....	....	....	162
6.4.1	Distribution in west Sabah	....	....	....	....	....	....	162
6.4.2	Survey of the swamp along Sg. Klias	....	....	....	....	....	....	164
6.4.3	Flora and fauna	....	....	....	....	....	....	164
6.4.4	Tourist potential	....	....	....	....	....	....	167
7.	<b>THE FISHING GROUNDS</b>	....	....	....	....	....	....	171
	<b>PART III SOCIO-ECONOMIC ASPECTS OF THE MARINE FISHING INDUSTRY</b>							
8.	<b>THE MARINE FISHING INDUSTRY</b>	....	....	....	....	....	....	177
8.1	Introduction	....	....	....	....	....	....	177
8.2	The major fishing industries	....	....	....	....	....	....	179
8.2.1	Indigenous inshore fisheries	....	....	....	....	....	....	181
8.2.2	Trawl fisheries	....	....	....	....	....	....	187
8.2.3	Export fisheries	....	....	....	....	....	....	200
8.3	Fish marketing	....	....	....	....	....	....	201
8.3.1	Major market centers	....	....	....	....	....	....	201
8.3.2	Intermediate and local markets	....	....	....	....	....	....	203
	<b>PART IV POSSIBLE EFFECTS OF AN OIL SPILL ON COASTAL RESOURCES</b>							
9.	<b>GENERAL CONSIDERATION</b>	....	....	....	....	....	....	207
10.	<b>THE FATE OF OIL IN THE ENVIRONMENT</b>	....	....	....	....	....	....	210
10.1	Physical changes	....	....	....	....	....	....	210
10.2	Chemical changes	....	....	....	....	....	....	211
10.3	Biological changes	....	....	....	....	....	....	212
11.	<b>BACTERIAL DEGRADATION OF CRUDE OIL</b>	....	....	....	....	....	....	214
11.1	Introduction	....	....	....	....	....	....	214

11.2	Materials and methods	....	....	....	....	....	....	214
11.3	Results	....	....	....	....	....	....	216
12.	<b>PREDICTION ON OIL SLICK MOVEMENT</b>	....	....	....	....	....	....	217
12.1	Influence of wind	....	....	....	....	....	....	217
12.2	Influence of currents	....	....	....	....	....	....	221
12.3	Influence of wind and current combined	....	....	....	....	....	....	227
13.	<b>OIL IN RELATION TO SEA-BOTTOM SEDIMENTS</b>	....	....	....	....	....	....	234
14.	<b>EFFECTS OF OIL ON COASTAL RESOURCES</b>	....	....	....	....	....	....	239
14.1	Fishes	....	....	....	....	....	....	239
14.2	Invertebrates	....	....	....	....	....	....	244
14.3	Marine algae	....	....	....	....	....	....	248
14.4	Corals	....	....	....	....	....	....	249
14.5	Coastal and sea birds	....	....	....	....	....	....	253
14.6	Beaches and rocky shores	....	....	....	....	....	....	258
	14.6.1 Rocky shores	....	....	....	....	....	....	258
	14.6.2 Sandy and muddy shores	....	....	....	....	....	....	259
14.7	Mangroves	....	....	....	....	....	....	259
15.	<b>EVALUATION OF THE IMPACTS OF OIL SPILL ON COASTAL RESOURCES</b>	....	....	....	....	....	....	262
15.1	Recreational beaches and the tourist industry	....	....	....	....	....	....	262
15.2	Fisheries	....	....	....	....	....	....	263
15.3	Habitats	....	....	....	....	....	....	265
15.4	Aquaculture site	....	....	....	....	....	....	265
15.5	Evaluation of economic loss	....	....	....	....	....	....	267
	<b>PART V CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS</b>							
16.	<b>CONCLUSIONS</b>	....	....	....	....	....	....	271
17.	<b>RECOMMENDATIONS</b>	....	....	....	....	....	....	274
	<b>REFERENCES</b>	....	....	....	....	....	....	279
	<b>INDEX</b>	....	....	....	....	....	....	291