

รูปที่ 1.14 การแพร่กระจายของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน (Chrysene equivalent) ในน้ำทะเลอ่าวไทย [Wongnapapan *et al.*, 1997]

ตารางที่ 1.14 ความเข้มข้นของสารปรอทในน้ำทะเลและตะกอนพื้นทะเลของอ่าวไทย

ปีที่ศึกษา	สถานที่	น้ำทะเล (µg/L)	ตะกอน (µg/g wet)
1974	หาดบางพระ จังหวัดชลบุรี	0.015 - 0.019	0.003 - 0.069
1975-1976	อ่าวไทยตอนใน	0.01 - 0.11	
1975-1976	อ่าวไทยตอนใน	0.467	
1976	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	0.216 ± 0.280	0.012 - 0.264
1977	อ่าวไทยตอนใน	0.02 - 2.00	
1979-1980	เขตปากแม่น้ำอ่าวไทยตอนใน	0.24 - 0.38	0.007 - 0.017
1980	ปากแม่น้ำ - แม็กลอง		0.23 ± 0.1
	- ท่าจีน		0.67 ± 0.1
	- เจ้าพระยา		2.80 ± 0.4
	- บางปะกง		0.52 ± 0.2
1983-1984	ปากแม่น้ำบางปะกง	44.7*	0.14
1983-1987	ฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนใน	847.0*	2.26
1983-1987	อ่าวไทยตอนใน	0.2 - 203.0*	
1984-1986	ฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนใน	0.1 - 88.7*	

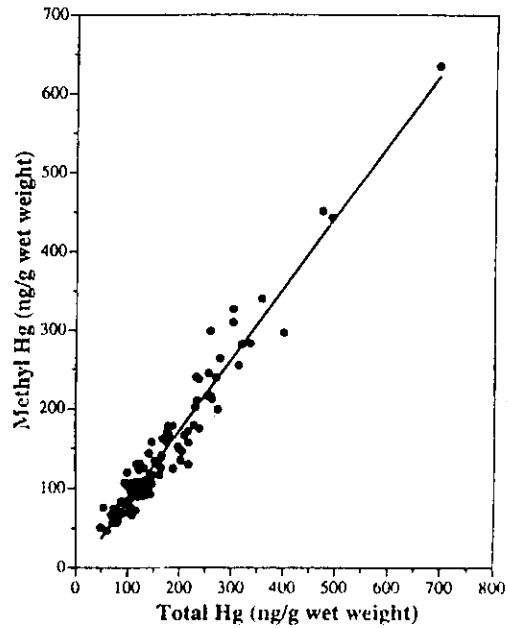
หมายเหตุ: * ค่าที่สูงผิดปกติในบางตัวอย่าง ซึ่งสูงกว่าระดับที่ตรวจพบในอ่าว Minamata (1.6-3.6 ppb) ในประเทศญี่ปุ่นนั้น อาจเนื่องมาจากการปนเปื้อน ซึ่งอาจเกิดขึ้นในขณะเก็บตัวอย่างหรือระหว่างการวิเคราะห์ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการติดตามตรวจสอบเพิ่มเติมอีก

ที่มา : เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, ดัดต่อส่วนตัว

ในสัตว์ทะเล สารปรอทที่พบจะอยู่ในรูป Methyl เนื่องจาก Methyl mercury (ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีความเป็นพิษสูง) สร้างพันธะที่เสถียรกับ Sulfohydryl group ของเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิต ทำให้สามารถคงตัวอยู่ในสิ่งมีชีวิตได้เป็นเวลานานกว่ารูปแบบอนินทรีย์ของสารปรอท ดังนั้นจึงพบว่าสัดส่วนระหว่างของรูปแบบของ Methyl mercury ต่อ Total mercury ในสัตว์ทะเลมีค่าสูง Windom and Cranmer [1998] พบว่าปริมาณ Methyl mercury ในตัวอย่างปลาทั้งที่ได้จากบริเวณใกล้แท่นขุดเจาะบงกช (200 เมตร รอบแท่นขุดเจาะ) และจากประชากรธรรมชาติซึ่งลุ่มจากตลาดสดในอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา มีสหสัมพันธ์กับปริมาณ Total mercury (รูปที่ 1.15) โดยมีค่าประมาณ 90% ของ Total mercury

รูปที่ 1.15

ปริมาณ Methyl mercury : Total mercury ในปลา (จากบริเวณแทนเจาะบงกช และจากตลาดสดสงขลา) [Windom and Cranmer, 1998]



สารปรอทที่ปนเปื้อนในสัตว์ทะเลในอ่าวไทยนั้นส่วนใหญ่มีค่าไม่เกิน $0.2 \mu\text{g/g}$ (น้ำหนักเปียก) (ตารางที่ 1.15) ซึ่งน่าจะเป็นค่า Natural background concentration ของอ่าวไทย [เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, ติดต่อบริเวณตัว] สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ [2541] ทำการศึกษาปลาผิวน้ำบริเวณใกล้แทนชวดเจาะในปี พ.ศ. 2540 พบความเข้มข้นของสารปรอทในปลาเหล่านี้ดูมีแนวโน้มสูงขึ้น (ตารางที่ 1.15) โดยพบว่าปลาประเภทที่ดำรงชีวิตและหากินอยู่บริเวณใกล้ผิวดิน (Demersal fish³) ประมาณ 23.3% ที่จับจากบริเวณใกล้แทนชวดเจาะก้าชในอ่าวไทย มีค่าความเข้มข้นของสารปรอทเกินกว่า $0.2 \mu\text{g/g}$ (น้ำหนักเปียก) และที่มีความเข้มข้นมากกว่า $0.5 \mu\text{g/g}$ ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ที่กำหนดโดย FAO (Food & Agriculture Organization) และอีกหลายประเทศ (ตารางที่ 1.16) มีอยู่ประมาณ 5-10% ของตัวอย่างปลาที่จับจากบริเวณนี้

อย่างไรก็ดี ยังไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะชี้ชัดลงไปว่ามีการปนเปื้อนของสารปรอทในปลาเพิ่มขึ้นในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บตัวอย่างในอดีตไม่ได้ออกแบบเพื่อการตรวจติดตามอย่างเป็นระบบ ดังนั้น ในทางสถิติ ตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์อาจไม่ได้เป็นตัวแทนที่แท้จริงของประชากรสัตว์ทะเลในอ่าวไทย

³ Demersal fish หรือเรียกว่า ปลาหน้าดิน เป็นปลาที่อาศัยหากินอยู่บริเวณใกล้ผิวดิน และมีพฤติกรรมไม่เคลื่อนย้ายถิ่นฐาน (non-migratory habit) จึงมีแนวโน้มที่จะสะสมสารปรอทปนเปื้อนเหล่านี้ในเนื้อเยื่อ ดังนั้น จึงสามารถไขความแตกต่างของความเข้มข้นที่พบในเนื้อเยื่อปลาที่จับจากบริเวณที่ศึกษากับตัวอย่างที่ได้มาจากบริเวณที่ไม่มีการปนเปื้อน ในการประเมินการปนเปื้อนของสารเหล่านี้ได้

ตารางที่ 1.15 ความเข้มข้นของสารปรอทในสัตว์ทะเลในอ่าวไทย

ปีที่ศึกษา	สถานที่	ประเภทสัตว์ทะเล	µg/g wet weight	
1974	หาดบางพระ จังหวัดชลบุรี	3 rd trophic level fishes	0.003 - 0.010	
		4 th trophic level fishes	0.002 - 0.057	
1976	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	Fishes and shellfish	0.009 - 0.205	
1976-1977	อ่าวไทยตอนใน	3 rd trophic level fishes	0.002 - 0.130	
		4 th trophic level fishes	0.010 - 0.650	
1977-1980	อ่าวไทยตอนใน	Fishes and shellfish	0.002 - 0.206	
1978-1979	ปากแม่น้ำ	Bivalves	0.013 - 0.120	
1979-1981	อ่าวไทยตอนใน	Fishes and shellfish	0.012 - 0.051	
1980	ปากแม่น้ำ - แม็กลอง	Mulletts	0.04 ± 0.03	
		Green mussels	0.07 ± 0.04	
	- ทำจีน	Mulletts	0.07 ± 0.04	
		Green mussels	0.09 ± 0.03	
	- เจ้าพระยา	Mulletts	0.15 ± 0.06	
		Green mussels	0.21 ± 0.06	
	- บางปะกง	Mulletts	0.08 ± 0.03	
		Green mussels	0.09 ± 0.04	
	หัวหิน	Green mussels	0.04 ± 0.03	
	1982-1983	อ่าวไทยตอนใน	Bivalves	0.001 - 0.041
	1982-1986	อ่าวไทยตอนใน	Bivalves	0.001 - 0.153
	1990	เกาะสีชัง	Fishes	0.012 - 0.032
มาบตาพุด		Fishes	0.013 - 0.049	
แท่นเอราวิ้น		Fishes	0.055 - 0.324	
1997	อ่าวไทยตอนนอก	Demersal fishes	0.003 - 0.93	

ที่มา: เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวด, ดิตตอส่วนด้ว

ตารางที่ 1.16 เกณฑ์มาตรฐานของประเทศต่าง ๆ ซึ่งอนุญาตให้มีสารปรอท (µg/g น้ำหนักเปียก)ปนเปื้อนได้ในสัตว์ทะเลสำหรับบริโภค

โลหะ	FAO	ไทย	ออสเตรเลีย	ซาอุดีอาระเบีย
Hg	0.5	0.5	0.5	0.5
Pb	N/A	1.0	1.5	5
Cu	N/A	20	70	10
Zn	N/A	100	10	50

หมายเหตุ: N/A = ไม่มีข้อมูล

Windom and Cranmer [1998] ศึกษาปลา Demersal fish ที่เก็บตัวอย่างในระหว่างปลายเดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540 จำนวน 100 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นปลาที่จับได้รอบแท่นขุดเจาะบงกช 53 ตัวอย่าง และเป็นประชากรธรรมชาติซึ่งลุ่มจากตลาดสดสงขลา 35 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1.17) ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติของปริมาณสารปรอทที่ปนเปื้อนในปลาชนิดหลัก (Dominant species) (ปลากะพง 2 ชนิด และปลากะรัง 1 ชนิด) ในตัวอย่างปลาทั้งสองบริเวณ (รูปที่ 1.16) แม้ว่าจะมีอยู่ 3 ตัวอย่างที่มีค่าปรอทสูง โดยที่ปลา 2 ตัวอย่าง (ปลากะพงข้างเหลืองจากแท่นขุดเจาะ 1 ตัวอย่าง และปลากะรังหางตัด (ปลาเก๋า) จากตลาดสด 1 ตัวอย่าง) มีความเข้มข้นมากกว่า $0.4 \mu\text{g/g}$ (น้ำหนักเปียก) และปลาปากคมที่จับได้บริเวณแท่นขุดเจาะบงกช 1 ตัวอย่างที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน คือ มากกว่า $0.5 \mu\text{g/g}$ (น้ำหนักเปียก) และเนื่องจากว่าปริมาณการสะสมของสารปรอทหรือโลหะหนักในเนื้อเยื่อปลานั้นขึ้นอยู่กับอายุของปลา ดังนั้น การจะเปรียบเทียบการปนเปื้อนของสารเหล่านี้ในปลาจากต่างบริเวณกันนั้น จำเป็นต้องเทียบกับตัวอย่างที่มีอายุใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจใช้ขนาดหรือน้ำหนักปลาเป็นตัวอ้างอิงแทน (proxy) จากรูปที่ 1.16 ปลากะรังหางตัดเป็นตัวอย่างที่ได้จากตลาดสด มีการปนเปื้อนของสารปรอทมากกว่าปลาที่ได้จากบริเวณแท่นขุดเจาะบงกช Windom and Cranmer [1998] อธิบายว่าอาจเป็นไปได้ 2 กรณี คือ มีการปนเปื้อนในปลาจริงหรืออาจเป็นเพราะว่าปลาจากแท่นบงกชมีอัตราการเจริญเติบโตเร็วกว่าปลาที่ได้ลุ่มมาจากตลาดสด ปลาจากตลาดจึงน่าจะมีอายุมากกว่า ทำให้มีโอกาสสะสมสารปรอทได้มากกว่า

ปริมาณสารปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลานั้นนอกจากจะสัมพันธ์กับอายุปลาแล้ว พฤติกรรมการหากินของปลาก็เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่ง พบว่าปลาที่มีพฤติกรรมหากินกลางน้ำ (Pelagic habit) มากกว่า เช่น ปลาช่อนทะเล และปลาทูแดง จะมีสารปรอทสะสมอยู่ในปริมาณที่ต่ำกว่าปลาประเภทที่หากินใกล้หน้าดิน (Demersal fish) (ตารางที่ 1.17) [Windom and Cranmer, 1998]

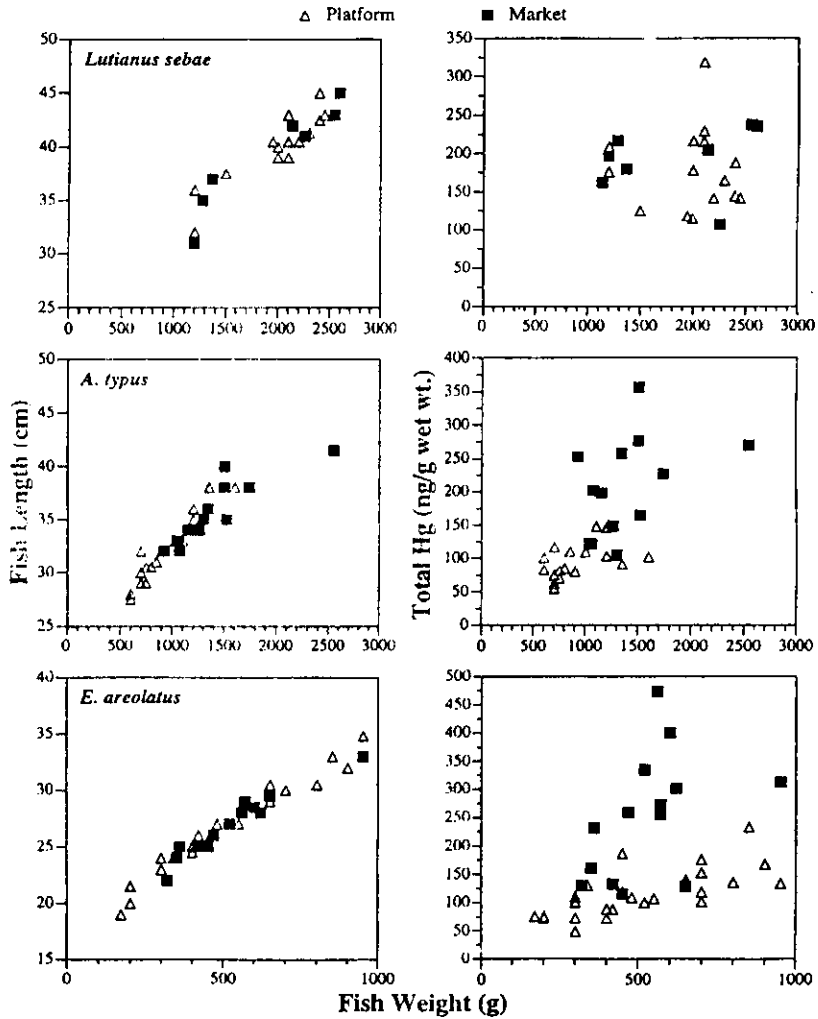
ในอ่าวไทยบริเวณอื่น เช่น อ่าวบ้านดอน Hungspreugs et al. [1989] พบว่าน้ำทะเลในบริเวณดังกล่าวมีปรอทปนเปื้อนอยู่ตั้งแต่ปริมาณที่น้อยมาก (Trace) จนถึง $0.43 \mu\text{g/L}$ ในสิ่งมีชีวิตพบว่าปนเปื้อนอยู่ในหอยแครง $0.018-0.029 \mu\text{g/g}$ (น้ำหนักแห้ง) หอยตะไกร $0.010-0.024 \mu\text{g/g}$ (น้ำหนักแห้ง) หอยลาย $0.017 \mu\text{g/g}$ (น้ำหนักแห้ง) ปลา $0.004-0.008 \mu\text{g/g}$ (น้ำหนักแห้ง) ปลาหมึก $0.008 \mu\text{g/g}$ (น้ำหนักแห้ง) และกุ้ง $0.012 \mu\text{g/g}$ (น้ำหนักแห้ง) Hungspreugs et al. [1991] รายงานว่าบริเวณนอกฝั่งชุมพรถึงสุราษฎร์ธานีความเข้มข้นของสารปรอทในน้ำทะเลมีค่าอยู่ในช่วง $3-30 \mu\text{g/L}$ โดยตั้งข้อสังเกตว่ามีการปนเปื้อนของสารปรอทที่น้ำทะเลระดับผิวหน้ามากกว่าน้ำทะเลที่เก็บมาจากระดับใกล้พื้นทะเล ส่วนความเข้มข้นของสารปรอทในตะกอนบริเวณนี้มีค่าอยู่ในช่วง $0.21-2.94 \mu\text{g/g}$ (น้ำหนักเปียก)

ตารางที่ 1.17 เปรียบเทียบความเข้มข้นของปรอทและโลหะหนักบางชนิด ในประชากรปลาที่จับได้จากบริเวณแหล่งชุมชนในอ่าวไทย และปลาที่สุ่มตัวอย่างจากตลาดสดสงขลา

หน่วย: ng/g น้ำหนักเปียก ยกเว้น Zn มีหน่วยเป็น mg/g น้ำหนักเปียก

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวน		Total Hg	Methyl Hg	Pb	Cu	Zn
ปลาที่จับมาจากบริเวณแหล่งชุมชน								
ช่อนทะเล (Cobia)	<i>Rachycentron canadus</i>	1	-	262	212	1	234	3.48
ปากคม (Lizard fish)	<i>Saurida tumbil</i>	2	range	302-694	310-635	6-8	101-112	3.07-3.80
			mean	498±196	473±163	7.0±1.0	107±6	3.44±0.37
ทรายแดง (Threadfin bream)	<i>Nemipterus japonicus</i>	3	range	96-166	107-141	1-10	110-173	2.11-2.52
			mean	135±29	119±16	6.0±3.7	148±27	2.31±0.17
กะพงข้างเหลือง (Snapper B)	<i>Lutjanus vitta</i>	1	-	491	443	4	169	2.56
กะพงแดง (Red snapper)	<i>Lutjanus sebae</i>	13	range	115-319	91-282	1-21	106-212	2.20-14.12
			mean	179±55	150±49	6.5±5.0	133±25	3.93±3.32
Snapper A	<i>Apricon typus</i>	12	range	55-148	47-120	1-14	98-183	1.23-2.93
			mean	93±24	77±19	8.5±4.7	135±23	2.23±0.41
กะรังหางตัด (Areolated grouper)	<i>Epinephelus areolatus</i>	21	range	49-233	51-210	1-28	79-173	2.08-5.46
			mean	114±44	104±43	11.7±7.0	120±19	2.71±0.75
ปลาตัวอย่างที่สุ่มมาจากตลาดสดสงขลา								
กะพงแดง (Red snapper)	<i>Lutjanus sebae</i>	8	range	107-238	95-237	1-6	83-197	1.88-3.52
			mean	193±41	156±39	3.5±1.9	127±37	2.60±0.58
Snapper A	<i>Apricon typus</i>	13	range	105-357	86-340	1-52	103-887	1.62-3.08
			mean	208±72	183±78	8.7±13.4	241±220	2.64±0.38
กะรังหางตัด (Areolated grouper)	<i>Epinephelus areolatus</i>	14	range	115-473	90-451	1-20	96-877	1.83-11.37
			mean	251±106	217±101	6.1±4.7	186±193	3.56±2.78

ที่มา: Windom and Cranmer, 1998



รูปที่ 1.16 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอททั้งหมด (Total mercury) ที่สะสมต่อหน่วยน้ำหนักในปลาหน้าดิน 3 ชนิดหลักที่มีขนาด ต่างกัน ทั้งที่จับได้จากบริเวณใกล้แท่นบงกช และจากตลาดสงขลา

- ปลากะพงแดง (*Lutjanus sebae*)
- ปลา Snapper A (*Apricon typus*)
- ปลากะรังหางตัด (*Epinephelus areolatus*)

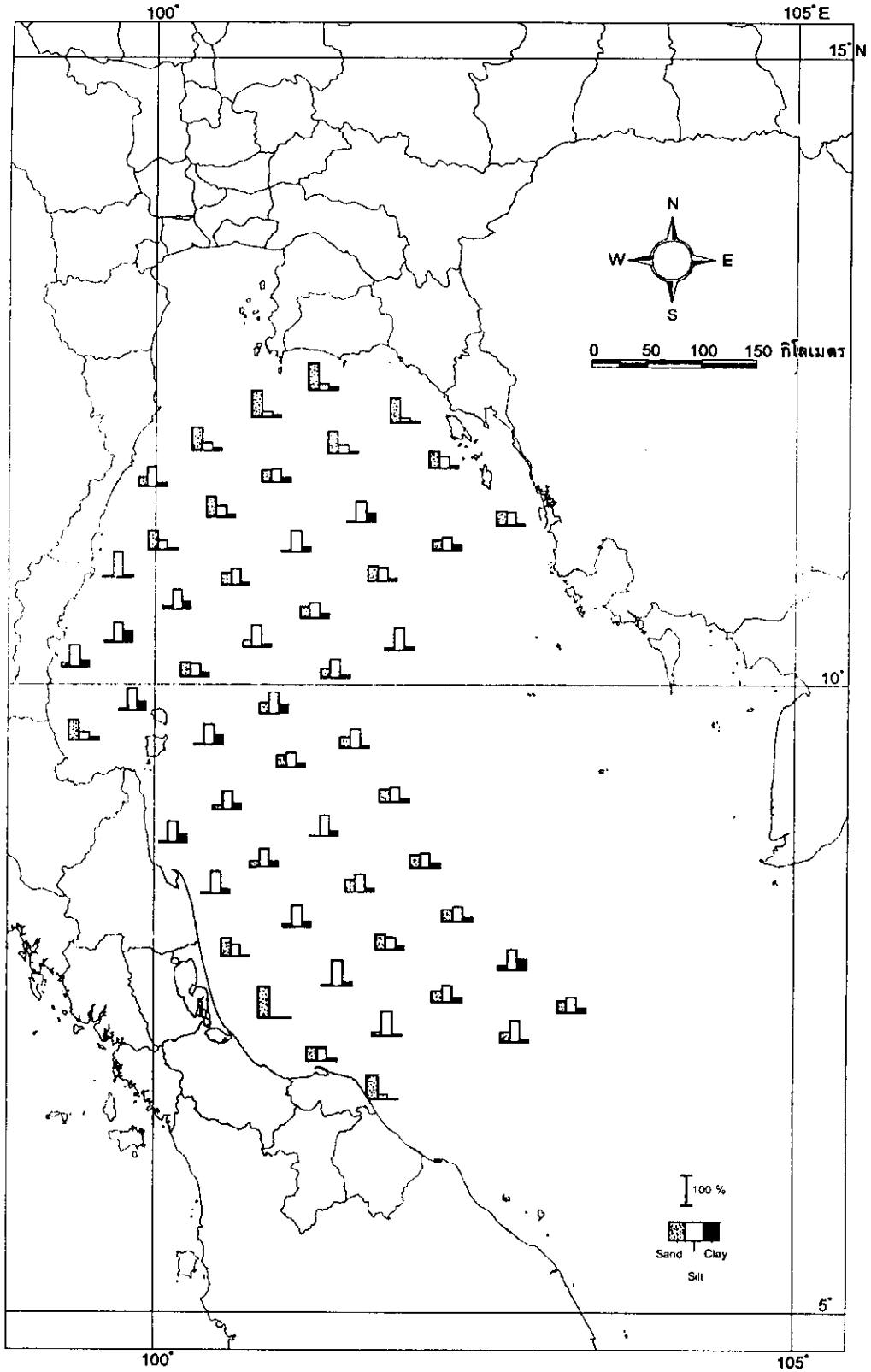
(ค) สารอาหารอนินทรีย์ (*Inorganic nutrients*) โดยทั่วไปแล้ว ความเข้มข้นของสารอาหารอนินทรีย์ หรือที่เรียกว่าสารอาหารปริมาณน้อย ในน้ำทะเลระดับผิวน้ำกับระดับลึกมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ความเข้มข้นของไนเตรตในน้ำทะเลอ่าวไทยจนถึงปลายแหลมมลายู ในน้ำตัวอย่างซึ่งเก็บระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2539 พบว่ามีความเข้มข้น $0.03-2.94 \mu\text{mole/L}$ โดยที่น้ำระดับผิวน้ำมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย $0.43 \mu\text{mole/L}$ ที่ระดับลึก 20 เมตร มีค่าเฉลี่ย $0.50 \mu\text{mole/L}$ และที่น้ำระดับเหนือผิวดินมีค่าเฉลี่ย $0.93 \mu\text{mole/L}$ ฟอสเฟตมีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง $0.01-0.74 \mu\text{mole/L}$ โดยมีค่าเฉลี่ยในน้ำที่ระดับผิวน้ำ ที่ระดับลึก 20 เมตร และที่ระดับเหนือผิวดิน เท่ากับ $0.137, 0.112, 0.145 \mu\text{mole/L}$ ตามลำดับ [Yasin et al., 1997] สมชาย วิบุญพันธ์ และ กิ่งกาญจน์ สุดใจ [2539] พบว่ามีปริมาณไนเตรตในน้ำทะเลอ่าวไทยตอนล่างอยู่ในช่วงต่ำมากถึง 0.99 mg/L โดยมีค่าเฉลี่ย 0.012 mg/L ค่าฟอสเฟตอยู่ในช่วง ต่ำมากถึง 0.169 mg/L โดยมีค่าเฉลี่ย 0.012 mg/L

(1.3) คุณภาพน้ำใต้ดิน (น้ำบ่อตื้น)

คุณภาพน้ำบ่อตื้นมีคุณภาพแปรผันค่อนข้างมากขึ้นอยู่กับแหล่งและบริเวณที่ขุดบ่อ นพพร ชิมมากทอง [2536] พบว่าคุณภาพน้ำบ่อตื้นในตำบลทุ่งตาเสา อำเภอหาดใหญ่ (จาก 15 จุดเก็บตัวอย่าง และจากการเก็บตัวอย่าง 6 ครั้งในรอบปี) มีความแปรผันทั้งตามสถานที่และเวลา (ฤดูกาล) ที่เก็บตัวอย่าง ตัวแปรที่มีความแปรผันค่อนข้างมากในต่างฤดู ได้แก่ ความขุ่น และความกระด้าง แต่โดยภาพรวม พบว่าน้ำบ่อตื้นบริเวณนี้มีอุณหภูมิในช่วง $26.7-28.9$ องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง $6.10-7.27$ ความขุ่นอยู่ในช่วง $1.2-87.0 \text{ NTU}$ ความกระด้างอยู่ในช่วง $8-292 \text{ mg/L}$ และเหล็กอยู่ในช่วง $0.04-2.08 \text{ mg/L}$

(1.4) คุณภาพดินตะกอนท้องน้ำ

(ก) ขนาดของอนุภาคตะกอนท้องน้ำ (*Grain size*) รูปแบบการแพร่กระจายขนาดของตะกอนในอ่าวไทยนั้น พบว่าไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนักในช่วงหลายทศวรรษ [Emery and Niino, 1963; Aoki, 1976; Chen, 1978; Sompongchaiyakul, 1989] Sompongchaiyakul [1989] พบว่าตะกอนในอ่าวไทยมีรูปแบบการแพร่กระจายดังแสดงในรูปที่ 1.17 ในบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง ตะกอนมีองค์ประกอบค่อนข้าง "ทรายแป้ง" ($2-63 \mu\text{m}$) มาก เมื่อเทียบกับขนาด "ทราย" ($> 63 \mu\text{m}$) และขนาด "ดินเหนียว" ($< 2 \mu\text{m}$) ยกเว้นบริเวณนอกฝั่งสงขลาถึงปัตตานี ตะกอนจะมีขนาดค่อนข้างหยาบ กล่าวคือมีสัดส่วนของ "ทราย" มาก เมื่อห่างฝั่งออกไปสัดส่วนของ "ทราย" จะลดลง โดยมีองค์ประกอบของ "ทรายแป้ง" เป็นหลัก แต่เมื่อห่างฝั่งออกไปมากขึ้นตะกอนกลับมีขนาดหยาบขึ้น โดยมีองค์ประกอบของ "ทราย" และ "ทรายแป้ง" มากพอๆ กัน



รูปที่ 1.17 การแพร่กระจายของตะกอนในอ่าวไทยตามขนาดอนุภาค
[Sompongchaiyakul, 1989]

(ข) ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่เคยตรวจพบในตัวอย่างตะกอนจากอ่าวไทยกล่าวไว้ในหัวข้อคุณภาพน้ำทะเลข้างต้นแล้ว

(ค) ปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนท้องน้ำ สารอินทรีย์ที่สะสมรวมอยู่กับตะกอนจะพบว่าส่วนใหญ่จะอยู่ในส่วนที่มีขนาดอนุภาคเล็ก คือ อยู่ในส่วนที่เป็น "ทรายแป้ง" และ "ดินเหนียว" ซึ่งมีขนาด $<63 \mu\text{m}$ และพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.74-3.96% โดยมีค่าเฉลี่ยของตะกอนในอ่าวไทยทั้งหมดอยู่ที่ 1.76% สำหรับอ่าวไทยตอนล่างพบว่าปริมาณสารอินทรีย์สะสมโดยเฉลี่ยต่ำกว่าตะกอนที่เก็บจากอ่าวไทยตอนบน โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 2.17% และ 1.60% สำหรับอ่าวไทยตอนบนและตอนล่างตามลำดับ [Sompongchaiyakul, 1989] ซึ่งสอดคล้องกับที่ Umnuay [1984] เคยรายงานไว้

(2) ผลการศึกษาจากข้อมูลปฐมภูมิ (การสำรวจในภาคสนาม)

(2.1) คุณภาพน้ำผิวดิน (น้ำคลอง) ในการศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างน้ำผิวดินจากคลองหลักทั้ง 6 สาย ใน 2 ช่วงเวลา คือ (ก) ตัวอย่างเดือนมีนาคม - เมษายน 2542 เป็นตัวแทนฤดูแล้ง (ข) ตัวอย่างเดือนพฤศจิกายน 2542 เป็นตัวแทนฤดูฝน พิกัดจุดเก็บตัวอย่างและคุณภาพน้ำผิวดินทั้งหมดแสดงไว้ในภาคผนวก D1 ตาราง D1.1-

โดยสรุปในภาพรวม พบว่าคุณภาพน้ำคลองในบริเวณพื้นที่ศึกษา ค่อนข้างสะอาดทุกคลอง แม้แต่คลองหวัชซึ่งเป็นคลองที่มีน้ำทิ้งจากชุมชนและอุตสาหกรรมมาก และเคยมีรายงานว่ามีความปนเปื้อนเป็นบางช่วงของคลอง แต่ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าคุณภาพน้ำในบริเวณที่แนวท่อส่งก๊าซพาดผ่านยังคงค่อนข้างปกติ สอดคล้องกับผลการสำรวจสัตว์หน้าดิน

ค่าความเข้มข้นของสารอาหารปริมาณน้อย (Nutrients) ในช่วงฤดูฝน มีค่ามากกว่าฤดูแล้งเล็กน้อย เนื่องจากปริมาณน้ำท่าเพิ่มมากขึ้น ทำให้น้ำชะพาเอาปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตรมาด้วย ปริมาณออกซิเจนละลายบริเวณปากคลองนาทับและคลองสะกอมต่ำกว่าคลองอื่นๆ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกิจกรรมบริเวณใกล้เคียงที่ทิ้งน้ำเสียลงสู่คลอง และเหตุผลทางธรรมชาติซึ่งได้แก่การที่บริเวณนี้เป็นบริเวณน้ำกร่อยที่น้ำมีความเค็มเพิ่มขึ้น ยังส่งผลให้ออกซิเจนสามารถละลายน้ำได้ลดลง กอปรกับความลึกของน้ำที่มากกว่าคลองอื่นๆ และความเร็วของกระแสไม่แรงเท่าคลองเล็กๆ อื่นๆ

คุณภาพน้ำโดยรวมที่ต่ำที่สุด คือ ในคลองตาฮ้างท้ายน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาดังกล่าว ทั้งนี้เพราะว่าบริเวณท้ายน้ำของจุดเก็บตัวอย่างเป็นฝายกั้นน้ำ (เพื่อเพิ่มระดับน้ำได้ดินสำหรับชุมชน) ทำให้น้ำนิ่ง เกิดการสะสมของตะกอน และมีการย่อยสลายของสารอินทรีย์ อันเนื่องมาจากกิจกรรมของชุมชนรอบๆ ที่ทิ้งน้ำเสียลงสู่คลอง

เมื่อเปรียบเทียบกับคลองและทางน้ำเล็กๆ ตามแนวที่ท่อส่งก๊าซพาดผ่าน ประมาณ 40 สาย พบว่าส่วนใหญ่มีขนาดเล็กถึงเล็กมาก น้ำค่อนข้างใสในฤดูแล้ง และขุ่นในฤดูฝน น้ำไหลค่อนข้างแรงคล้ายๆ กันทั้งหมด ความลึกโดยเฉลี่ยไม่เกิน 0.5 เมตร ความกว้างประมาณ 1-3 เมตร สภาพโดยรอบส่วนใหญ่เป็นสวนยางพาราหรือป่าละเมาะ หลายคลองไม่มีน้ำไหลในฤดูแล้ง จึงพอสรุปได้ว่าคลองที่เลือกศึกษาทั้ง 6 คลอง เป็นคลองที่ใกล้ชุมชนกว่าคลองและทางน้ำเล็กๆ อื่นๆ ที่เหลือทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา คุณภาพน้ำในคลองและทางน้ำเหล่านั้น อย่างน้อยจะมีสภาพคล้ายคลึง และส่วนใหญ่จะดีกว่าคลองที่ทำการศึกษา

(2.2) **คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง** ได้ออกทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างน้ำทะเลชายฝั่ง 2 ช่วงเวลาของปี คือ ปลายเดือนมีนาคมและปลายเดือนกันยายน 2542 ข้อมูลที่วัดได้แสดงไว้ในภาคผนวก D1 ตาราง D1.2

(2.3) **คุณภาพน้ำทะเล** ได้ออกสำรวจและเก็บตัวอย่างน้ำทะเลอ่าวไทย 2 ครั้ง คือ กลางเดือนมีนาคม และปลายเดือนมิถุนายน 2542 (การออกเก็บตัวอย่างในอ่าวไทยนี้ขึ้นกับภาวะคลื่นลมในอ่าวทำให้ต้องทำการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2 ของปีก่อนข้างเร็ว อย่างไรก็ตาม คุณภาพน้ำทะเลนอกชายฝั่งนั้นขึ้นกับฤดูกาลอันเนื่องมาจากกระแสลม คลื่น และกระแสน้ำมากกว่าปริมาณน้ำจืดจากแผ่นดิน) ข้อมูลที่วัดได้แสดงไว้ในภาคผนวก D1 ตาราง D1.3

โดยสรุปพบว่าคุณภาพน้ำทะเลทั้งชายฝั่งและนอกฝั่ง (หัวข้อ 2.2 และ 2.3) อยู่ในเกณฑ์ปกติ น้ำใส และมีกรปนเปื้อนของสารต่างๆ อยู่ในระดับต่ำ คล้ายกับที่เคยที่มีรายงานโดยงานวิจัยอื่น

(2.4) **คุณภาพน้ำใต้ดิน (น้ำบ่อตื้น)** ได้ออกเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำตื้นในหมู่บ้านบริเวณใกล้เคียงพื้นที่โครงการ ตามตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 1.13 มาวิเคราะห์ตัวแปรคุณภาพน้ำ ข้อมูลที่วัดได้แสดงไว้ในภาคผนวก D1 ตาราง D1.4

โดยสรุป พบว่าคุณภาพน้ำบ่อน้ำตื้นอยู่ในเกณฑ์ปกติและขึ้นกับสภาพพื้นที่ในแต่ละบริเวณ การวางท่อไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำบ่อตื้น ข้อมูลคุณภาพน้ำบ่อตื้นจะนำมาใช้เป็นเพียงข้อมูลพื้นฐานสำหรับติดตามตรวจสอบผลกระทบหลังดำเนินโครงการแล้ว

(2.5) **คุณภาพตะกอนท้องน้ำ** ผลการวิเคราะห์คุณภาพตะกอนท้องน้ำแสดงไว้ในภาคผนวก D1 ตาราง D1.5-1.7 โดยสรุปพอจะกล่าวได้ว่าค่าความเข้มข้นของโลหะหนักประเภท Leachable metals ที่วิเคราะห์ (Fe, Mn, Cu, Pb, Zn และ Cd) ในตะกอนท้องทะเลนอกชายฝั่ง อยู่ในระดับใกล้เคียงกับที่เคยมีรายงานไว้ในอดีตโดย Sompongchaiyakul [1989] ยกเว้น Cr ซึ่งในการวิเคราะห์ครั้งนี้พบว่ามีความสูงกว่าในอดีตมาก Sompongchaiyakul [1989] รายงาน ความเข้มข้นของ leachable Fe, Mn, Cr, Zn และ Cd ในตะกอนท้องทะเลบริเวณที่ท่อส่งก๊าซพาดผ่านและบริเวณใกล้เคียง ในตะกอนส่วนที่มีขนาดเล็กกว่า 63 μm ลงไป (ซึ่งเป็นขนาดที่โลหะหนักเกาะยึดอยู่ด้วยมากที่สุด) อยู่ในช่วง 5,572-14,169, 192-553, 11.97-25.37 และ 0.037-2.134 $\mu\text{g/g}$ (dry weight และ carbonate free basis) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8966, 345.39, 20.57 และ 0.383 $\mu\text{g/g}$

(dry weight และ carbonate free basis) ตามลำดับ สำหรับ Cr ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีค่าสูงกว่าที่ Sompongchaiyakul [1989] รายงานไว้ประมาณ 15 เท่า

ค่าความเข้มข้นของโลหะหนักในตะกอนนอกชายฝั่งกับตะกอนชายฝั่งบริเวณที่แนวท่อน้ำฝึ้ง พบว่าโดยรวมมีค่าไม่แตกต่างกัน ยกเว้นความเข้มข้นของ Cr ในตะกอนชายฝั่งมีค่าน้อยกว่าตะกอนนอกชายฝั่ง 2 เท่า ในขณะที่ Pb มีความเข้มข้นมากกว่า 2-3 เท่า สำหรับตะกอนปากคลองนาทับ (WCS5) มีค่าความเข้มข้นของโลหะทุกตัวต่ำกว่าที่มีในตะกอนท้องทะเล ยกเว้น Cr มีค่าพอๆ กัน ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากกระบวนการทางกายภาพ (ตะกอนขนาดละเอียดที่โลหะหนักประเภท Leachable metals ส่วนมากเกาะยึดอยู่ สามารถถูกกระแสพัดพาออกไปสะสมอยู่ไกลออกไปจากต้นกำเนิด) และกระบวนการทางธรณีเคมีที่ควบคุมอยู่ (น้ำทะเลมี Ionic strength และ pH ที่สูงกว่าน้ำจืดและน้ำกร่อย ทำให้เกิด Coagulation และ Co-precipitation เป็นผลให้สัดส่วนของโลหะหนักที่อยู่ในมวลน้ำและในตะกอนปรับสมดุลใหม่ โดยมาสะสมตัวอยู่ในตะกอนมากกว่าจะอยู่ในมวลน้ำ) และนอกจากนี้ ตะกอนปากคลองนาทับมีขนาดหยาบกว่าตะกอนชายฝั่งมาก ดังนั้นจึงมีสัดส่วนของตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า $63 \mu\text{m}$ อยู่น้อยกว่า

ปริมาณสารอินทรีย์ (ซึ่งโลหะหนักบางส่วนเกาะยึดอยู่ด้วย) ที่มีอยู่ในตะกอนชายฝั่งมีค่าสูงกว่าตะกอนนอกฝั่ง 2 เท่า ทั้งนี้เนื่องมาจากกิจกรรมบริเวณชายฝั่งและน้ำท่าจากปากคลองใหญ่ทั้ง 2 สาย (คลองนาทับ และคลองสะกอม) การกวนตะกอนทำให้สารอินทรีย์มีโอกาสถูกออกซิไดซ์ได้มากขึ้น ทำให้โอกาสที่โลหะหนักจะถูกปลดปล่อยออกมาสู่มวลน้ำในรูป Bioavailable metals (ซึ่งเป็นโลหะที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต) มีมากขึ้น อย่างไรก็ตามสภาพของท้องทะเลชายฝั่งบริเวณนี้ไม่ใช่สภาวะที่ขาดออกซิเจนโดยสิ้นเชิง ตลอดจนปริมาณโลหะที่มีอยู่ไม่ได้มีค่าสูงผิดปกติ ดังนั้นผลกระทบในด้านนี้จากการกวนตะกอนขณะทำการวางท่อจึงมีไม่มาก

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่สะสมในตะกอนทั้งในคลอง นอกฝั่ง และชายฝั่ง มีความเข้มข้นพอๆ กัน (ภาคผนวก D1 ตาราง D1.5-1.7) และอยู่ในระดับใกล้เคียงกับที่เคยตรวจพบในตะกอนอ่าวไทยตอนบนโดย Sompongchaiyakul [1989]

1.7 สมุทรศาสตร์

พื้นที่ศึกษาข้อมูลด้านสมุทรศาสตร์ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ (1) พื้นที่ชายฝั่งบริเวณใกล้เคียงตำแหน่งที่ท่อส่งก๊าซจะขึ้นฝั่ง ซึ่งครอบคลุมแนวชายฝั่ง บริเวณตำบลตลิ่งชัน และตำบลสะกอม อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา รวมพื้นที่ประมาณ $6 \times 8 = 48$ ตารางกิโลเมตร (รูปที่ 1.10) และ (2) พื้นที่ในทะเล ในแนวที่จะวางท่อส่งก๊าซ ตลอดแนว 277 กิโลเมตร ตั้งแต่ชายฝั่งอำเภอจะนะ จนถึงพื้นที่พัฒนาร่วมไทย - มาเลเซีย (JDA : Joint Development Area) (รูปที่ 1.11)

การศึกษาข้อมูลเพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการท่อส่งก๊าซต่อสภาพชายฝั่งและบริเวณใกล้เคียง จะเน้นถึงผลกระทบ (ระยะก่อสร้าง) ที่อาจเกิดขึ้นจากการขุดร่องและการเป่าทรายให้เกิดร่องเพื่อที่จะวางท่อส่งก๊าซ (เริ่มที่ประมาณ 1 กิโลเมตรจากชายฝั่ง ณ จุดที่ท่อส่งก๊าซลอดโผล่พ้นท้องทะเล) ซึ่งจะส่งผลให้อนุภาคตะกอนขนาดเล็ก อันได้แก่ทรายละเอียดและโคลนที่ถูกขุดหรือเป่าขึ้นมา พุ้งกระจายขึ้นมาผสมผสานกับน้ำทะเล เป็นตะกอนแขวนลอย ที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและระบบนิเวศทางน้ำ

1.7.1 ขอบเขตการศึกษา

- (1) รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิด้านสมุทรศาสตร์ของอ่าวไทย เช่น ลักษณะคลื่น กระแสน้ำ บริเวณชายฝั่งใกล้เคียงพื้นที่โครงการ สภาพชายฝั่ง (Bathymetry)
- (2) วิเคราะห์การเบี่ยงเบนของคลื่น
- (3) วิเคราะห์ตัวอย่างตะกอน ลักษณะของการแขวนลอยและการตกของตะกอน

1.7.2 วิธีการศึกษา

(1) รวบรวมข้อมูลวิศวกรรมชายฝั่ง (คลื่น กระแสน้ำ น้ำขึ้น-น้ำลง) จากข้อมูลของกรมอุทกศาสตร์ กรมเจ้าท่า สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

(2) **สำรวจสภาพชายฝั่ง** ทำการสำรวจท้องน้ำบริเวณแนวท่อส่งก๊าซชายฝั่งและบริเวณใกล้เคียง โดยใช้เครื่องวัดความลึกของน้ำด้วยเสียงสะท้อน Echotrac เก็บข้อมูลความลึกของน้ำด้วยระบบดิจิตอล ครอบคลุมพื้นที่กว้างด้านละ 3 กิโลเมตร จากแนวท่อส่งก๊าซ และออกจากขอบฝั่งขนานไปกับแนวท่อ 8 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่รวม 48 กิโลเมตร⁴ จัดทำแผนที่แสดงความลึกของน้ำ ด้วยมาตราส่วน 1:25,000

(3) **การวัดกระแสน้ำชายฝั่ง** ได้ทำการตรวจวัดกระแสน้ำชายฝั่ง โดยใช้อุปกรณ์วัดความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำชนิด Mini current meter รุ่น SD-4 (4A) ผลิตในประเทศนอร์เวย์ (ภาคผนวก E1) อุปกรณ์ชุดนี้เคยได้รับการตรวจเทียบ (Calibration) กับอุปกรณ์วัดการไหลแบบใบพัด (Propeller current meter) หลายครั้ง เพื่อที่จะนำอุปกรณ์ Mini current meter รุ่น SD-4 (4A) ไปใช้ในโครงการ EMSONG (Environmental Management in the Songkhla Lake Basin) เมื่อ ปี พ.ศ. 2542-2543 โดยผลที่ได้จากการตรวจเทียบอยู่ในระดับดี ดังนั้นจึงเชื่อได้ว่าค่าที่ได้จากการวัดน่าจะมีความแม่นยำในระดับที่เชื่อถือได้

⁴ ค่าบิลที่วัดความลึก ใช้เครื่องหาตำแหน่งด้วยดาวเทียมแบบ (DGPS : Differential Global Positioning Satellite System) โดยแปลงพิกัดจากลูกโลกสมมุติ World Geodetic System 1984 (WGS-84) เป็น Everest Spheroid 1830, Indian Datum 1975 ทำการวัดพิกัดที่จุดต่างๆ จุดละ 20 ครั้ง แล้วคำนวณหาค่าพิกัดราบเฉลี่ย ส่วนค่าบิลที่รายละเอียดของฝั่งใช้กล้อง Theodolite total station

(4) การวิเคราะห์หาค่าความเบี่ยงเบนของคลื่น โดยนำข้อมูลคลื่นจากกรมอุทกศาสตร์ (หรือ กรมเจ้าท่า) และข้อมูลระดับความลึกของน้ำทะเล มาประมวลหาค่าความเบี่ยงเบนของคลื่นโดยใช้โปรแกรม RCP wave model (Regional coastal processes wave model) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนามาจากหลักการพื้นฐานของทฤษฎีคลื่น (Wave theory) โดยเฉพาะเรื่องการเคลื่อนที่และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของคลื่น (Wave transformation) โปรแกรมนี้ได้พัฒนาขึ้นโดย ศูนย์วิจัยวิศวกรรมชายฝั่ง (CERC : Coastal engineering research center) ของกองทหารช่างสหรัฐอเมริกา (US Corps of Engineers) และค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม RCP wave model กับค่าที่ได้จากการทดลองในแบบจำลองทางกายภาพ (Physical model) ได้รับการเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์กับข้อมูลที่ได้จากการวัดในงานจริงหลายแห่ง (Calibrated and verified) ผลลัพธ์ส่วนใหญ่เป็นที่น่าพอใจ

(5) รวบรวมข้อมูลลักษณะของตะกอน จากรายงานการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำการเก็บตัวอย่างภาคสนาม เพื่อศึกษาลักษณะของตะกอน เช่น ขนาดการกระจายของดินตะกอน และ ความถ่วงจำเพาะ เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาลักษณะการเคลื่อนย้ายตะกอนชายฝั่ง (Coastal sediment transport) และทำนายลักษณะการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งอันเนื่องมาจากการวางท่อส่งก๊าซ การเก็บข้อมูลตะกอน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การเก็บตะกอนชายฝั่ง (Coastal sediment) และตะกอนท้องทะเล (Seabed sediment) ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- **ตะกอนชายฝั่ง** ได้เก็บตัวอย่างตะกอนชายฝั่งจำนวน 10 แนว ตลอดแนวชายฝั่ง 12 กิโลเมตร แต่ละแนวห่างกันประมาณ 1-1.5 กิโลเมตร (รูปที่ 1.18) โดยในแต่ละแนว ได้เก็บตัวอย่างตะกอน 4 จุด คือ ที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง (MSL) ; ที่ระดับน้ำทะเลสูงสุดโดยเฉลี่ย (MHWL); ที่ระดับน้ำทะเลต่ำสุดโดยเฉลี่ย (MLWL)⁵ และที่ระดับความลึกจากผิวดินบนฝั่งประมาณ 1.80 เมตร (ระดับดินที่จะวางท่อ) โดยได้เก็บตัวอย่างในฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม 2542) ตารางที่ 1.24 แสดงพิกัดของตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างตะกอน

- **ตะกอนท้องทะเล** การสำรวจลักษณะตะกอนพื้นท้องทะเลตามแนววางท่อส่งก๊าซกว้างประมาณ 1,200 เมตร ยาว 277 กิโลเมตร จากฐานขุดเจาะ JDA ถึงจุดที่ท่อส่งก๊าซขึ้นบก อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ซึ่งได้ดำเนินการสำรวจและศึกษาโดยบริษัท FUGRO Survey Pte Ltd. ประเทศสิงคโปร์ และบริษัท Bechtel International, Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้ Echo Sounder Simrad EA600 Side Scan Sonar (Geoacoustic 150D) Seismic Profile (ORE Pinger), Magnetometer (BG&G, G-876) รวมทั้งเจาะสำรวจด้วย Vibro-corer, Bore Core, Bore Hole และ PCPT (Piezo-Core Penetration Test) โดยเจาะจากผิวพื้นท้องทะเลลงไปตั้งแต่ 0.4 เมตร - 15.5 เมตร รวม 85 หลุม

⁵ MSL = Mean sea level ; MHWL = Mean highest water level ; Mean Lowest water level

(6) การวิเคราะห์หาดตะกอน

- **การวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนชายฝั่ง** โดยการวิเคราะห์หาขนาดตะกอน (Sieve analysis) ; หาความถ่วงจำเพาะของตะกอน ; และเขียนกราฟการกระจายตัวของตะกอนและหาค่า D_{10} ; D_{30} ; D_{60}

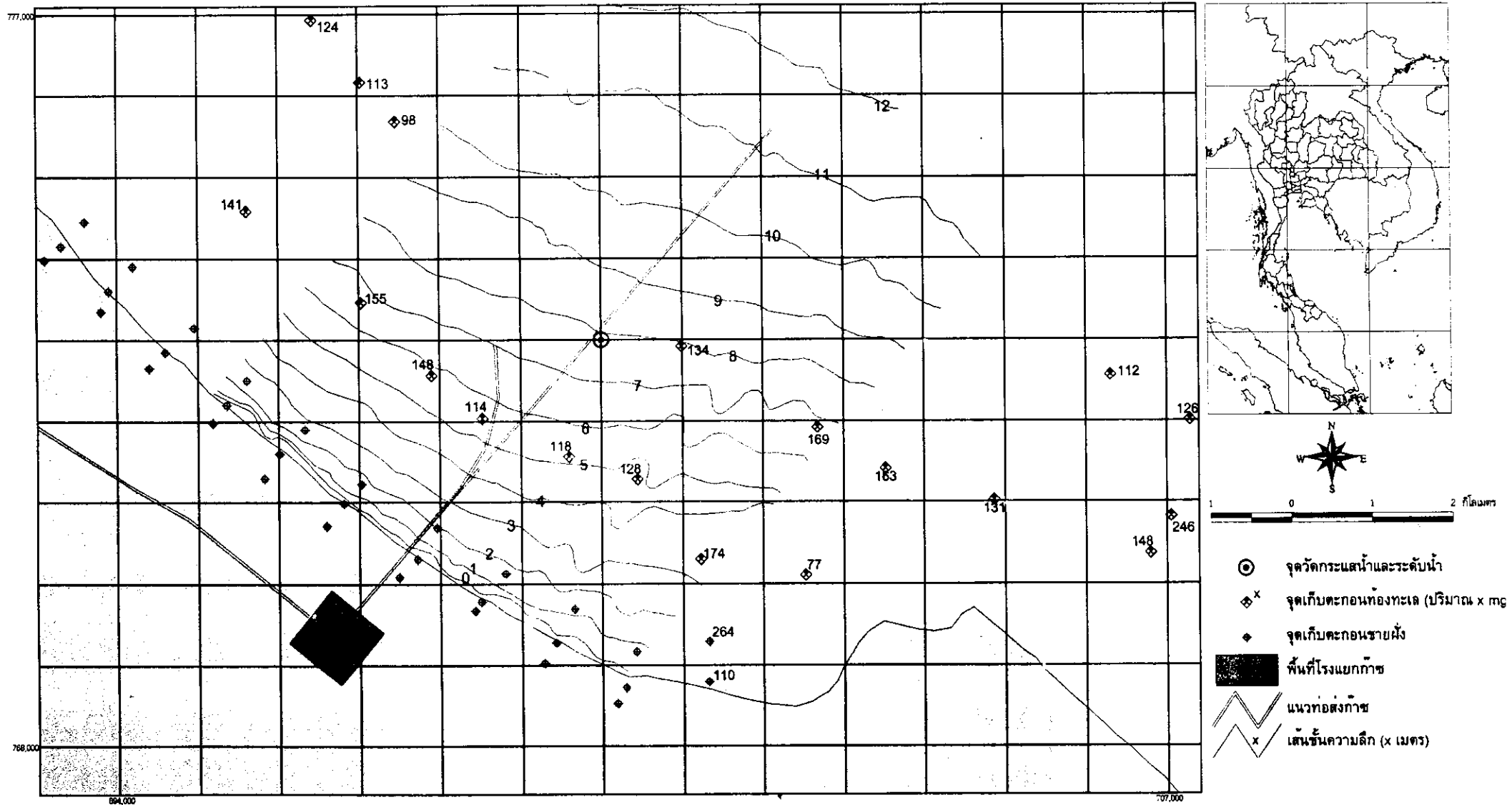
- **การวิเคราะห์การพัดพาตะกอนชายฝั่ง** โดยการวิเคราะห์คุณสมบัติของคลื่นชายฝั่ง (Shallow water wave) โดยใช้ข้อมูลระดับความลึกของน้ำทะเล และข้อมูลคลื่นซึ่งประกอบด้วยความสูงของคลื่นบริเวณชายฝั่ง บริเวณที่เกิดการแตกตัวของคลื่น (Wave breaking) และทิศทางของคลื่น ; ทำการคำนวณหาการพัดพาตะกอนตามแนวชายฝั่ง (Longshore sediment transport)

- **การวิเคราะห์ปริมาณสารแขวนลอย** ดูรายละเอียดในตารางที่ 1.12 เกี่ยวกับวิธีการศึกษาคุณภาพน้ำ

(7) การวิเคราะห์ปริมาณสารแขวนลอย ได้เก็บตัวอย่างน้ำทะเลที่ 21 สถานี เก็บตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารแขวนลอย (ตารางที่ 1.25 แสดงพิกัดของตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อหาปริมาณสารแขวนลอย)

1.7.3 ผลการศึกษา

(1) **ลักษณะท้องน้ำในพื้นที่ศึกษา (Bathymetry)** ผลการสำรวจลักษณะของท้องทะเลบริเวณใกล้ชายฝั่ง บริเวณพื้นที่ศึกษา ได้ถูกนำมาประมวล และแสดงไว้ในรูปแผนที่แสดงเส้นชั้นความลึก (Contour map) ดังรูปที่ 1.18 ภาคผนวก E2 แสดงรายละเอียดการจัดทำแผนที่ดังกล่าว



รูปที่ 1.18 ลักษณะพื้นที่ท้องทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษาและเส้นชั้นความลึก (สำรวจโดยเครื่อง Echo sounder) และจุดเก็บตัวอย่างตะกอน

รูปที่ 1.19 แสดงข้อมูลความลึกของท้องทะเลตามแนวทอสงก๊าซ ข้อมูลดังกล่าว ได้จากการสำรวจด้านวิศวกรรมของโครงการที่จัดทำโดยบริษัท Bechtel International, Inc. โดยจัดทำต้นฉบับในมาตราส่วน 1:10,000 ครอบคลุมข้อมูลตลอดแนวทอสงก๊าซในทะเล ตั้งแต่ชายฝั่งอำเภอจะนะจนถึงพื้นที่พัฒนาร่วมไทย-มาเลเซีย (JDA)

จากรูปที่ 1.18 สามารถคำนวณหาค่าความลาดชันของชายฝั่ง (Beach slopes) โดยแบ่งออกเป็น 4 แนว ห่างกันประมาณทุก 1 กิโลเมตร แสดงเป็นกราฟในภาคผนวก E2 และสรุปค่าความลาดชันได้ในตารางที่ 1.18 โดยสรุป พบว่าค่าความลาดชันบริเวณก่อนคลื่น เข้ากระทบฝั่ง (Approaching beach slope) มีค่าประมาณ $1.25 \times 10^{-3} - 1.35 \times 10^{-3}$ และจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็น $3.1 \times 10^{-3} - 3.6 \times 10^{-3}$ ในบริเวณพื้นที่คลื่นกระทบฝั่ง ส่วนลักษณะชายฝั่งตั้งแต่ตอนใต้ของบ้านโนไร่ บ้านตลิ่งชัน และบ้านโคกสัก อำเภอจะนะ พบว่าชายตลิ่งมีค่าความลาดชันสูงมาก โดยตลิ่งมีความสูง 3-7 เมตรจากระดับชายฝั่ง

ตารางที่ 1.18 ค่าความลาดชันของชายฝั่งบริเวณพื้นที่ศึกษา

แนวที่	ค่าความลาดชัน ($\times 10^{-3}$)	
	S_1	S_2
Profile #1	3.60	1.25
Profile #2	3.33	1.25
Profile #3	3.16	1.25
Profile #4	3.10	1.35

หมายเหตุ : * ขนานกับแนวชายฝั่ง

(2) คลื่น-ลม (Wave and Wind) ลักษณะของคลื่น-ลมเป็นปัจจัยที่มีผลอย่างมาก ในการควบคุมลักษณะการพัดพาตะกอนชายฝั่ง และการควบคุมลักษณะและรูปร่างของชายฝั่ง ในการบอกลักษณะของคลื่นนิยมใช้ “ตัวแปรคลื่น (Wave parameters)” ซึ่งอาจแบ่งแยกเป็น 2 องค์ประกอบ คือ ค่าความสูงคลื่นนัยสำคัญ (Significant wave height : $H_{1/3}$) และค่าคาบคลื่นนัยสำคัญ (Significant wave period : $T_{1/3}$) คุณสมบัติอื่นๆ ที่จำเป็น ได้แก่ ทิศทางของคลื่น และร้อยละของการเกิดคลื่นในทิศทางนั้นๆ (Percentage of occurrence) ในแต่ละปี

เนื่องจากในปัจจุบันไม่มีการบันทึกข้อมูลคลื่นในบริเวณใกล้เคียงพื้นที่โครงการ ที่ยาวนานพอที่จะใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ แต่ในทางเทคนิค สามารถที่จะทำการสังเคราะห์คลื่น จากลมขึ้นมาได้ (Synthetic wind wave) โดยเรียกวิธีการนี้ว่า “Wave hindcasting” โดยได้ทำการสังเคราะห์คลื่นจากข้อมูลลมที่วัดได้จากสถานีสงขลา เป็นเวลา 12 ปี (ช่วงปี 2524-2535) เริ่มตั้งแต่ 07.00 น ทุกๆ 3 ชั่วโมง

วิธีการสังเคราะห์คลื่นที่เป็นที่ยอมรับและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ วิธีการของ CERC (Coastal engineering research center) [Shore Protection Manual, 1984] โดยทำ