

บทที่ 3

ผลการทดลอง



1. ผลการเก็บตัวอย่าง

ในการเก็บตัวอย่างดินตะกอนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เก็บได้จากสถานี 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 และ 19 รวม 14 สถานี ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1 โดยเก็บดินตะกอนได้ลึกจากผิวดินระหว่าง 10-35 ซม. ซึ่งแตกต่างกันออกไปตามบริเวณ และความลึกของน้ำดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 บริเวณที่สามารถเก็บดินตะกอนได้ผลดีได้แก่บริเวณปากแม่น้ำและบริเวณใกล้เคียง ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นโคลน สำหรับสถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างได้น้อยคือสถานี 8, 11 และ 19 ซึ่งเก็บดินตะกอนได้ยาว 10, 15 และ 10 ซม. ตามลำดับ สำหรับสถานีที่ 13 และ 15 พื้นที่เลประกอบขึ้นด้วยทรายปนกรวด (สังเกตจากการเก็บดินโดยใช้ Grab ในเที่ยวเดียวกัน) ทำให้การเก็บตัวอย่างโดยใช้ท่อเจาะดินไม่ได้ผล ส่วนสถานี 16, 17, และ 18 ไม่ได้อยู่ในหมายกำหนดการการเดินทางสำรวจของเรือสำรวจประมง 1 ในเที่ยวนั้น

ตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บได้บริเวณปากแม่น้ำและบริเวณใกล้เคียงมีความยาว 20 - 35 ซม. ซึ่งตัวอย่างที่เก็บได้นี้เพียงพอต่อการศึกษาการกระจายในแนวตั้ง เนื่องจากผลของโลหะหนักที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์สามารถตรวจพบได้ในระดับความลึกประมาณ 20 - 30 ซม. (Price, 1976)

Fig. 1 Coring station locations in the Upper Gulf of Thailand

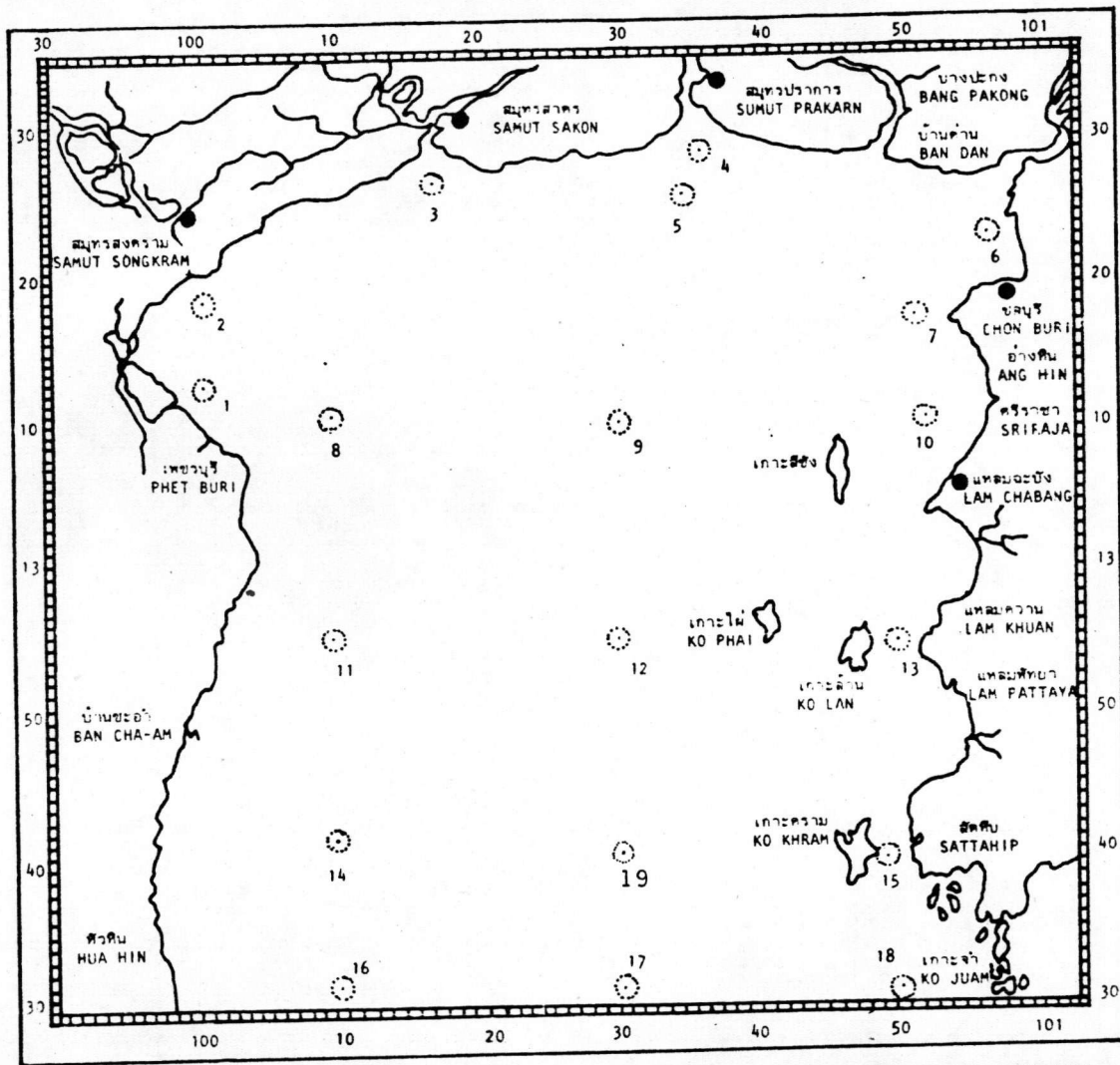


Table 1 Sampling stations, depth of samplings and depth of sediment cores from the Upper Gulf of Thailand

Station no.	Latitude ( $^{\circ}$ N)	Longitude ( $^{\circ}$ E)	Depth of Sampling (m)	Depth of Sediment Core (cm)
1	13 $^{\circ}$ 14' 00"	100 $^{\circ}$ 05' 00"	8	25
2	13 $^{\circ}$ 19' 00"	100 $^{\circ}$ 05' 00"	6	30
3	13 $^{\circ}$ 25' 00"	100 $^{\circ}$ 18' 00"	5	30
4	13 $^{\circ}$ 29' 15"	100 $^{\circ}$ 37' 16"	4	20
5	13 $^{\circ}$ 26' 00"	100 $^{\circ}$ 35' 40"	4	25
6	13 $^{\circ}$ 23' 00"	100 $^{\circ}$ 51' 00"	10	35
7	13 $^{\circ}$ 18' 00"	100 $^{\circ}$ 51' 00"	14	25
8	13 $^{\circ}$ 10' 00"	100 $^{\circ}$ 10' 00"	16	10
9	13 $^{\circ}$ 10' 00"	100 $^{\circ}$ 30' 30"	18	20
10	13 $^{\circ}$ 10' 00"	100 $^{\circ}$ 51' 10"	20	20
11	13 $^{\circ}$ 10' 00"	100 $^{\circ}$ 10' 00"	16	15
12	12 $^{\circ}$ 55' 10"	100 $^{\circ}$ 30' 00"	14	20
14	12 $^{\circ}$ 40' 00"	100 $^{\circ}$ 10' 00"	19	25
19	12 $^{\circ}$ 40' 00"	100 $^{\circ}$ 30' 00"	25	10

## 2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะในดินตะกอน

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะในดินตะกอนที่เก็บได้จากสถานีต่าง ๆ ตามระดับความลึก (ชั้นละ 5 ซม.) โดยทำการวิเคราะห์ด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer ของ PYE UNICAM Model SP 2900 ซึ่งเป็น Spectrophotometer ชนิด Double-beam พร้อมด้วย Deuterium Lamp Background Correction ปรากฏผลดังนี้

### 2.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะรวม

จากการวิเคราะห์พบปริมาณรวมของโลหะทุกชนิดที่ทำการศึกษาที่มีปริมาณสูงสุดในดินตะกอนจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและมีแนวโน้มลดลงเมื่อห่างจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาออกไป โดยทั่วไปแล้วสถานีบริเวณชายฝั่งทะเลทางด้านเหนือของอ่าวไทยตอนบนมีปริมาณของโลหะทุกชนิดในดินตะกอนสูงกว่าสถานีบริเวณกลางอ่าว และสถานีบริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกของอ่าวไทยตอนบน แต่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณของโลหะแคดเมียมในดินตะกอนตัวอย่างที่เก็บได้

ลักษณะการกระจายตามแนวตั้งของปริมาณโลหะรวมของแต่ละสถานีมีความแปรปรวนค่อนข้างมาก ดังแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะรวมในดินตะกอนตามแนวตั้งไว้ในตารางที่ 2 ดังต่อไปนี้



Table 2 Total metal concentrations in sediment cores from  
the Upper Gulf of Thailand (dry weight)

Station no.	Depth from surface (cm)	Cd μg/g	Cu μg/g	Pb μg/g	Zn μg/g	Cr μg/g	Ni μg/g	Mn mg/g	Fe mg/g	Al mg/g
1	0-5	n.d.	24.43	32.91	143.16	76.35	35.29	0.48	5.94	31.6
	5-10	n.d.	23.81	22.32	65.49	89.07	38.95	0.42	6.30	35.6
	10-15	n.d.	22.87	18.85	55.63	72.92	30.29	0.41	7.08	24.2
	15-20	n.d.	20.95	17.93	64.21	94.04	55.43	0.39	7.56	22.6
	20-25	n.d.	18.24	33.40	65.84	64.03	28.12	0.37	5.58	15.4
2	0-5	n.d.	25.14	23.06	49.72	126.54	78.34	0.38	6.37	25.1
	5-10	n.d.	24.04	17.20	50.00	67.91	29.77	0.34	7.84	26.8
	10-15	n.d.	27.95	25.31	60.42	86.47	48.70	0.36	8.56	24.2
	15-20	n.d.	29.07	31.39	74.21	80.91	48.97	0.39	7.70	26.9
	20-25	n.d.	24.49	29.08	73.19	96.26	57.53	0.36	7.36	24.2
3	25-30	n.d.	30.28	34.54	66.42	79.70	46.59	0.43	8.43	30.1
	0-5	n.d.	24.12	19.43	76.07	71.09	175.73	0.42	9.42	26.8
	5-10	n.d.	19.61	27.79	67.68	132.97	152.43	0.38	8.04	29.4
	10-15	n.d.	21.14	20.54	69.08	61.11	68.73	0.36	9.88	21.4
	15-20	n.d.	21.58	22.06	64.42	96.87	43.86	0.39	7.36	23.3
4	20-25	n.d.	18.26	18.76	61.48	55.83	34.61	0.36	9.77	18.6
	0-5	n.d.	32.51	30.25	154.25	88.41	40.03	0.76	11.85	36.9
	5-10	n.d.	32.14	24.35	138.93	81.90	43.11	0.63	12.11	40.5
	10-15	n.d.	33.11	22.01	185.02	86.16	45.95	0.61	12.20	49.1
	15-20	n.d.	27.75	29.10	118.45	71.25	34.40	0.64	9.26	37.7

Station no.	Depth from surface (cm)	Cd μg/g	Cu μg/g	Pb μg/g	Zn μg/g	Cr μg/g	Ni μg/g	Mn mg/g	Fe mg/g	Al mg/g
5	0-5	n.d.	28.72	28.31	131.01	89.28	40.53	0.95	11.39	28.9
	5-10	n.d.	23.96	21.22	99.17	69.87	16.82	1.02	10.05	44.8
	10-15	n.d.	23.73	25.47	90.51	104.27	69.16	0.96	10.43	43.9
	15-20	n.d.	24.09	17.23	80.59	68.04	36.29	1.07	10.38	36.9
	20-25	n.d.	25.70	24.19	80.75	79.54	37.98	0.44	10.05	41.4
6	0-5	n.d.	23.90	22.20	86.05	75.00	37.60	0.51	9.25	27.3
	5-10	n.d.	21.28	32.01	72.22	73.89	43.69	0.85	8.94	35.1
	10-15	n.d.	26.30	19.43	76.63	85.31	44.50	0.61	11.76	44.8
	15-20	n.d.	30.11	23.99	82.86	93.93	26.50	0.44	11.94	43.1
	20-25	n.d.	28.28	31.81	88.15	97.92	50.64	0.48	12.24	42.5
	25-30	n.d.	28.73	30.25	80.30	128.92	83.20	0.44	11.89	36.6
	30-35	n.d.	31.42	16.82	78.78	89.64	45.22	0.45	11.89	36.5
7	0-5	n.d.	25.52	17.88	71.65	125.52	65.01	0.46	9.83	32.4
	5-10	n.d.	25.12	20.05	64.09	84.39	38.31	0.47	10.33	36.5
	10-15	n.d.	24.97	17.32	59.82	79.78	36.47	0.40	10.27	39.5
	15-20	n.d.	22.64	20.77	58.76	83.58	53.74	0.39	10.27	38.0
	20-25	n.d.	22.85	20.25	57.31	111.16	70.31	0.39	10.33	43.5
8	0-5	n.d.	13.91	14.44	27.98	39.68	17.19	0.37	4.01	21.2
	5-10	n.d.	13.75	14.14	25.91	34.97	22.12	0.29	3.94	18.7
9	0-5	n.d.	10.88	13.69	27.73	37.61	21.41	0.28	5.79	15.7
	5-10	n.d.	11.45	15.20	20.24	122.16	79.61	0.27	4.78	20.4
	10-15	n.d.	15.09	19.85	28.59	38.50	22.54	0.28	6.15	24.7
	15-20	n.d.	21.90	17.34	51.47	60.85	26.82	0.86	9.24	31.6

Station no.	Depth from surface (cm)	Cd μg/g	Cu μg/g	Pb μg/g	Zn μg/g	Cr μg/g	Ni μg/g	Mn mg/g	Fe mg/g	Al mg/g
10	0-5	n.d.	15.48	13.04	49.52	64.53	34.42	0.40	8.24	22.9
	5-10	n.d.	19.71	16.81	49.16	70.05	38.49	0.37	8.24	24.8
	10-15	n.d.	18.42	13.86	47.12	67.03	30.98	0.34	8.43	30.1
	15-20	n.d.	20.07	15.91	49.79	67.56	43.24	0.35	8.43	30.0
11	0-5	n.d.	12.35	15.40	34.60	37.50	16.25	0.33	5.72	21.2
	5-10	n.d.	11.67	13.73	32.64	52.82	32.99	0.29	6.08	22.0
	10-15	n.d.	13.64	20.11	34.98	51.52	24.24	0.29	7.50	28.8
12	0-5	n.d.	11.39	13.41	29.28	36.83	17.68	0.37	5.93	14.7
	5-10	n.d.	7.81	15.22	27.62	34.02	16.38	0.32	5.72	13.4
	10-15	n.d.	10.06	13.81	26.37	52.55	31.23	0.31	6.08	23.6
	15-20	n.d.	19.93	15.36	50.98	62.74	33.85	0.20	8.69	33.1
14	0-5	n.d.	9.23	15.70	27.59	44.76	18.09	0.26	5.79	27.8
	5-10	n.d.	9.93	16.48	30.13	40.76	14.38	0.28	5.64	22.4
	10-15	n.d.	8.34	16.24	26.05	40.35	19.15	0.29	6.66	26.9
	15-20	n.d.	17.06	22.15	32.63	59.88	24.65	0.27	8.49	36.5
	20-25	n.d.	11.71	17.87	31.56	49.24	21.56	0.29	7.08	31.3
15	0-5	n.d.	12.40	32.37	49.80	63.49	32.67	0.43	8.49	37.1
	5-10	n.d.	22.30	32.83	65.61	52.39	24.65	0.35	9.65	27.9

n.d. = Non - detectable

## 2.2 ผลการคำนวณหาค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณของโลหะต่อปริมาณของอลูมิเนียมใน

### ดินตะกอน

จากข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะรวมตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 2 นำมาคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างปริมาณของโลหะต่อปริมาณของอลูมิเนียมในดินตะกอนเพื่อปรับให้ปริมาณโลหะรวมที่วิเคราะห์ได้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน เพื่อชดเชยผลอันเกิดจาก biological activity ที่แตกต่างกันออกไปในดินตะกอนจากบริเวณต่าง ๆ จากการคำนวณพบว่า ค่าอัตราส่วนดังกล่าวของโลหะทุกชนิดมีค่าสูงสุดบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและมีแนวโน้มลดลงเมื่อห่างจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาออกไป สำหรับการกระจายตามแนวตั้งของแต่ละสถานีนั้น พบว่าค่าอัตราส่วนดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกันตลอดแนวความลึก ยกเว้นโลหะทองแดง, ตะกั่ว และสังกะสี ซึ่งมีค่าอัตราส่วนต่ออลูมิเนียมสูงสุดในดินตะกอนชั้นบนสุดและมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกในสถานีบริเวณปากแม่น้ำเพชรบุรี, ปากแม่น้ำแม่กลอง และปากแม่น้ำเจ้าพระยา ดังแสดงผลการคำนวณอัตราส่วนดังกล่าวนี้ไว้ในตารางที่ 3 และทำการหาค่าเฉลี่ยอัตราส่วนเหล่านี้จากดินตะกอนทุกตัวอย่างที่เก็บได้จากอ่าวไทยตอนบนซึ่งมีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างโลหะต่ออลูมิเนียมดังนี้

Cu/Al	=	$7.33 \times 10^{-4}$
Pb/Al	=	$7.54 \times 10^{-4}$
Zn/Al	=	$21.62 \times 10^{-4}$
Cr/Al	=	$25.67 \times 10^{-4}$
Ni/Al	=	$14.94 \times 10^{-4}$
Mn/Al	=	$1.52 \times 10^{-2}$
Fe/Al	=	$28.94 \times 10^{-2}$



Table 3 Metal to Aluminium ratios in the sediment cores  
from the Upper Gulf of Thailand

Station no.	Depth from surface (cm)	Cu/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Pb/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Zn/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Cr/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Ni/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Mn/Al ( $\times 10^{-2}$ )	Fe/Al ( $\times 10^{-2}$ )
1	0-5	7.8	10.6	45.3	24.2	11.2	1.52	18.79
	5-10	7.9	6.3	18.4	25.0	10.9	1.18	17.69
	10-15	9.4	7.7	22.9	30.1	12.5	1.69	29.25
	15-20	9.2	7.9	28.4	41.6	24.5	1.72	33.45
	20-25	11.8	21.6	42.7	41.6	18.2	2.40	36.23
2	0-5	10.0	9.2	19.8	50.4	31.2	1.31	25.38
	5-10	8.9	6.4	18.6	26.0	11.1	1.27	29.25
	10-15	10.7	10.4	24.9	35.7	20.1	1.48	35.37
	15-20	10.8	11.6	27.6	30.1	18.2	1.45	28.62
	20-25	10.3	12.0	30.2	39.7	23.7	1.49	30.41
3	25-30	10.0	11.4	22.1	26.4	15.5	1.43	28.01
	0-5	9.0	7.2	28.4	26.5	65.5	1.57	35.15
	5-10	6.6	9.4	23.0	45.2	51.8	1.29	27.34
	10-15	9.8	9.5	32.3	28.5	32.1	1.68	46.17
	15-20	9.2	9.4	27.6	41.6	18.8	1.67	31.59
4	20-25	9.8	10.1	33.0	30.0	18.6	1.93	52.52
	0-5	8.8	8.2	41.8	23.9	10.8	2.05	32.11
	5-10	8.7	6.5	37.6	22.2	11.6	1.55	29.90
	10-15	6.7	4.4	37.6	17.5	9.3	1.24	24.85
	15-20	7.3	7.7	31.4	18.8	9.1	1.69	24.56

Station no.	Depth from surface (cm)	Cu/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Pb/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Zn/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Cr/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Ni/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Mn/Al ( $\times 10^{-2}$ )	Fe/Al ( $\times 10^{-2}$ )
5	0-5	20.3	9.7	45.3	30.9	14.0	3.28	39.41
	5-10	5.3	4.7	22.1	15.6	3.7	2.27	22.43
	10-15	5.4	5.8	20.6	23.7	15.7	2.18	23.76
	15-20	6.5	4.6	21.8	18.4	9.8	2.89	28.13
	20-25	6.2	5.8	19.9	19.6	9.4	1.06	24.27
6	0-5	8.7	8.1	31.5	27.5	13.7	1.86	33.8
	5-10	6.1	9.1	20.5	21.0	12.4	2.42	25.47
	10-15	5.8	4.3	17.1	19.0	9.9	1.36	25.89
	15-20	6.9	5.5	19.2	21.8	6.1	1.02	27.70
	20-25	6.6	7.4	20.7	23.0	11.9	1.13	28.80
	25-30	7.8	8.2	21.9	35.2	22.7	1.20	32.48
7	30-35	8.6	4.6	21.6	24.5	12.4	1.23	32.57
	0-5	7.8	5.5	22.1	38.7	20.0	1.42	30.34
	5-10	7.7	6.1	19.7	26.0	11.8	1.28	28.30
	10-15	6.3	4.4	15.1	20.2	9.2	1.01	26.00
	15-20	5.9	5.4	15.3	21.8	14.0	1.02	27.02
8	20-25	5.2	4.6	13.2	25.5	16.2	0.89	23.74
	0-5	6.5	6.8	13.2	18.7	8.1	1.75	19.00
9	5-10	7.3	7.5	13.8	18.3	11.8	1.55	21.07
	0-5	6.9	8.7	17.6	23.9	13.6	1.78	36.88
	5-10	5.6	7.4	9.9	59.8	39.0	1.32	23.41
	10-15	6.1	8.0	11.5	15.5	9.1	1.13	24.89
	15-20	6.9	5.4	16.3	19.2	8.5	2.72	29.24

Station no.	Depth from surface (cm)	Cu/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Pb/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Zn/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Cr/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Ni/Al ( $\times 10^{-4}$ )	Mn/Al ( $\times 10^{-2}$ )	Fe/Al ( $\times 10^{-2}$ )
10	0-5	6.7	5.6	21.6	28.2	14.9	1.92	35.98
	5-10	7.9	6.7	19.8	28.2	15.5	1.49	33.22
	10-15	7.4	5.5	19.0	27.0	12.5	1.13	28.00
	15-20	6.4	5.1	16.0	21.8	13.9	1.13	27.19
11	0-5	5.8	7.2	16.3	17.6	7.6	1.55	26.98
	5-10	5.3	6.2	14.8	24.0	15.0	1.32	27.63
	10-15	4.7	6.9	12.1	17.8	8.4	1.01	26.04
12	0-5	7.7	9.1	19.9	25.0	12.0	2.51	40.34
	5-10	5.8	11.3	20.6	25.4	12.2	2.38	42.68
	10-15	4.3	5.8	11.2	22.2	13.2	1.31	25.76
	15-20	6.0	4.6	15.4	18.9	10.2	.604	26.25
14	0-5	3.3	5.6	9.9	16.1	6.5	0.93	20.82
	5-10	4.4	7.3	13.4	18.2	6.4	1.25	25.18
	10-15	3.1	6.0	9.6	15.0	4.1	1.07	24.76
	15-20	4.6	6.0	8.9	16.4	6.7	0.74	23.26
	20-25	3.7	5.7	10.0	15.7	6.8	0.92	22.62
19	0-5	3.3	8.7	13.4	17.1	8.8	1.16	22.88
	5-10	8.0	11.7	23.5	18.7	8.8	1.25	34.58
Average	-	7.33	7.54	21.62	25.67	14.94	1.52	28.94

## 2.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะในดินตะกอนด้วยวิธีการ Leaching โดยใช้

### 0.5 N HCl

จากการวิเคราะห์ปริมาณโลหะในดินตะกอนด้วยวิธีการ Leaching โดยใช้ 0.5 N HCl เป็น leachate เพื่อแยกโลหะส่วนที่เป็น Non-residual Metal ในดินตะกอนออกมา พบว่าปริมาณของโลหะที่ Leach ออกมาได้แตกต่างกันออกไปตามบริเวณและชนิดของโลหะ โดยตรวจพบปริมาณของโลหะที่ Leach ได้ทุกชนิดสูงสุดบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา และมีแนวโน้มลดลงเมื่อห่างจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาออกไป โดยมีปริมาณของโลหะที่ Leach ได้ต่ำสุดในดินตะกอนที่เก็บจากสถานีบริเวณกลางอ่าวและชายฝั่งทะเลตะวันตกของอ่าวไทยตอนบน อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ด้วยวิธีการ Leaching ในครั้งนี้ไม่สามารถตรวจพบปริมาณของโลหะแคดเมียมในดินตะกอนจากสถานีใดเลย นอกจากตรวจพบความเข้มข้นของแคดเมียมในดินตะกอนเฉพาะในระดับความลึก 0 - 5 ซม. ของสถานี 4 และระดับความลึก 15 - 20 ซม. ของสถานีที่ 9 มีค่าเป็น 0.01  $\mu\text{g/g}$

ลักษณะการกระจายตามแนวตั้งของปริมาณโลหะที่ Leach ได้ของแต่ละสถานีมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นสถานีบริเวณปากแม่น้ำบางลำโพงสถานี ซึ่งมีปริมาณของโลหะทองแดง, ตะกั่ว และสังกะสีค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับปริมาณโลหะในระดับลึกลงไป ดังแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตารางที่ 4 ดังต่อไปนี้



**Table 4** Leachable metal concentrations in sediment cores from the Upper Gulf of Thailand (dry weight) using 0.5 N HCl

Station no.	Depth from surface (cm)	Cd ( $\mu\text{g/g}$ )	Cu ( $\mu\text{g/g}$ )	Pb ( $\mu\text{g/g}$ )	Zn ( $\mu\text{g/g}$ )	Cr ( $\mu\text{g/g}$ )	Ni ( $\mu\text{g/g}$ )	Mn (mg/g)	Fe (mg/g)
1	0-5	n.d.	6.47	17.69	27.98	24.22	8.07	0.34	3.40
	5-10	n.d.	4.62	18.87	25.13	24.82	6.43	0.32	3.57
	10-15	n.d.	4.98	17.81	24.56	23.78	8.98	0.30	3.46
	15-20	n.d.	4.25	16.97	24.99	23.18	10.09	0.27	3.55
	20-25	n.d.	4.36	18.03	22.15	23.09	10.33	0.28	3.53
2	0-5	n.d.	5.42	17.78	22.17	24.91	8.29	0.27	3.30
	5-10	n.d.	5.59	14.59	23.02	24.27	9.94	0.28	3.28
	10-15	n.d.	5.26	17.31	27.02	25.09	11.48	0.27	3.48
	15-20	n.d.	5.86	20.28	29.16	26.54	10.63	0.27	3.61
	20-25	n.d.	5.75	19.91	28.31	23.31	8.76	0.27	3.46
	25-30	n.d.	7.72	21.06	37.47	26.79	8.45	0.25	3.86
3	0-5	n.d.	7.28	14.32	32.78	22.42	7.01	0.26	3.87
	5-10	n.d.	6.36	17.02	28.32	25.56	10.35	0.26	3.64
	10-15	n.d.	5.78	14.09	25.13	23.43	9.16	0.27	3.72
	15-20	n.d.	5.31	15.85	27.93	25.67	10.39	0.26	3.81
	20-25	n.d.	5.25	15.45	26.82	26.40	7.41	0.21	3.81
4	0-5	0.01	18.17	26.01	35.64	26.01	10.99	0.63	4.26
	5-10	n.d.	16.58	24.06	31.74	27.08	9.86	0.49	4.69
	10-15	n.d.	19.26	24.83	31.01	25.14	11.94	0.47	4.71
	15-20	n.d.	13.31	28.28	53.38	25.26	14.13	0.49	4.93

Station no.	Depth from surface (cm)	Cd ( $\mu\text{g/g}$ )	Cu ( $\mu\text{g/g}$ )	Pb ( $\mu\text{g/g}$ )	Zn ( $\mu\text{g/g}$ )	Cr ( $\mu\text{g/g}$ )	Ni ( $\mu\text{g/g}$ )	Mn (mg/g)	Fe (mg/g)
5	0-5	n.d.	13.32	23.74	68.13	24.61	11.68	0.51	4.44
	5-10	n.d.	12.06	22.85	55.97	18.86	8.76	0.27	4.45
	10-15	n.d.	11.25	16.37	53.98	19.77	10.85	0.33	4.41
	15-20	n.d.	12.24	17.20	48.24	17.41	7.14	0.38	4.52
	20-25	n.d.	12.84	20.64	37.21	19.34	13.66	0.33	4.36
6	0-5	n.d.	9.70	14.95	62.85	21.02	10.21	0.19	3.97
	5-10	n.d.	9.27	34.59	52.00	24.63	10.84	0.16	3.77
	10-15	n.d.	8.22	14.84	35.16	26.44	11.89	0.42	3.67
	15-20	n.d.	9.60	15.42	43.45	20.81	10.99	0.33	3.72
	20-25	n.d.	7.88	16.98	36.63	24.62	8.65	0.37	3.72
	25-30	n.d.	6.47	15.08	31.07	23.07	9.02	0.31	3.97
7	0-5	n.d.	6.43	15.96	29.24	25.85	10.92	0.31	3.92
	0-5	n.d.	7.84	17.33	29.86	22.33	11.06	0.38	3.89
	5-10	n.d.	7.13	19.75	25.27	25.13	10.48	0.34	3.96
	10-15	n.d.	6.91	18.69	24.30	28.61	9.81	0.33	3.95
	15-20	n.d.	6.84	22.02	23.21	25.82	9.99	0.30	3.85
8	20-25	n.d.	7.04	23.19	22.49	22.95	10.91	0.30	3.82
	0-5	n.d.	3.42	20.99	14.59	15.04	5.91	0.34	2.45
9	5-10	n.d.	2.98	11.96	11.12	15.72	4.69	0.24	1.91
	0-5	n.d.	2.23	12.41	13.60	11.99	5.75	0.25	3.24
	5-10	n.d.	2.78	11.26	11.43	15.70	3.68	0.21	2.47
	10-15	n.d.	4.32	15.00	12.74	11.25	5.12	0.19	2.33
	15-20	0.01	7.72	17.35	13.34	14.48	11.01	0.34	1.82

Station no.	Depth from surface (cm)	Cd ( $\mu\text{g/g}$ )	Cu ( $\mu\text{g/g}$ )	Pb ( $\mu\text{g/g}$ )	Zn ( $\mu\text{g/g}$ )	Cr ( $\mu\text{g/g}$ )	Ni ( $\mu\text{g/g}$ )	Mn (mg/g)	Fe (mg/g)
10	0-5	n.d.	5,18	17.63	21.63	21.97	8.68	0.34	3.67
	5-10	n.d.	5.28	14.29	19.38	23.77	8.84	0.31	3.76
	10-15	n.d.	4.95	12.04	19.59	23.15	8.61	0.28	3.66
	15-20	n.d.	5.42	15.53	20.00	22.15	8.75	0.28	3.59
11	0-5	n.d.	3.81	10.13	12.89	15.04	5.91	0.29	2.39
	5-10	n.d.	4.22	10.86	14.53	16.51	9.27	0.26	2.96
	10-15	n.d.	5.73	12.09	9.89	12.31	4.01	0.23	1.80
12	0-5	n.d.	3.86	12.93	13.63	14.55	4.01	0.32	2.89
	5-10	n.d.	3.86	13.55	14.04	16.65	5.99	0.31	2.98
	10-15	n.d.	4.03	11.50	12.58	12.36	5.46	0.29	2.81
	15-20	n.d.	7.01	14.19	11.71	11.12	4.07	0.19	2.04
14	0-5	n.d.	1.34	14.75	14.07	16.60	5.50	0.23	2.89
	5-10	n.d.	1.56	15.63	14.31	16.87	8.43	0.23	2.86
	10-15	n.d.	1.18	15.21	16.05	18.53	9.93	0.28	3.61
	15-20	n.d.	2.98	21.49	15.70	18.21	10.24	0.25	3.73
	20-25	n.d.	5.21	17.71	11.77	15.17	8.26	0.24	3.05
19	0-5	n.d.	2.72	13.29	16.28	15.04	9.99	0.35	3.22
	5-10	n.d.	6.01	23.94	15.72	11.90	9.84	0.19	2.27

## 2.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะในดินตะกอนด้วยวิธี Sequential Extraction

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะในดินตะกอนด้วยวิธี Sequential Extraction โดยใช้ Leachate ต่าง ๆ กัน และแยกปริมาณโลหะออกเป็น 4 Fraction คือ

Fraction 1 Exchangeable

Fraction 2 Bound to Carbonates

Fraction 3 Bound to Iron and Manganese Oxides

Fraction 4 Bound to Organic Matter

โดยเลือกทำจากดินตะกอนที่เก็บได้จากสถานีที่ 2, 3, 5, 12, 14 และ 19 และทำการตรวจวัดปริมาณโลหะแคดเมียม, ทองแดง, ตะกั่ว, สังกะสี, แมงกานีสและเหล็ก

ผลจากการวิเคราะห์ดังกล่าวพบว่าสามารถตรวจพบปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอนในทุก Fraction ของดินตะกอนตัวอย่าง โดยตรวจพบความเข้มข้นสูงสุดใน Fraction 4 Bound to Organic Matter ที่สถานี 12, 14 และ 19 บริเวณกลางอ่าวไทยตอนบน สำหรับโลหะทองแดงมีปริมาณสูงสุดใน Fraction 4 Bound to Organic Matter แต่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณทองแดงใน Fraction 1 ได้ สำหรับตะกั่ว, สังกะสี, แมงกานีส และเหล็ก ตรวจพบปริมาณสูงสุดใน Fraction 3 Bound to Iron and Manganese Oxides

ลักษณะการกระจายตามแนวตั้งของปริมาณโลหะในแต่ละ Fraction ของแต่ละสถานีมีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะแคดเมียม, ทองแดง, ตะกั่ว, สังกะสี แมงกานีส และเหล็ก ในแต่ละ Fraction ของแต่ละสถานี ไว้ในตารางที่ 5 - 10 และแสดงการเปรียบเทียบปริมาณรวมของโลหะที่วิเคราะห์ได้ทั้ง 4 Fraction เปรียบเทียบกับปริมาณโลหะที่วิเคราะห์ได้ด้วยวิธี Leaching พบว่า ปริมาณรวมของโลหะทั้ง 4 Fraction ของโลหะจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Sequential Extraction สำหรับโลหะตะกั่วและแมงกานีสมีค่าสูงกว่าปริมาณโลหะที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Leaching มาก สำหรับโลหะทองแดง, สังกะสี และแมงกานีส มีค่าใกล้เคียงกัน แต่เหล็กมีปริมาณต่ำกว่าวิธีการ Leaching ดังแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 11 และ 12



Table 5 Cadmium concentrations in each fraction from sequential extraction of sediment cores from the Upper Gulf of Thailand ( $\mu\text{g/g}$  dry weight)

Station no.	Depth from surface (cm)	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4	Total non-residual fraction
2	0-5	0.12	0.49	0.68	0.61	1.90
	5-10	0.03	0.37	0.54	0.62	1.56
	10-15	0.11	0.70	0.88	1.22	2.91
	15-20	0.26	0.69	0.87	1.10	2.92
	20-25	0.21	0.45	0.86	1.38	2.90
	25-30	0.15	0.61	0.94	1.05	2.75
	0-5	0.12	0.24	0.52	0.54	1.42
3	5-10	0.26	0.35	0.40	0.49	1.50
	10-15	n.d.	0.35	0.45	0.46	1.26
	15-20	0.19	0.47	0.42	0.44	1.52
	20-25	0.08	0.42	0.53	0.54	1.57
5	0-5	0.40	0.51	0.63	0.73	2.27
	5-10	0.31	0.34	0.64	0.74	2.03
	10-15	0.40	0.50	0.42	0.59	1.91
	15-20	0.29	0.49	0.45	0.69	1.92
	20-25	0.48	0.45	0.61	0.88	2.42
12	0-5	0.17	0.82	0.88	1.13	3.00
	5-10	0.28	0.95	0.84	1.11	3.18
	10-15	0.28	1.09	0.99	1.27	3.63
	15-20	0.35	1.32	1.21	1.23	4.11

Station no.	Depth from surface (cm)	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4	Total non-residual fraction
	0-5	0.12	0.97	1.11	1.11	3.31
	5-10	0.18	1.02	1.26	1.37	3.83
14	10-15	0.40	1.87	1.54	1.38	5.19
	15-20	0.59	1.02	1.63	1.58	4.82
	20-25	0.50	1.09	1.40	1.69	4.68
	0-5	0.60	1.22	1.43	1.62	4.87
19	5-10	0.19	1.02	1.65	1.69	4.55

Fraction 1 Exchangeable

Fraction 2 Bound to Carbonates

Fraction 3 Bound to Iron and Manganese Oxides

Fraction 4 Bound to Organic Matter

Table 6 Copper concentrations in each fraction from sequential extraction of sediment cores from the Upper Gulf of Thailand ( $\mu\text{g/g}$  dry weight)

Station no.	Depth from surface (cm)	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4	Total non-residual fraction
2	0-5	n.d.	1.21	0.53	4.19	5.93
	5-10	n.d.	0.97	0.21	3.58	4.76
	10-15	n.d.	1.74	0.34	5.47	7.55
	15-20	n.d.	1.71	0.68	5.39	7.98
	20-25	n.d.	1.54	1.36	5.08	7.98
	25-30	n.d.	2.01	0.97	5.60	8.58
3	0-5	n.d.	1.19	0.52	3.57	5.28
	5-10	n.d.	1.08	0.47	4.01	5.56
	10-15	0.32	1.08	0.47	3.50	5.37
	15-20	n.d.	0.97	0.38	3.25	4.60
	20-25	0.36	1.33	0.53	4.18	6.40
5	0-5	n.d.	1.88	1.58	7.04	10.50
	5-10	0.16	1.91	2.57	7.14	9.17
	10-15	n.d.	1.82	1.42	6.93	10.17
	15-20	n.d.	1.58	1.58	6.75	9.91
	20-25	n.d.	2.07	1.51	6.39	9.97
12	0-5	n.d.	1.52	0.56	2.32	4.4
	5-10	n.d.	1.62	0.59	2.15	4.36
	10-15	0.16	1.71	1.25	3.60	6.56
	15-20	n.d.	2.18	1.96	1.47	5.61

Station no.	Depth from surface (cm)	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4	Total non-residual fraction
14	0-5	n.d.	1.65	0.55	1.45	3.65
	5-10	n.d.	1.60	0.87	1.53	4.00
	10-15	n.d.	2.02	0.63	2.64	5.29
	15-20	n.d.	1.88	0.94	2.64	5.46
	20-25	n.d.	2.11	1.72	4.86	8.69
19	0-5	n.d.	2.14	1.18	2.14	5.46
	5-10	n.d.	2.23	3.36	3.51	9.10

Fraction 1 Exchangeable

Fraction 2 Bound to Carbonates

Fraction 3 Bound to Iron and Manganese Oxides

Fraction 4 Bound to Organic Matter



Table 7 Lead concentrations in each fraction from sequential extraction of sediment cores from the Upper Gulf of Thailand ( $\mu\text{g/g}$  dry weight)

Station no.	Depth from surface (cm)	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4	Total non-residual fraction
2	0-5	1.59	5.81	10.53	5.08	23.01
	5-10	1.71	4.36	11.03	4.08	21.18
	10-15	2.78	7.08	17.93	6.63	34.42
	15-20	2.74	8.41	13.52	9.09	33.76
	20-25	3.24	7.36	15.43	8.12	34.15
	25-30	2.63	8.97	16.91	7.87	36.38
3	0-5	2.11	5.36	11.99	2.46	21.92
	5-10	1.53	4.21	7.90	2.82	16.46
	10-15	1.71	3.95	7.93	5.08	18.67
	15-20	2.01	4.43	9.92	4.17	20.53
	20-25	2.55	5.05	7.03	3.76	18.39
5	0-5	3.56	8.26	13.56	5.28	30.66
	5-10	1.56	6.58	11.70	4.56	24.40
	10-15	2.74	5.83	12.17	5.45	26.19
	15-20	2.13	5.06	9.66	5.08	21.93
	20-25	2.44	4.93	13.86	7.29	28.52
12	0-5	3.12	6.07	12.73	5.32	27.24
	5-10	2.84	6.03	13.49	4.90	27.26
	10-15	2.51	6.39	13.35	9.10	31.35
	15-20	1.80	6.51	12.84	8.08	29.23

Station no.	Depth from surface (cm)	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4	Total non-residual fraction
14	0-5	1.79	5.69	12.73	8.02	28.23
	5-10	2.35	5.98	15.13	8.43	31.89
	10-15	2.55	9.14	13.53	9.23	34.45
	15-20	2.54	6.47	16.37	7.62	33.00
	20-25	0.84	10.39	15.80	8.42	35.45
19	0-5	1.89	10.13	16.04	7.82	35.88
	5-10	1.96	13.13	13.96	8.88	37.93

Fraction 1 Exchangeable

Fraction 2 Bound to Carbonates

Fraction 3 Bound to Iron and Manganese Oxides

Fraction 4 Bound to Organic Matter

Table 8 Zinc concentrations in each fraction from sequential extraction of sediment cores from the Upper Gulf of Thailand ( $\mu\text{g/g}$  dry weight)

Station no.	Depth from surface (cm)	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4	Total non-residual fraction
2	0-5	0.37	0.98	10.84	10.98	23.17
	5-10	0.19	0.56	7.79	9.37	17.91
	10-15	0.44	1.08	12.84	13.92	28.28
	15-20	0.44	1.33	12.57	14.40	28.74
	20-25	0.35	1.38	14.86	13.36	29.95
	25-30	0.42	0.99	13.47	16.07	30.95
3	0-5	0.15	0.44	8.69	10.22	19.50
	5-10	0.16	0.54	7.64	10.20	18.54
	10-15	0.15	0.50	8.93	10.88	20.46
	15-20	0.17	0.69	8.53	10.71	20.18
	20-30	0.34	0.62	8.49	9.51	18.96
5	0-5	0.37	11.54	28.24	16.44	56.59
	5-10	0.29	10.39	21.21	13.19	45.08
	10-15	0.33	9.67	18.69	15.43	44.12
	15-20	0.43	8.95	16.06	11.82	37.26
	20-25	0.60	9.38	18.02	12.70	40.70
12	0-5	0.35	1.73	11.91	6.57	20.56
	5-10	0.38	1.69	14.46	7.79	24.32
	10-15	0.32	2.86	15.94	7.20	26.32
	15-20	0.36	2.92	15.35	7.42	26.05

Station no.	Depth from surface (cm)	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4	Total non-residual fraction
14	0-5	0.32	1.86	13.50	11.40	27.08
	5-10	0.51	1.70	13.99	6.82	23.02
	10-15	0.67	1.91	15.07	8.82	26.47
	15-20	0.67	2.30	16.68	7.38	27.03
	20-25	0.71	1.76	12.05	7.64	22.16
19	0-5	0.62	2.17	13.70	8.42	24.91
	5-10	0.67	2.38	14.59	15.00	32.64

Fraction 1 Exchangeable

Fraction 2 Bound to Carbonates

Fraction 3 Bound to Iron and Manganese Oxides

Fraction 4 Bound to Organic Matter



Table 9 Manganese concentrations in each fraction from sequential extraction of sediment cores from the Upper Gulf of Thailand ( $\mu\text{g/g}$  dry weight)

Station no.	Depth from surface (cm)	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4	Total non-residual fraction
2	0-5	20.34	102.72	241.99	184.42	549.47
	5-10	22.05	53.76	298.54	201.14	575.47
	10-15	30.84	151.16	262.47	232.98	677.45
	15-20	39.21	153.69	280.77	247.67	721.34
	20-25	17.91	103.63	273.65	188.08	583.27
	25-30	28.41	167.14	216.65	199.20	656.40
3	0-5	30.28	122.85	226.96	178.99	559.08
	5-10	31.65	96.41	223.31	214.39	565.76
	10-15	28.68	122.22	250.45	235.74	637.09
	15-20	31.40	91.181	225.19	208.70	556.47
	20-25	25.84	100.02	367.86	220.84	714.56
5	0-5	92.40	319.23	203.36	69.26	684.25
	5-10	83.33	427.57	219.71	60.90	791.51
	10-15	86.22	498.21	191.53	59.42	835.38
	15-20	82.83	709.08	203.94	55.39	1051.24
	20-25	108.22	318.91	175.23	51.52	653.88
12	0-5	9.95	79.50	403.17	55.32	547.94
	5-10	8.87	95.69	271.57	52.99	429.12
	10-15	10.86	88.01	329.69	56.17	484.73
	15-20	7.99	68.37	252.13	50.41	378.90

Station no.	Depth from surface (cm)	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4	Total non-residual fraction
	0-5	11.92	77.14	250.00	39.32	378.38
	5-10	10.01	92.39	237.31	35.77	378.48
14	10-15	8.98	186.86	253.57	35.73	485.14
	15-20	10.67	113.79	236.29	32.71	393.46
	20-25	11.81	119.50	379.69	71.52	582.52
	0-5	8.98	105.54	257.38	41.50	413.40
19	5-10	7.06	70.55	154.42	34.41	266.44

Fraction 1 Exchangeable

Fraction 2 Bound to Carbonates

Fraction 3 Bound to Iron and Manganese Oxides

Fraction 4 Bound to Organic Matter

Table 10 Iron concentrations in each fraction from sequential extraction of sediment cores from the Upper Gulf of Thailand ( $\mu\text{g/g}$  dry weight)

Station no.	Depth from surface (cm)	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4	Total non-residual fraction
2	0-5	4.75	9.26	649.66	691.39	1354.78
	5-10	3.76	7.02	528.73	563.40	1142.51
	10-15	6.94	11.07	836.94	901.98	1756.93
	15-20	6.43	10.90	828.99	892.44	1738.76
	20-25	10.30	9.47	802.92	860.74	1683.43
	25-30	6.16	9.81	801.25	840.77	1657.99
3	0-5	3.66	8.11	616.96	634.23	1262.96
	5-10	2.75	9.63	572.79	631.77	1216.94
	10-15	2.74	8.99	645.00	702.16	1358.88
	15-20	3.20	8.72	610.70	664.70	1287.32
	20-25	3.59	8.72	643.50	704.12	1359.93
5	0-5	4.96	303.33	826.57	802.94	1937.80
	5-10	4.11	326.61	853.21	826.09	2010.02
	10-15	3.98	291.68	756.68	735.83	1797.17
	15-20	4.04	275.14	720.21	683.78	1683.17
	20-25	5.34	307.97	812.78	763.71	1889.89
12	0-5	5.89	7.28	692.83	609.45	1315.45
	5-10	5.91	7.72	732.59	680.50	1426.72
	10-15	6.72	10.28	779.10	741.26	1537.36
	15-20	5.62	8.95	679.47	688.99	1383.03

Station no.	Depth from surface (cm)	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4	Total non-residual fraction
14	0-5	5.57	9.15	682.67	600.51	1297.90
	5-10	5.86	9.90	720.42	657.48	1395.66
	10-15	6.72	13.81	803.96	729.88	1554.36
	15-20	5.57	13.10	797.59	584.28	1400.55
	20-25	4.75	11.19	697.92	721.23	1417.09
19	0-5	4.82	10.51	747.72	453.89	1216.94
	5-10	4.64	11.51	752.75	421.15	1190.05

Fraction 1 Exchangeable

Fraction 2 Bound to Carbonates

Fraction 3 Bound to Iron and Manganese Oxides

Fraction 4 Bound to Organic Matter



Table 11 Comparison of Copper, Lead and Zinc concentrations in sediment cores from the Upper Gulf of Thailand obtained from the leaching (I) and sequential extraction (II) methods ( $\mu\text{g/g}$  dry weight)

Station no.	Depth from surface (cm)	Cu		Pb		Zn	
		I	II	I	II	I	II
2	0-5	5.42	5.93	17.78	23.01	22.17	23.17
	5-10	5.59	4.76	14.59	21.18	23.02	17.91
	10-15	5.26	7.55	17.31	34.42	27.02	28.28
	15-20	5.86	7.98	20.28	33.76	29.16	28.74
	20-25	5.75	7.98	19.91	24.15	28.31	29.95
	25-30	7.72	8.58	21.06	36.38	37.47	30.95
3	0-5	7.28	5.28	14.32	21.92	32.78	19.50
	5-10	6.36	5.56	17.02	16.46	28.32	18.54
	10-15	5.78	5.37	14.09	18.67	25.13	20.46
	15-20	5.31	4.60	15.85	20.53	27.93	20.18
	20-25	5.25	6.40	15.45	18.39	26.82	18.96
5	0-5	13.32	10.50	23.74	30.66	68.13	56.59
	5-10	12.06	9.71	22.85	24.40	55.97	45.08
	10-15	11.25	10.17	16.37	26.19	53.98	44.12
	15-20	12.24	9.91	17.20	21.93	48.24	37.26
	20-25	12.84	9.97	20.64	28.52	37.21	40.70

Station no.	Depth from surface (cm)	Cu		Pb		Zn	
		I	II	I	II	I	II
12	0-5	3.86	4.4	12.93	27.24	13.63	20.56
	5-10	3.86	4.36	13.55	27.26	14.04	24.32
	10-15	4.03	6.56	11.50	31.35	12.58	26.32
	15-20	7.01	5.61	14.19	29.23	11.71	26.05
14	0-5	1.34	3.65	14.75	28.23	14.07	27.08
	5-10	1.56	4.00	15.63	31.89	14.31	23.02
	10-15	1.18	5.29	15.21	34.45	16.05	26.47
	15-20	2.98	5.46	21.49	33.00	15.70	27.03
	20-25	5.21	8.69	17.71	35.45	11.77	22.16
19	0-5	2.72	5.46	13.29	35.88	16.28	24.91
	5-10	6.01	9.10	23.94	37.93	15.72	32.64

Table 12 Comparison of Manganese and Iron concentrations in sediment cores from the Upper Gulf of Thailand obtained from the leaching (I) and sequential extraction (II) methods (mg/g dry weight)

Station no.	Depth from surface (cm)	Mn		Fe	
		I	II	I	II
2	0-5	0.27	0.55	3.30	1.25
	5-10	0.28	0.58	3.28	1.14
	10-15	0.27	0.68	3.48	1.76
	15-20	0.27	0.72	3.61	1.74
	20-25	0.27	0.58	3.46	1.68
	25-30	0.25	0.66	3.86	1.66
3	0-5	0.26	0.56	3.87	1.26
	5-10	0.26	0.57	3.64	1.21
	10-15	0.27	0.64	3.72	1.36
	15-20	0.26	0.56	3.81	1.29
	20-25	0.21	0.71	3.81	1.36
5	0-5	0.51	0.68	4.44	1.94
	5-10	0.27	0.79	4.45	2.01
	10-15	0.33	0.83	4.41	1.80
	15-20	0.38	1.05	4.52	1.68
	20-25	0.33	0.53	4.36	1.89
12	0-5	0.32	0.55	2.89	1.32
	5-10	0.31	0.43	2.98	1.43
	10-15	0.29	0.48	2.81	1.54
	15-20	0.19	0.38	2.04	1.38

Station no.	Depth from surface (cm)	Mn		Fe	
		I	II	I	II
14	0-5	0.23	0.38	2.89	1.30
	5-10	0.23	0.38	2.86	1.39
	10-15	0.28	0.38	3.61	1.55
	15-20	0.25	0.49	3.73	1.40
	20-25	0.24	0.39	3.05	1.42
19	0-5	0.35	0.41	3.22	1.22
	5-10	0.19	0.27	2.27	1.19



2.5 การเปรียบเทียบปริมาณของโลหะรวม, อัตราส่วนระหว่างโลหะต่ออลูมิเนียมและปริมาณโลหะที่ Leach ได้ในดินตะกอนจากผิวหน้าดินของสถานีต่าง ๆ ในอ่าวไทยตอนบน

จากข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2, 3 และ 4 พบว่าสามารถแยกอ่าวไทยออกได้เป็น 3 บริเวณคือ บริเวณที่ 1 ประกอบด้วยสถานี 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 10 ; บริเวณที่ 2 ประกอบด้วยสถานี 8, 9, 11, 12 และ 14 และบริเวณที่ 3 คือสถานี 19 ดังแสดงปริมาณโลหะรวม ค่าอัตราส่วนระหว่างโลหะต่ออลูมิเนียมและปริมาณโลหะที่ Leach ได้จากดินตะกอนชั้นบนสุด (0 - 5 ซม.) และค่าเฉลี่ยของแต่ละบริเวณไว้ในตารางที่ 13, 14 และ 15 ดังต่อไปนี้

Table 13 Total metal concentrations from the top of the sediment cores from the Upper Gulf of Thailand

Area	Station no.	Al (mg/g)	Fe (mg/g)	Mn (mg/g)	Cu ( $\mu$ g/g)	Pb ( $\mu$ g/g)	Zn ( $\mu$ g/g)	Cr ( $\mu$ g/g)	Ni ( $\mu$ g/g)
I	1	31.6	5.94	0.48	24.43	32.91	143.16	76.35	35.29
	2	25.1	6.37	0.33	25.14	23.06	49.72	126.54	78.34
	3	26.8	9.42	0.42	24.12	19.43	76.07	71.09	175.73
	4	36.9	11.85	0.76	32.51	30.25	154.25	88.41	40.03
	5	28.9	11.39	0.95	28.72	28.31	131.01	89.28	40.53
	6	27.3	9.25	0.51	23.90	22.20	86.05	75.00	37.60
	7	32.4	9.83	0.46	25.52	17.88	71.65	125.52	65.01
	10	22.9	8.24	0.40	15.48	13.04	49.52	64.53	34.42
	Average	28.98	9.04	0.54	24.97	23.88	95.18	89.59	63.36
	S.D.	4.19	1.99	0.19	4.52	6.29	39.09	22.41	45.02
II	8	21.2	4.01	0.37	13.91	14.44	27.98	39.68	17.19
	9	15.7	5.97	0.28	10.88	13.69	27.73	37.61	21.41
	11	21.2	5.72	0.33	12.35	15.40	34.60	37.50	16.25
	12	14.7	5.93	0.39	11.39	13.41	29.28	36.83	17.68
	14	27.8	5.79	0.26	9.23	15.70	27.59	44.76	18.09
	Average	20.12	5.48	0.33	11.55	14.49	29.44	39.27	18.12
S.D.	4.69	0.74	0.05	1.55	0.84	2.63	2.90	1.75	
III	19	37.1	8.49	0.43	12.40	32.37	49.80	63.49	32.67

Table 14 Metal to Aluminium ratio from the top of the sediment cores from the Upper Gulf of Thailand

Area	Station no.	Fe/Al $\times 10^{-2}$	Mn/Al $\times 10^{-2}$	Cu/Al $\times 10^{-4}$	Pb/Al $\times 10^{-4}$	Zn/Al $\times 10^{-4}$	Cr/Al $\times 10^{-4}$	Ni/Al $\times 10^{-4}$
I	1	18.79	1.52	7.8	10.6	45.3	24.2	11.2
	2	25.38	1.31	10.0	9.2	19.8	50.4	31.2
	3	35.15	1.57	9.0	7.2	28.4	26.5	65.5
	4	32.11	2.05	8.8	8.2	41.8	23.9	10.8
	5	39.41	3.28	20.3	9.7	45.3	30.9	14.0
	6	25.47	2.42	6.1	9.1	20.5	21.0	12.4
	7	30.34	1.42	7.8	5.5	22.1	38.7	20.0
	10	35.98	1.92	6.7	5.6	21.6	28.2	14.9
	Average	30.33	1.93	9.5	8.1	30.6	30.4	22.5
	S.D.	6.34	0.61	4.2	1.7	10.8	9.1	17.4
II	8	19.00	1.75	6.5	6.8	13.2	18.7	8.1
	9	26.98	1.55	5.8	7.2	16.3	17.6	7.6
	11	20.82	0.93	3.3	5.6	9.9	16.1	6.5
	12	36.88	1.78	6.9	8.7	17.6	23.9	13.6
	14	40.34	2.51	7.7	9.1	19.9	25.0	12.0
	Average	28.80	1.70	6.0	7.5	15.4	20.2	9.5
S.D.	8.50	0.50	1.5	1.3	3.5	3.5	2.7	
III	19	22.88	1.16	3.3	8.7	13.4	17.1	8.8

Table 15 Leachable metal concentration from the top of the sediment cores from the Upper Gulf of Thailand

Area	Station no.	Fe (mg/g)	Mn (mg/g)	Cu ( $\mu$ g/g)	Pb ( $\mu$ g/g)	Zn ( $\mu$ g/g)	Cr ( $\mu$ g/g)	Ni ( $\mu$ g/g)
I	1	3.40	0.34	6.47	17.69	27.98	24.22	8.07
	2	3.30	0.27	5.42	17.78	22.17	24.91	8.29
	3	3.87	0.26	7.28	14.32	32.78	22.42	7.01
	4	4.26	0.63	18.17	26.01	35.64	26.01	10.99
	5	4.44	0.51	13.32	23.74	68.13	24.61	11.68
	6	3.97	0.19	9.70	14.95	62.85	21.02	10.21
	7	3.89	0.38	7.84	17.33	29.86	22.33	11.06
	10	3.67	0.34	5.18	17.63	21.63	21.97	8.68
	Average	3.85	0.36	9.17	18.68	37.63	23.44	9.50
	S.D.	0.36	0.13	4.20	3.82	16.74	1.62	1.59
II	8	2.45	0.34	3.42	20.99	14.59	15.04	5.91
	9	2.47	0.21	2.78	11.26	11.43	15.70	3.68
	11	2.39	0.29	3.81	10.13	12.89	15.04	5.91
	12	2.89	0.32	3.68	12.93	13.63	14.55	4.01
	14	2.89	0.23	1.34	14.75	14.07	16.60	5.50
	Average	2.62	0.28	3.04	14.01	13.32	15.38	5.00
S.D.	0.22	0.05	0.93	3.82	1.09	0.71	0.96	
III	19	3.22	0.35	2.72	13.39	16.28	15.04	9.99

2.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณโลหะรวม, อัตราส่วนของโลหะต่ออลูมิเนียม และ ปริมาณโลหะที่ Leach ได้ ต่อระดับความลึกของดินตะกอน

จากผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 2, 3, และ 4 นำมาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะรวม, อัตราส่วนของโลหะต่ออลูมิเนียมและปริมาณของโลหะที่ Leach ได้ต่อระดับความลึกของดินตะกอน สำหรับสถานีที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12 และ 14 โดยแสดงความสัมพันธ์ในรูปของกราฟซึ่งพบลักษณะการสะสมตัวของโลหะทองแดง, ตะกั่ว และสังกะสี ที่ผิวหน้าดินมากกว่าในระดับที่ลึกลงไปบริเวณปากแม่น้ำสายสำคัญ ส่วนโลหะอื่น ๆ พบว่ามีการสะสมตัวใกล้เคียงกันตามแนวตั้ง ดังแสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 2 - 13 ดังต่อไปนี้

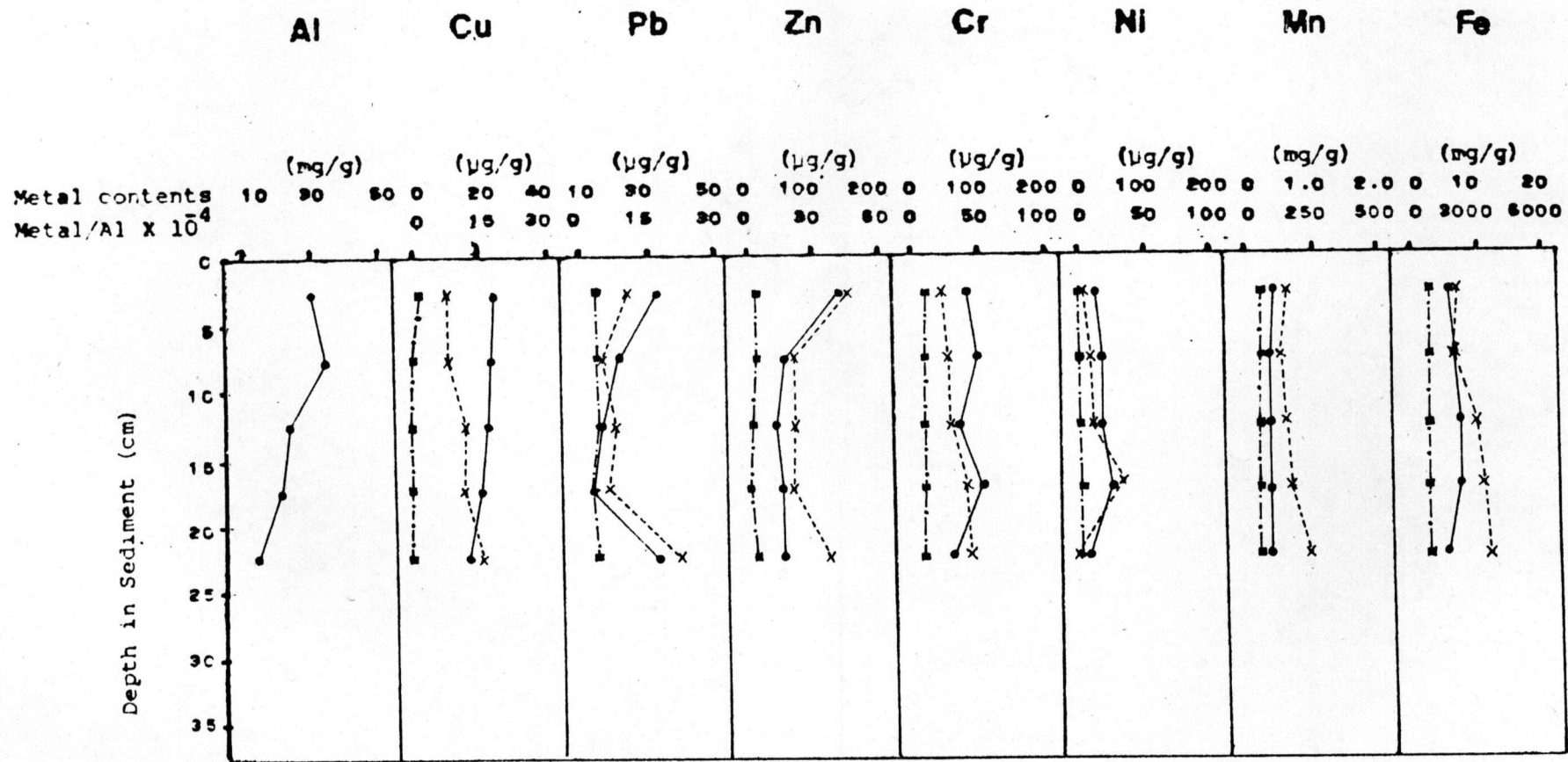


Fig. 2 The distribution of total metals (—●—), leachable metals (---×---) and metal to aluminium ratios (---■---) in the sediment core from station 1

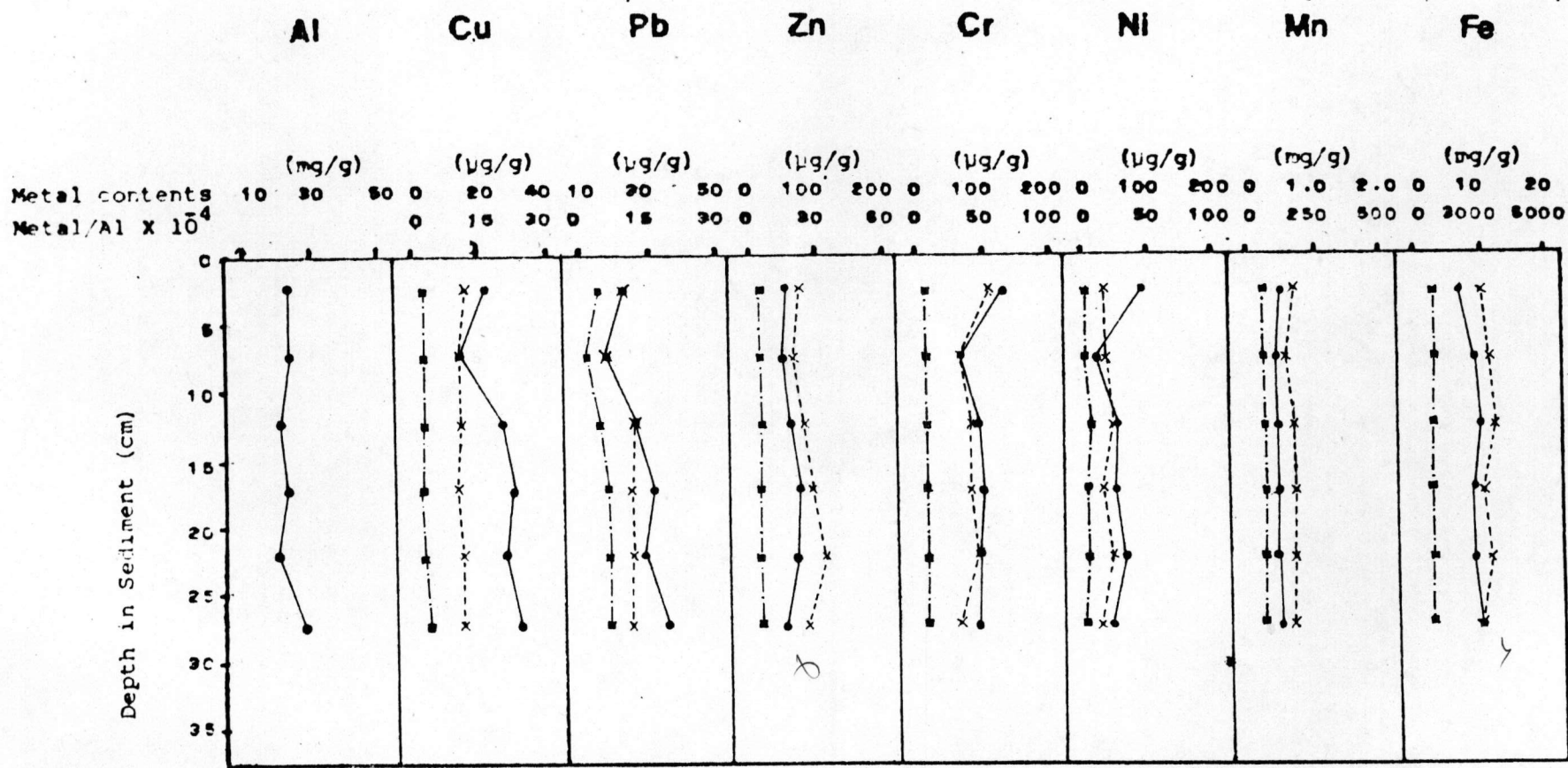


Fig. 3 The distribution of total metals (—●—), leachable metals (---x---) and metal to aluminum ratios (---■---) in the sediment core from station 2

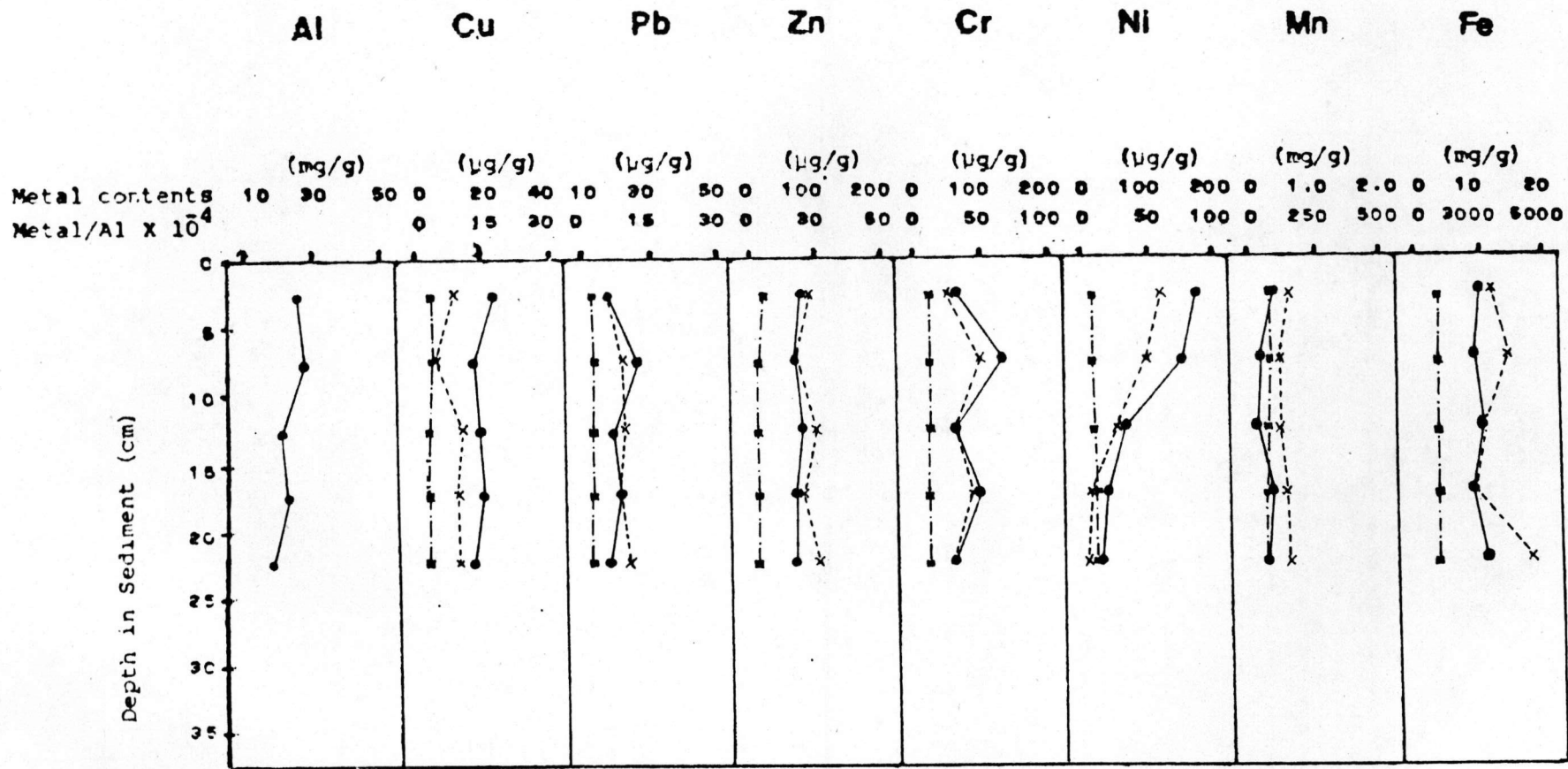


Fig. 4 The distribution of total metals (—●—), leachable metals (---×---) and metal to aluminum ratios (---■---) in the sediment core from station 3



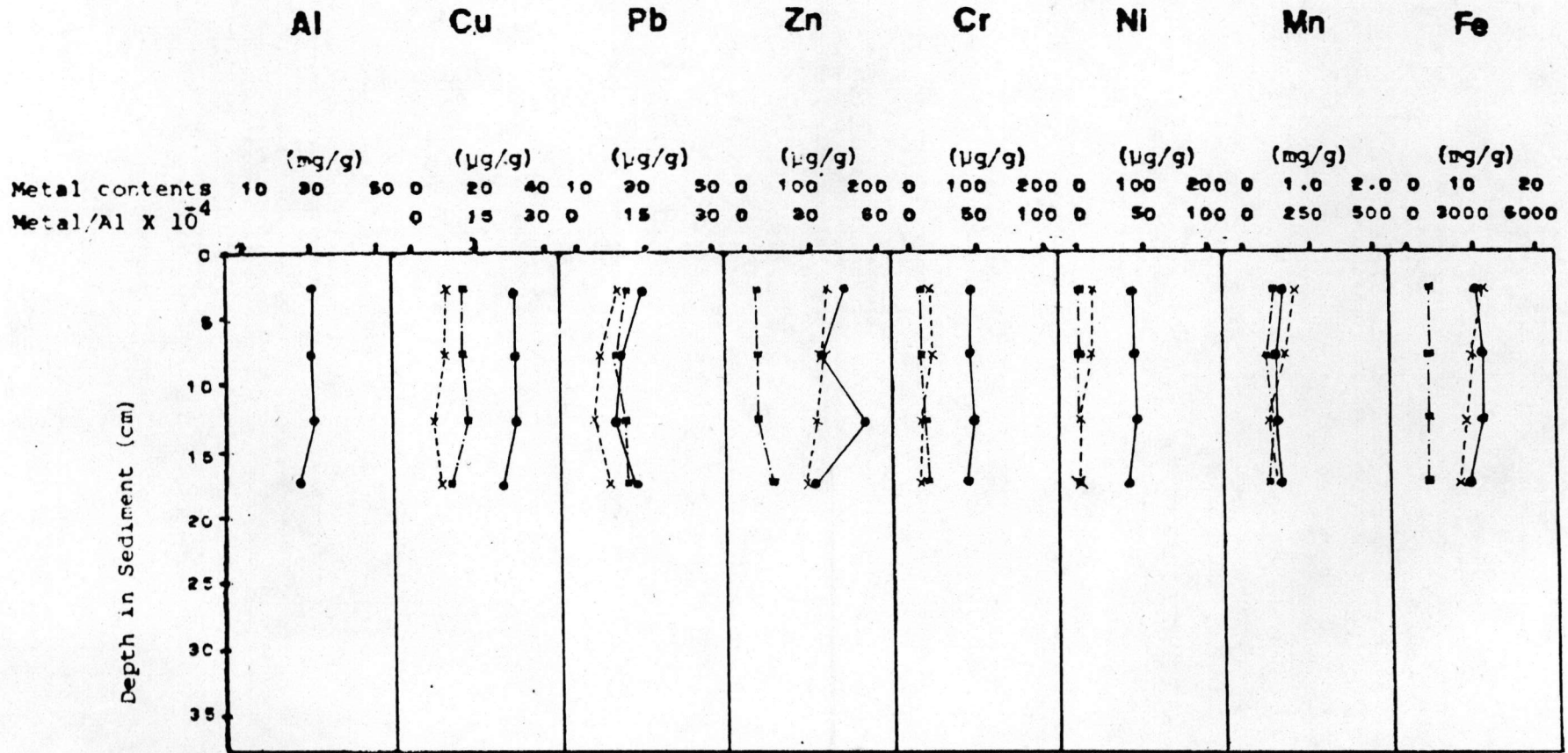


Fig. 5 The distribution of total metals (—●—), leachable metals (-----X-----) and metal to aluminum ratios (---■---) in the sediment core from station 4

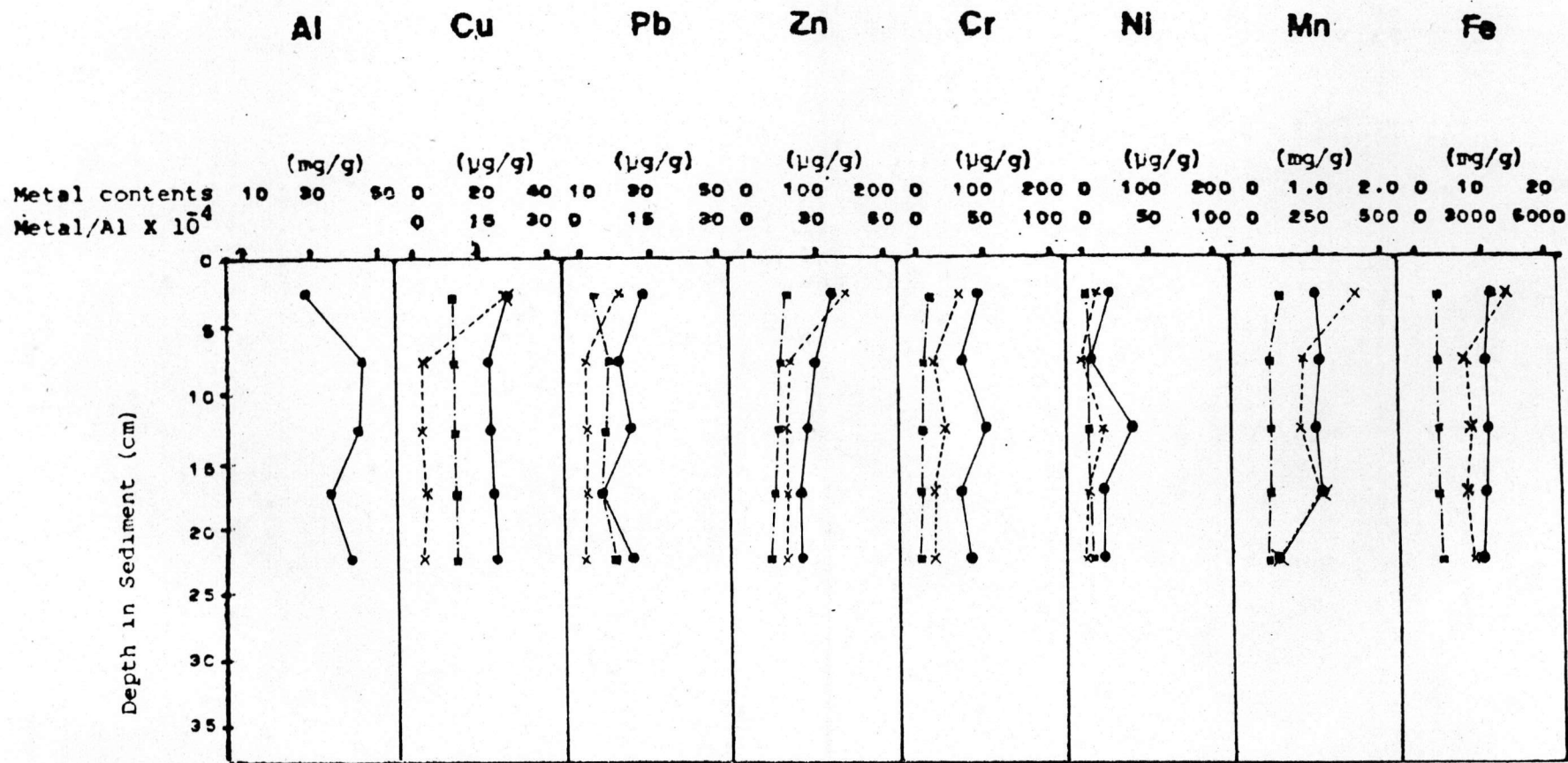


Fig. 6 The distribution of total metals (—●—), leachable metals (-----x-----) and metal to aluminium ratios (---■---) in the sediment core from station 5

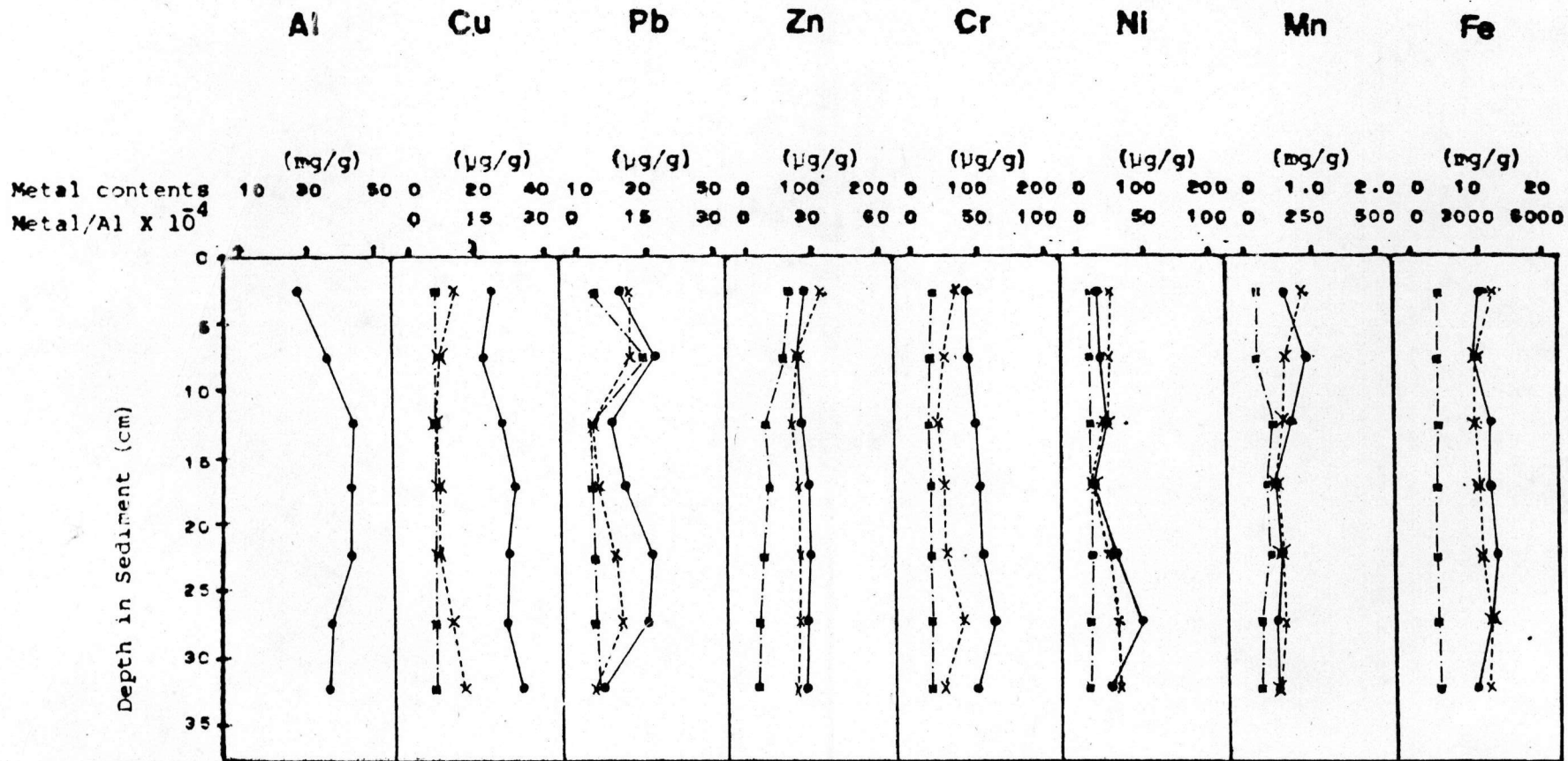


Fig. 7 The distribution of total metals (—●—), leachable metals (---×---) and metal to aluminum ratios (---■---) in the sediment core from station 6



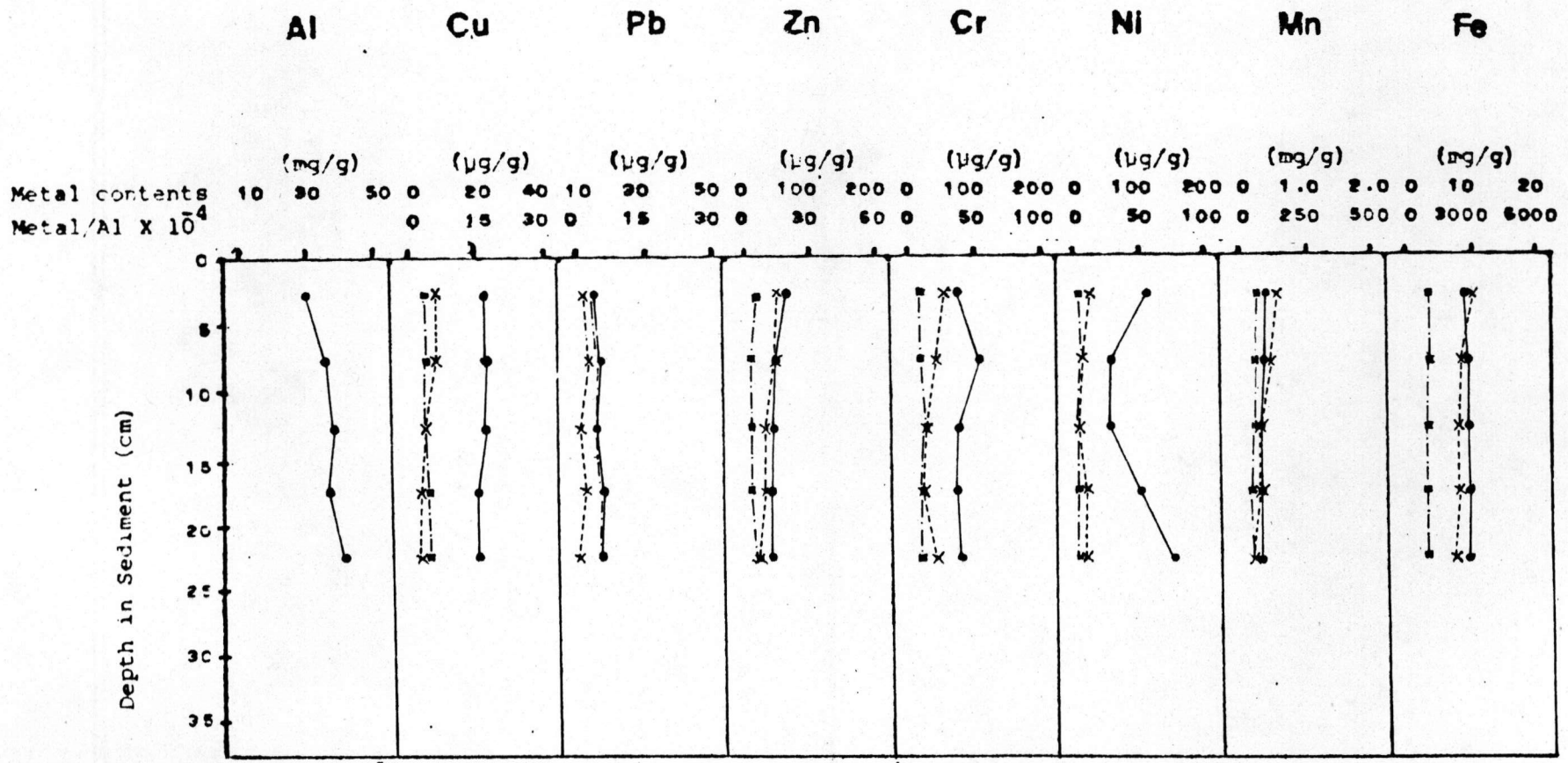


Fig. 8 The distribution of total metals (—●—), leachable metals (---X---) and metal to aluminum ratios (---■---) in the sediment core from station 7

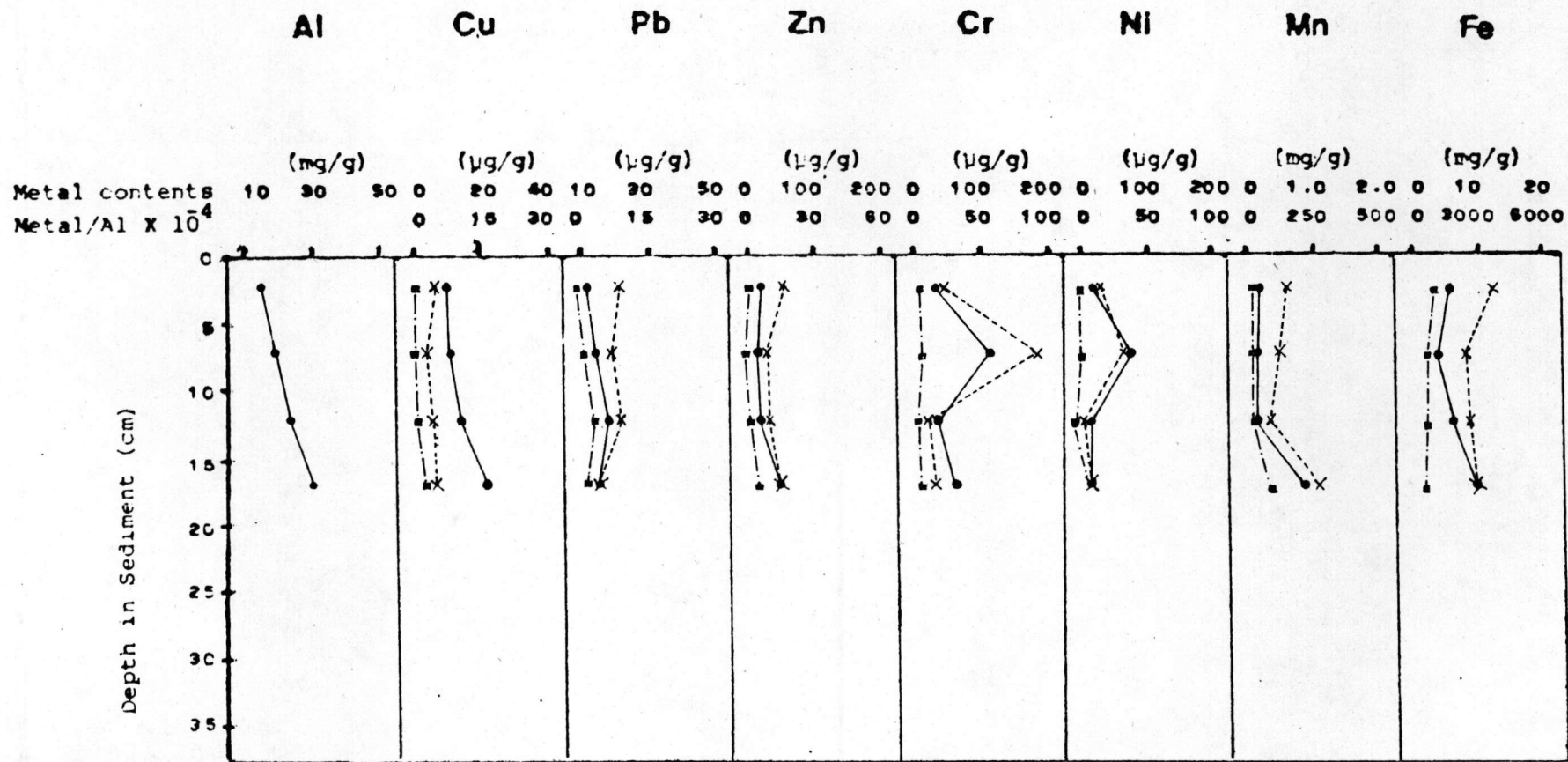


Fig. 9 The distribution of total metals (—●—), leachable metals (---×---) and metal to aluminium ratios (---■---) in the sediment core from station 9

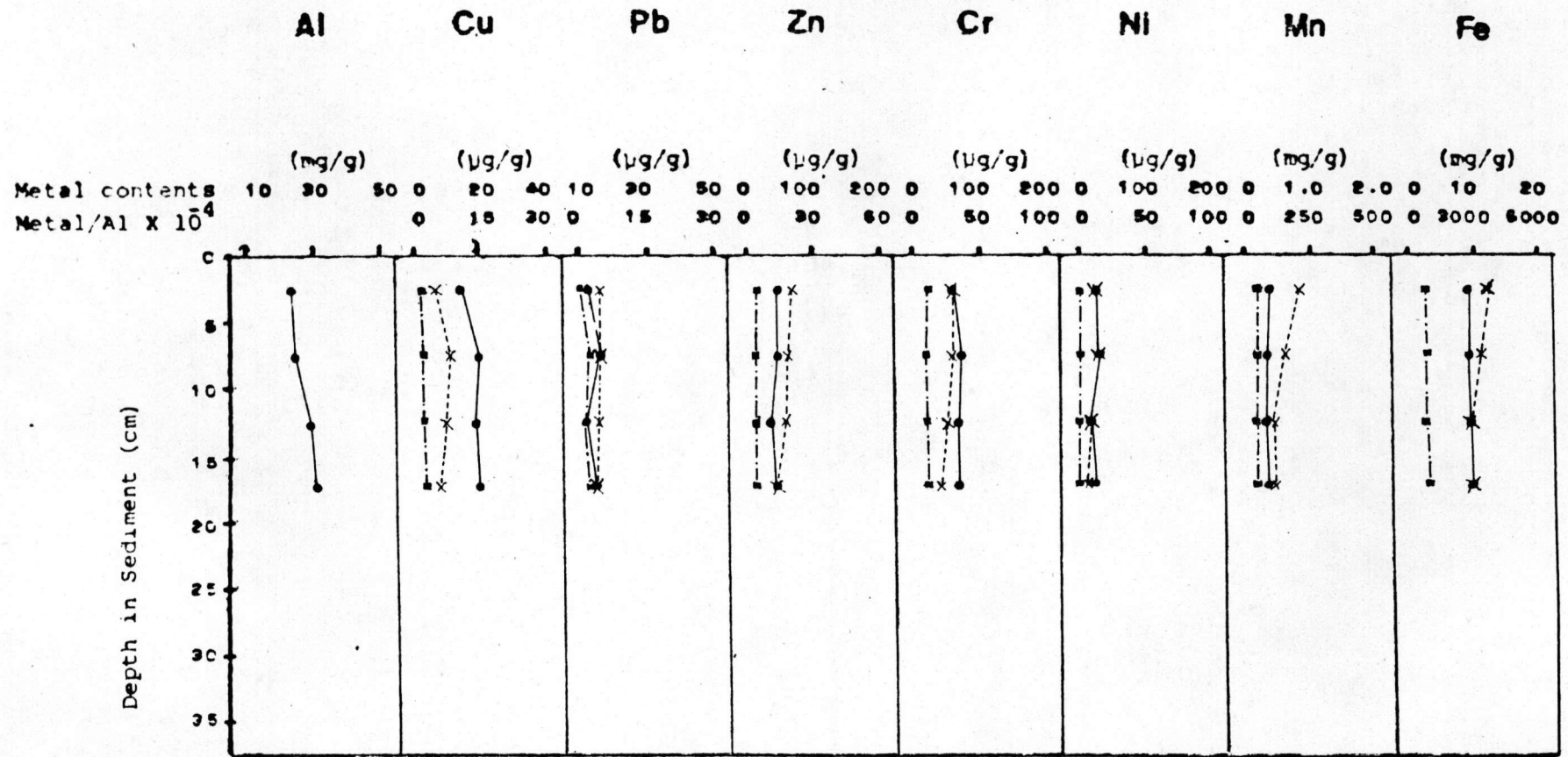


Fig. 10 The distribution of total metals (—●—), leachable metals (---×---) and metal to aluminium ratios (---■---) in the sediment core from station 10

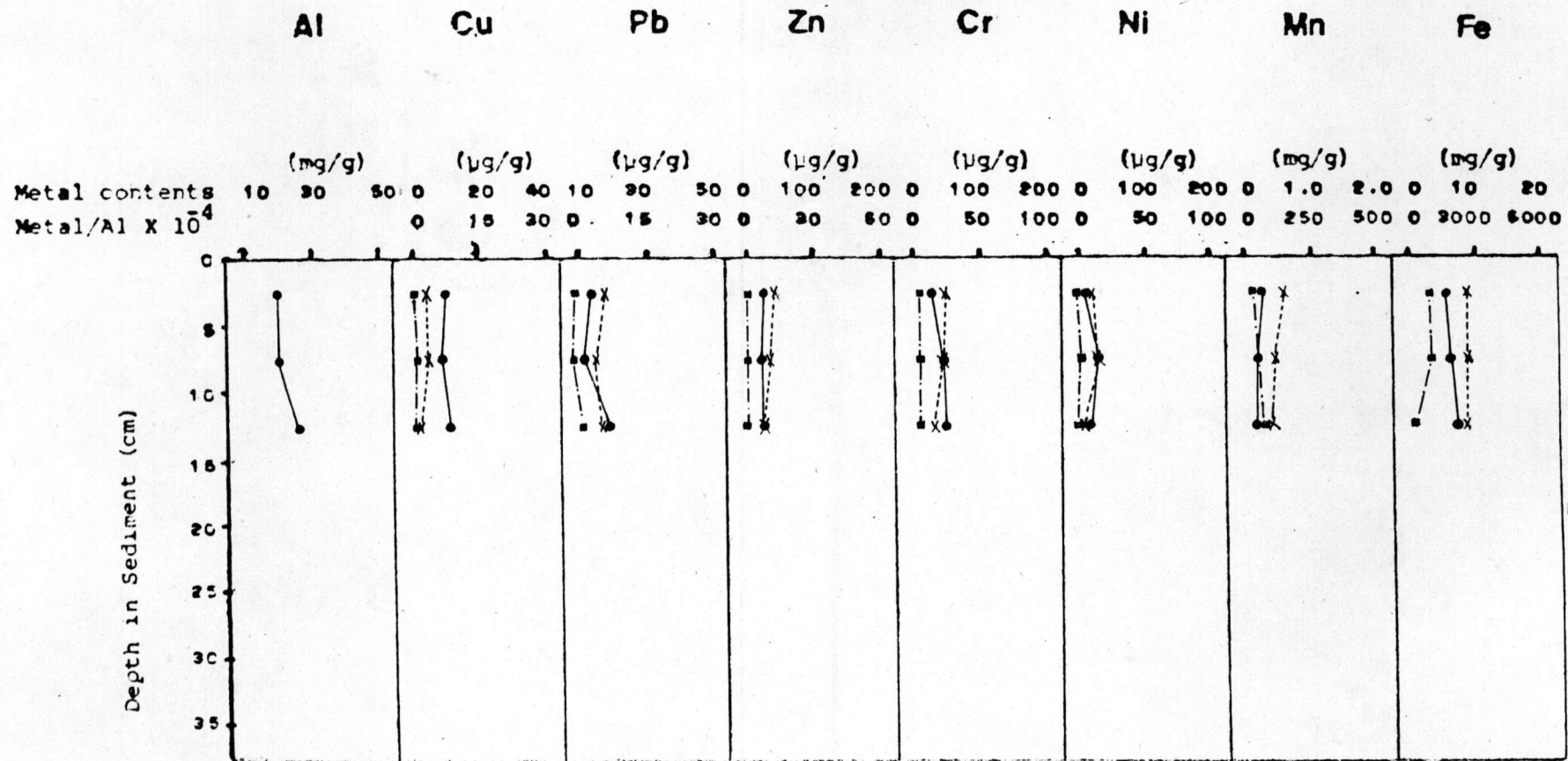


Fig. 11 The distribution of total metals (—●—), leachable metals (---x---) and metal to aluminum ratios (---●---) in the sediment core from station 11

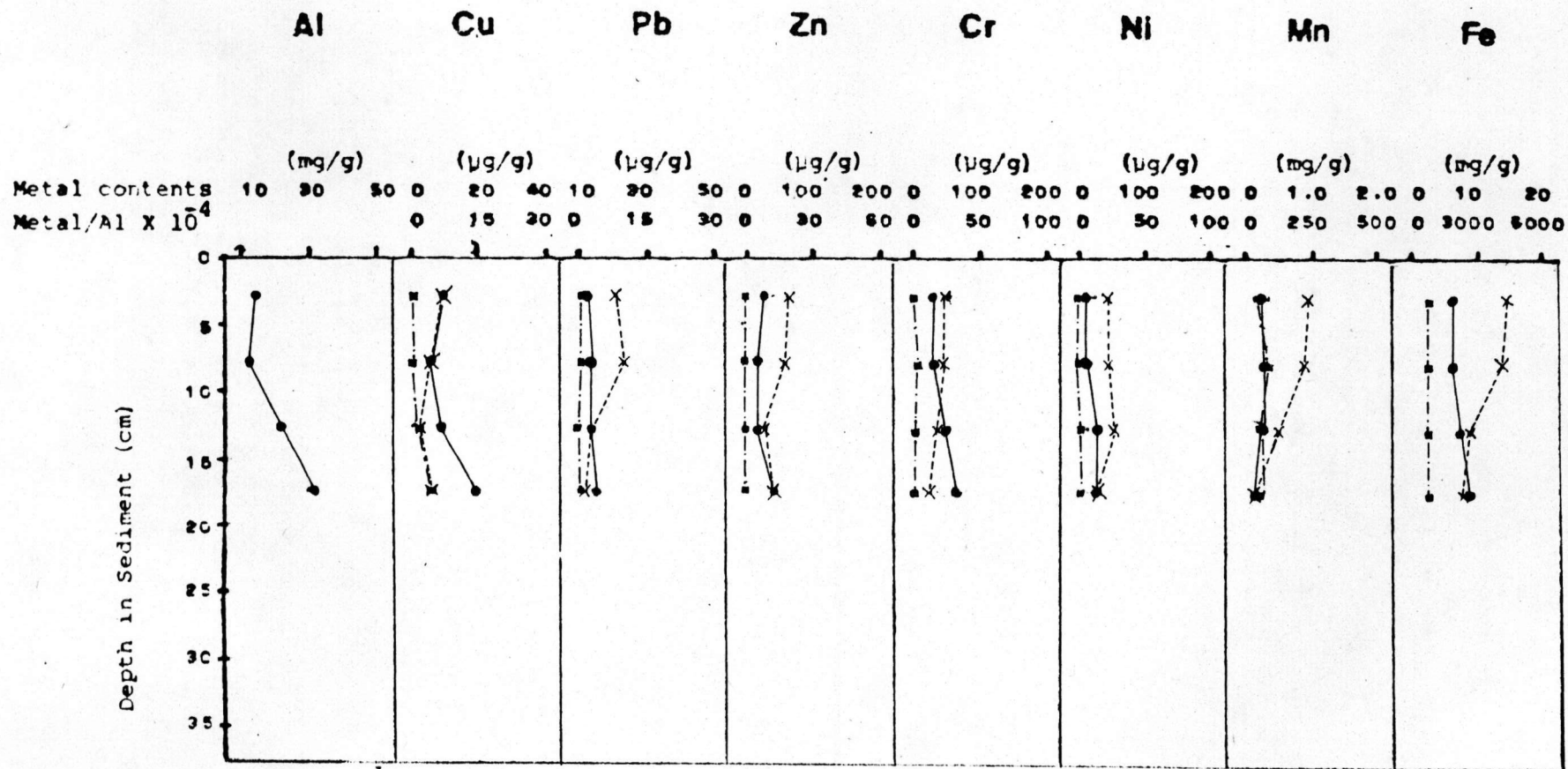


Fig. 12 The distribution of total metals (—●—), leachable metals (---×---) and metal to aluminium ratios (---■---) in the sediment core from station 12



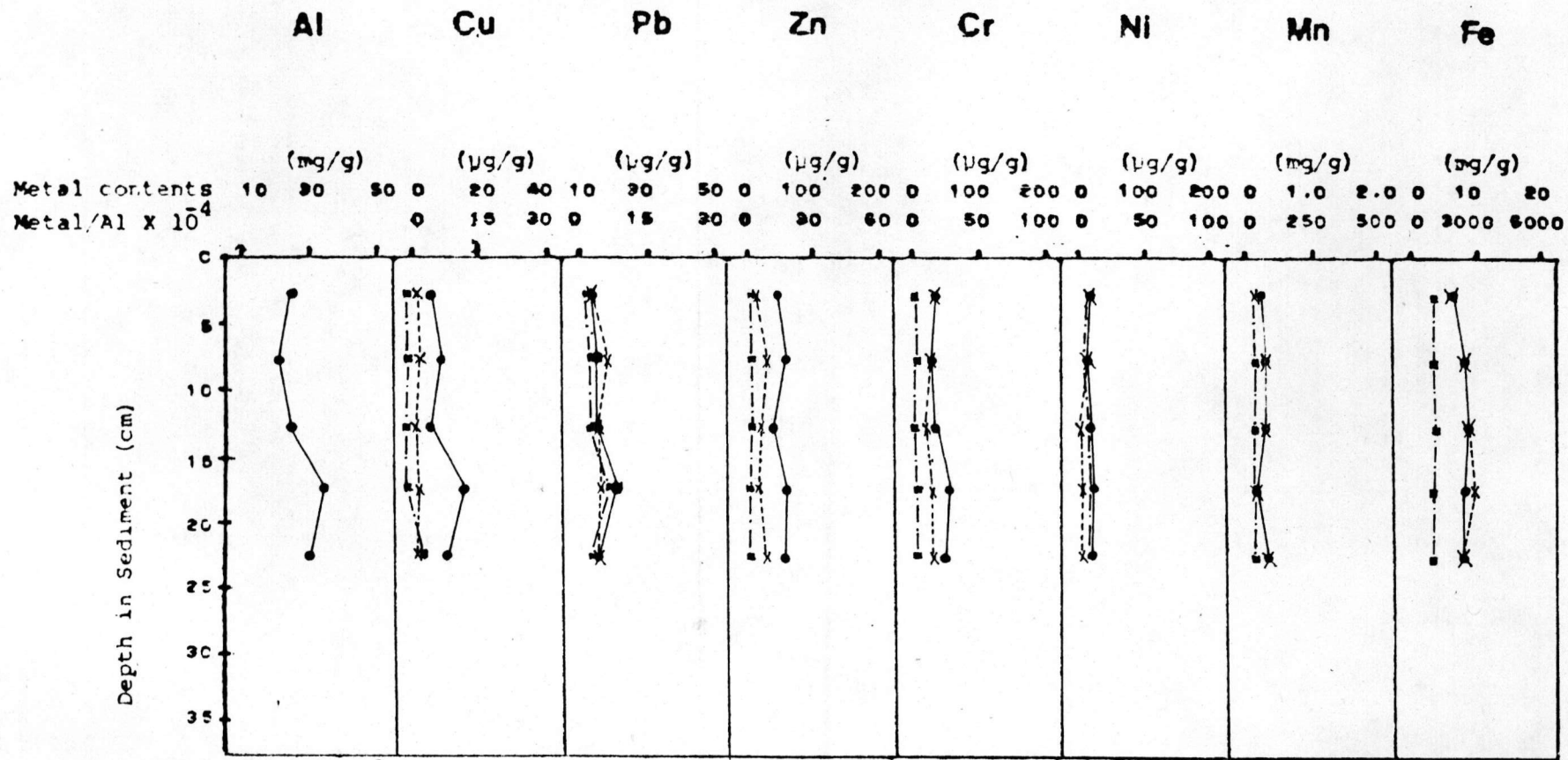


Fig. 13 The distribution of total metals (—●—), leachable metals (---x---) and metal to aluminum ratios (---■---) in the sediment core from station 14

## 2.7 ผลการหาค่าความแม่นยำและ Recovery ของการวิเคราะห์

จากการทำการทดลองและคำนวณหาค่าความแม่นยำและค่า Recovery ของการวิเคราะห์ พบว่าค่าความแม่นยำของวิธีการวิเคราะห์แต่ละวิธีมีค่าระหว่าง  $\pm 2.9 - \pm 9.6$  % ซึ่งแตกต่างกันออกไปตามชนิดของโลหะ ส่วนค่า Recovery ของวิธีการวิเคราะห์แต่ละวิธีมีค่าสูงกว่า 80 % ขึ้นไป ดังแสดงรายละเอียดของค่าความแม่นยำและ Recovery ของการวิเคราะห์ไว้ในตารางที่ 16 และ 17 ดังต่อไปนี้

Table 16. Precision of the analytical methods for each metal (%)

Metal	Total digestion method	Leaching method	Sequential Extraction Method			
			Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4
Cd	6.3	4.3	3.9	3.7	4.1	2.9
Cu	4.4	3.6	3.7	2.8	3.1	3.4
Pb	5.1	3.8	4.2	5.6	3.8	3.6
Zn	4,8	4,1	2.9	3.1	3.2	3.5
Cr	4.5	5.1	-	-	-	-
Ni	4.7	3.4	-	-	-	-
Mn	6.1	5.8	4.9	4.7	4.9	5.2
Fe	7.6	5.8	4.2	4.6	4.7	4.9
Al	9.6	-	-	-	-	-



Table 17. Recovery percentage of the analytical methods for each metal (%)

Metal	Total digestion method	Leaching method	Sequential Extraction method
Cd	83.85	84.54	94.35
Cu	85.32	83.82	81.43
Pb	81.27	94.81	103.49
Zn	89.02	92.18	91.82
Cr	83.27	84.82	-
Ni	82.38	81.46	-
Mn	81.88	84.99	101.80
Fe	82.34	82.39	80.07
Al	81.05	-	-