

干潟の土壌硬度を決定する物理環境要素の解明

(株) 東京久栄 首藤啓・中林孝之・神尾光一郎

調査実施年度：平成 18 年度～19 年度

1. 諸 言 (まえがき)

干潟における土壌硬度は、アサリ生息量との関連が指摘されている。本業務は、干潟上の土壌硬度とアサリ生息量との関係を明らかにするとともに、土壌硬度を決定する環境要素を解明することを目的とする。さらに、本調査では、簡易的に計測される土壌硬度が流れなどの物理環境要因の特性を表す指標となり、アサリ漁場等の整備・保全のための新たな判定基準としての可能性について検討を行う。

2. 調 査 方 法

(1) 調査概要

現地調査は、盤洲干潟で実施した。盤洲干潟は、東京湾中央部の千葉県側にあり、国内最大級の砂質前浜干潟である。調査エリアは、盤洲干潟の南部、小櫃川河口～江川漁港までの海域とした(図 2-1-1 参照)。対象海域は、護岸からテラスの平坦部が約 1.2km 続き、その沖合にバートラフが発達している。

現地調査は平成 18 年度秋季(10～11 月)と平成 19 年度夏季(8 月)の約 1 ヶ月間実施した。また、平成 19 年度は水平的な変化を捉えるために調査範囲を平成 18 年度の倍の広さに拡大して実施した。

調査時期及び調査内容は表 2-1-1 に示すとおりである。調査内容は、測器を用いた定点での約 1 ヶ月間の連続観測と、広域に測点を設けて、それぞれの調査期間内で数回の土壌硬度、底質調査、生物調査を実施した。また、各調査期間に 1 回もしくは 2 回、小型船舶に ADCP を艀装し航走することで、干潟上の水深と流速の平面分布を測定した。

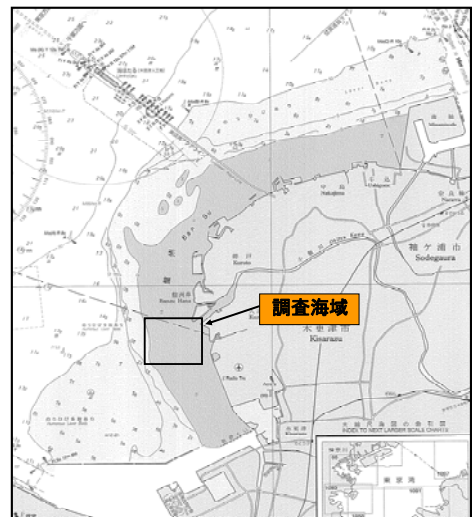


図 2-1-1 調査海域

表 2-1-1 調査の概要

調査時期	平成 18 年 10 月 5 日～11 月 6 日、平成 19 年 8 月 1 日～8 月 31 日
調査項目	(物理) 波浪、流動、濁度、地盤高さ、土壌硬度 (底質) 粒度、強熱減量、色素 (生物) 二枚貝湿重量、個体数
調査方法	波浪：定点連続観測 流動：定点連続観測及び ADCP による面的観測 土壌硬度：山中式硬度計による計測

(2) 事前調査

現地調査を実施する盤洲干潟小櫃川南海域において、概況を把握するために、平成18年9月8日に干潟の岸沖方向で水準測量（レベル測量）を行った。図2-2-1は、干潟の縦断面図である。沖合い1km地点からバートラフが発達しており、波などの物理環境が大きく変化していると考えられる。

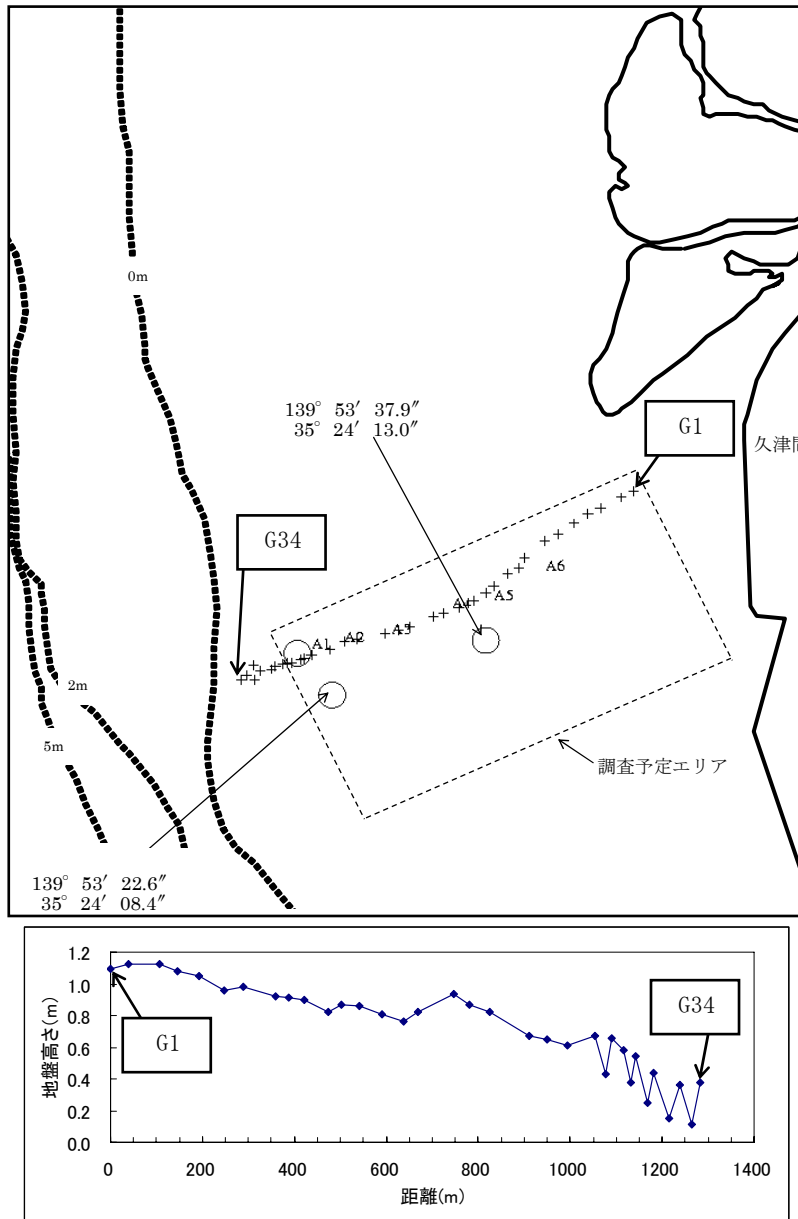


図2-2-1 干潟の縦断面

(3) 調査地点の概要

1) 平成 18 年度調査

図 2-3-1 に平成 18 年度の調査測点を示す。st. 2 は沖側の連続観測点、st. 7 は中央部の連続観測点である。その他の測点では、スポット的な観測を行っており、st. 1~12 は土壌硬度、地盤高、底質、生物調査、st. A0~A2 は底質色素の調査を行った。

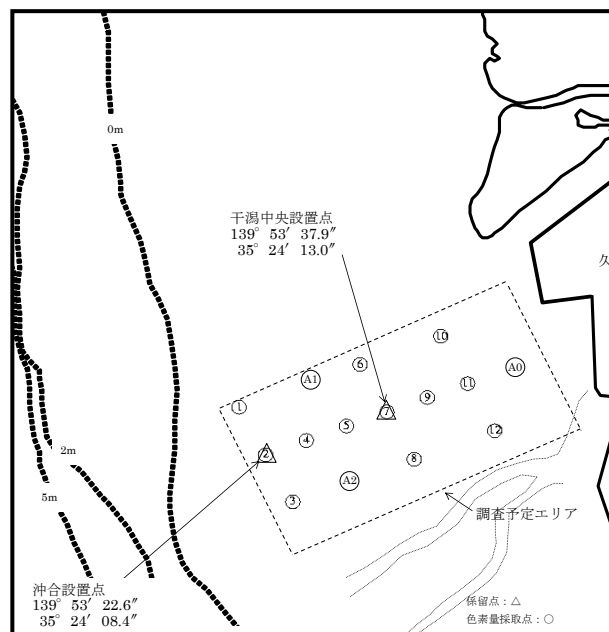


図 2-3-1 調査測定位置 (平成 18 年度)

2) 平成 19 年度調査

図 2-3-2 に平成 19 年度の調査測点を示す。調査海域は、東京湾の東岸に位置する盤洲干潟の小櫃川河口から江川滞筋を含む干潟域を対象とした。連続観測点は、昨年度と同じ地点に沖合いの江川側を追加した 3 測点とした。また、沖合いの連続観測点の 2 点には砂面変動を捉えるために砂面計を新に設置した。

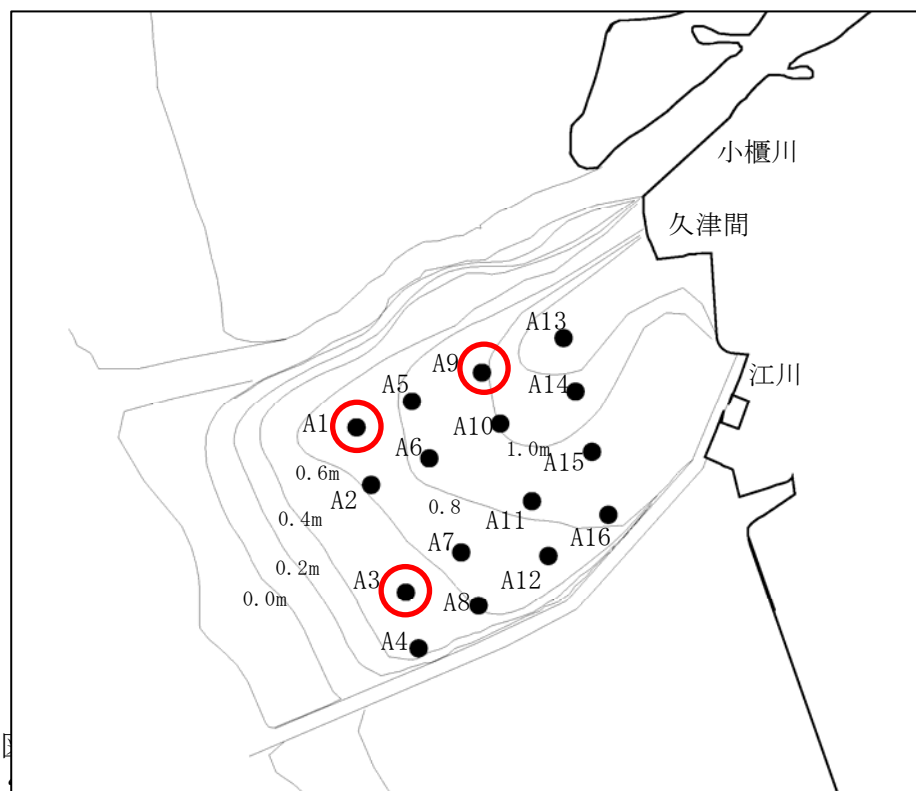


図 2-3-2 平成 19 年 8 月調査点 ※ ○は連続観測点

(4) 山中式土壌硬度計の概要

本調査では、平面型の山中式土壌硬度計（(株)藤原製作所）を用いる（図2-4-1）。測定手順を以下に示す。

- ①基本的には、干出あるいは水際の場所を測定対象とする。
- ②測定しようとする干潟泥表面上に、垂直に硬度計を立て、突き当てツバが泥表面に完全に接触するまで静かに圧入する。本調査では、ツバが泥表面に接触するまでを約1秒間とした。
- ②遊動指標が示す目盛り（mm単位）を土壌硬度計として記録する。
- ③この動作を1地点につき、任意にポイントを選びながら最低5回繰り返す。
- ④5回以上のデータ値を平均し、それをその地点での土壌硬度値として用いる。

なお、土壌硬度計を干潟で使用すると砂などが測器の中に頻繁に入りこみ、遊動指標がうまく作動しない場合がある。それを防ぐために、調査中でもこまめに水で洗い流す等の操作が必要である。また、調査後には、中のバネを取り出し海水・砂等を拭いた後、乾燥させ、CRCでサビを防ぐといったメンテナンスが必要である。

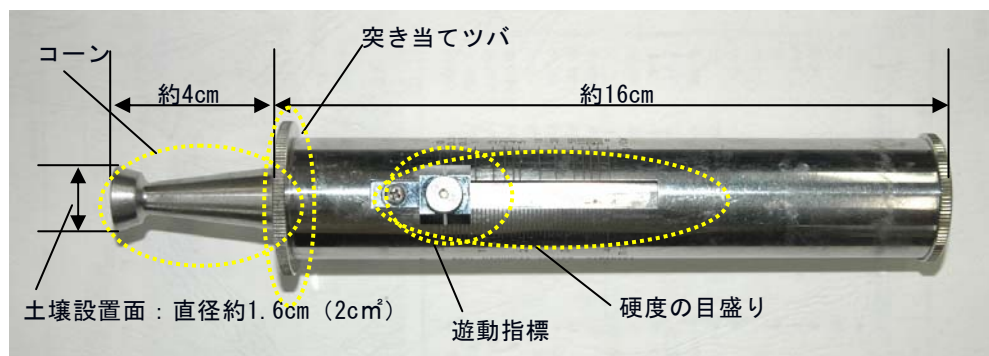


図2-4-1 山中式土壌硬度計（平面型）

3. 調査結果

(1) 平成 18 年度調査

1) 物理項目

定点連続調査は、10月6日から11月6日まで行った。図3-1-1は、沖合（測点2）及び岸側（測点7）の波浪関連の連続測定結果であり上段より、水位、1/3有義波高、最大波高、1/3有義波周期である。図3-1-2は、岸側の測点7における連続観測結果であり、上段より風、水位、平均流動、クロロフィルa、濁度の変化を示す。

調査期間中、10月6日～8日、23日～24日に時化があり、測点2の有義波高でそれぞれ、0.5m及び0.4mとなり荒天期の状態を捉えている。この時期には強い北寄りの風が吹いており、特に10月6日は北東風が強く、吹送流が観測されている。

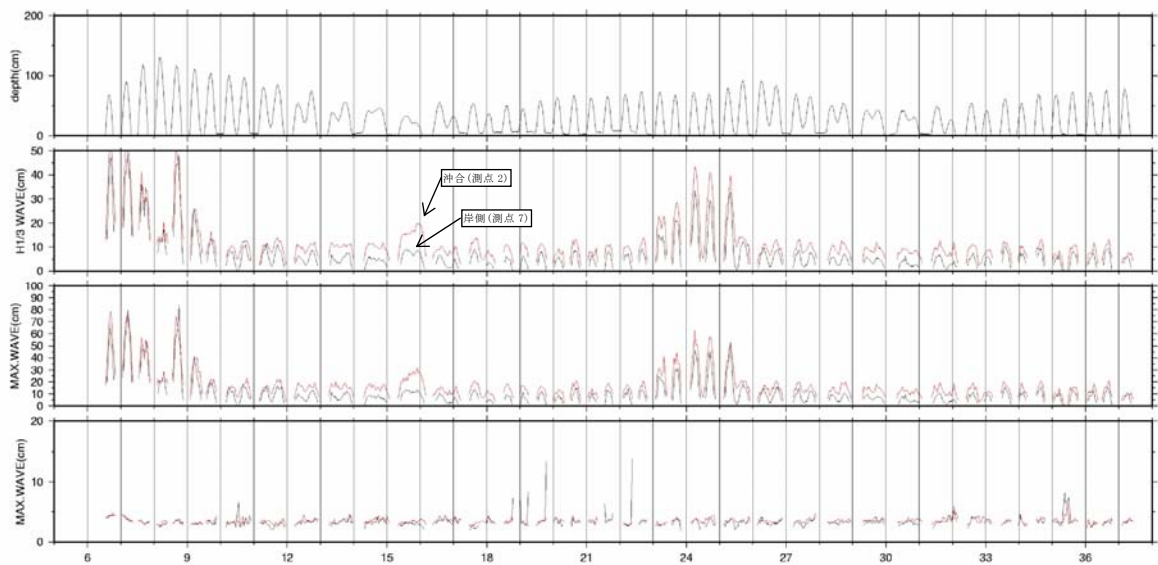


図3-1-1 波浪観測結果（測点2及び測点7）

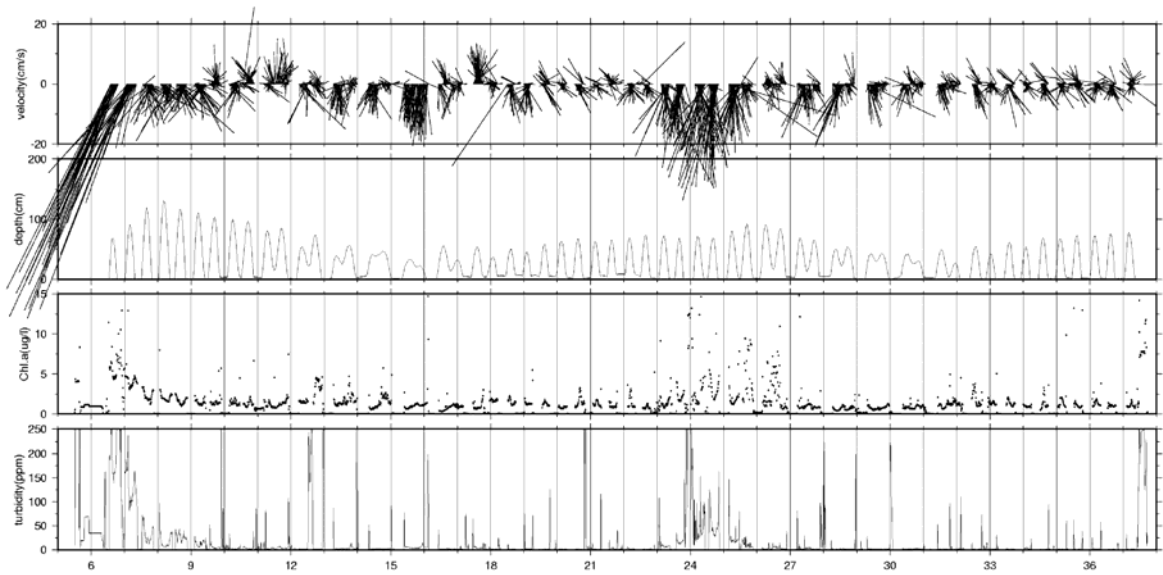


図3-1-2 岸側（測点7）の観測結果

干潟の平面的な流れの分布を把握するために、ADCPによる観測を代表的な潮位において行った。図3-1-3及び3-1-4は、小潮時と大潮時に測定した結果を示したものであり、代表層として表面に最も近い0.6m層と1.2m層について、流速分布を示している。

小潮時は、満潮時に行っており、潮流が小さい時期であることから、概ね恒流成分を捉えているものと考えられ、東京湾千葉県側の南下する流れと地形的に反転する流れを観測している。

大潮時は、満潮から下げ潮に入った時間帯で下げ潮時の流れを狙ったものであるが、前日からの降雨の影響を受けて、小櫃川の出水が大きく、その流出による流れを観測した結果となった。なお、上げ潮時の観測は天候が悪く実施できなかった。

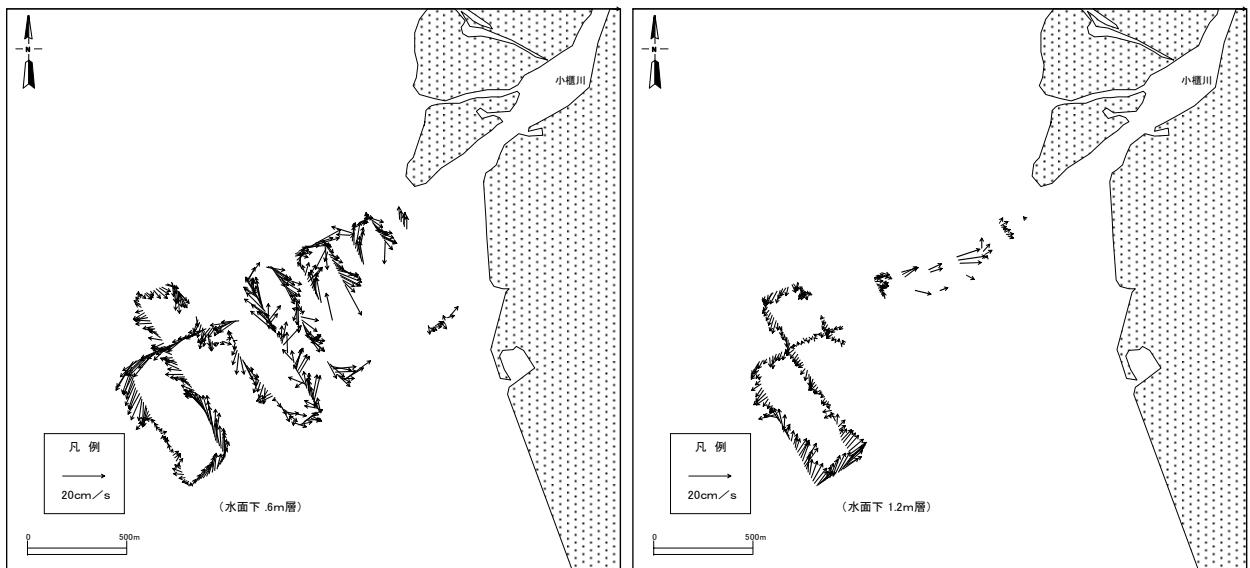


図3-1-3 ADCPによる流速分布（小潮期：H18年10月16日）

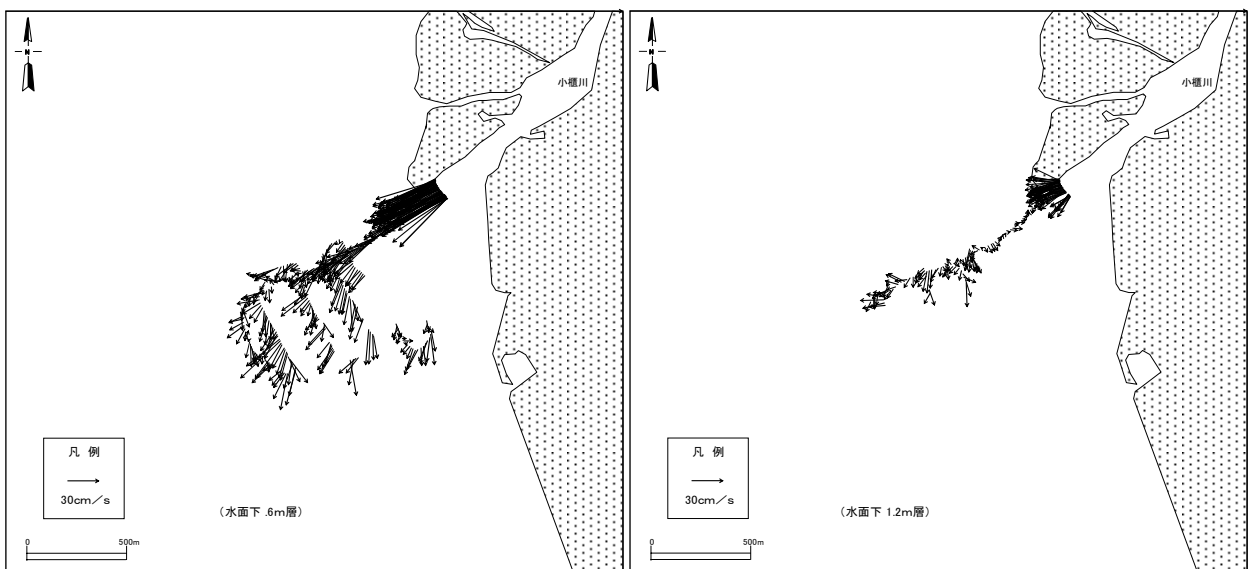


図3-1-4 ADCPによる流速分布（大潮期：H18年10月23日）

2) 底質項目

調査期間中にスポット的に実施した底質関係の調査結果を表 3-1-1 に示す。潮位の関係で干出しない地点や天候によって観測できなかったケースなどによって、調査日で項目が異なっている。

表 3-1-1 (1) 底質調査結果

(平成 18 年 10 月 6 日)

調査点	地盤高	土壌硬度	底質				粒度組成						
	(基準高からの変化)	(貫入抵抗)	含水比	強熱減量	密度	間隙率	礫分	粗砂分	中砂分	細砂分	シルト分	粘土分	50%粒径
	(cm)	(mm)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(%)	2mm以上	2~0.850mm	0.850~0.250mm	0.250~0.075mm	0.075~0.005mm	0.005mm未満	(mm)
2	0	24.9	27.9	1.6	2.71	43.0	0.0	0.3	15.0	71.0	10.6	3.1	0.172
7	0	18.0	34.0	1.7	2.70	47.9	0.0	0.2	15.7	74.4	8.4	1.3	0.172

(平成 18 年 10 月 17 日)

調査点	地盤高	土壌硬度	底質				粒度組成							色素			
	(基準高からの変化)	(貫入抵抗)	含水比	強熱減量	密度	間隙率	礫分	粗砂分	中砂分	細砂分	シルト分	粘土分	50%粒径	クロロフィル		フェオフィチン	
	(cm)	(mm)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(%)	2mm以上	2~0.850mm	0.850~0.250mm	0.250~0.075mm	0.075~0.005mm	0.005mm未満	(mm)	(μg/g・乾泥)	(μg/g・乾泥)	(μg/g・乾泥)	(μg/g・乾泥)
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	1.5	1.5	1.1
2	-8.0	15.2	25.5	1.7	2.71	40.8	0.0	0.0	17.8	75.3	5.8	1.1	0.177	2.7	2.0	1.7	1.2
3	-2.0	22.1	27.5	1.7	2.70	42.7	0.0	0.2	8.4	81.4	7.8	2.2	0.166	2.6	1.9	2.2	1.6
4	-0.5	10.3	24.4	1.9	2.70	39.7	0.0	0.2	18.3	72.6	7.2	1.7	0.175	3.0	2.2	1.8	1.4
5	0.0	12.8	30.1	1.9	2.69	44.8	0.0	0.2	27.2	65.4	5.6	1.6	0.216	2.6	2.0	1.8	1.3
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.2	1.7	2.1	1.6
7	1.0	13.8	31.4	1.8	2.70	45.9	0.0	0.2	15.4	75.9	7.3	1.2	0.173	3.0	2.2	2.0	1.5
8	2.5	12.3	29.4	2.1	2.71	44.3	0.0	0.0	16.7	75.0	6.7	1.6	0.171	3.2	2.4	2.3	1.7
9	1.0	10.5	30.3	1.9	2.71	45.2	0.0	0.3	27.5	65.8	5.2	1.2	0.208	4.2	3.1	2.7	2.0
10	—	—	33.1	2.4	2.72	47.4	0.0	0.3	21.6	65.6	10.1	2.4	0.198	2.0	1.5	3.4	2.6
11	6.0	10.2	33.0	1.7	2.72	47.3	0.0	0.2	16.2	76.9	5.8	0.9	0.175	4.6	3.4	2.5	1.9
12	4.5	12.8	41.1	3.0	2.71	52.7	0.0	0.3	10.3	73.9	12.8	2.7	0.141	3.6	2.6	4.8	3.4
A0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.6	3.4	2.8	2.0
A1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.7	2.0	1.7	1.3
A2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.1	2.3	1.9	1.4

表 3-1-1 (2) 底質調査結果

(平成 18 年 10 月 23 日)

調査点	地盤高	土壌硬度
	(基準高からの変化)	(貫入抵抗)
	(cm)	(mm)
1	-1.0	—
2	-9.0	18.8
3	-4.0	17.8
4	-1.0	11.8
5	0.5	11.2
6	—	9.5
7	2.0	12.8
8	1.0	18.2
9	-1.0	11.5
10	-1.0	12.2
11	6.0	13.5
12	5.0	14.2

(平成 18 年 11 月 2 日)

調査点	地盤高	土壌硬度	底質				粒度組成						
	(基準高からの変化)	(貫入抵抗)	含水比	強熱減量	密度	間隙率	礫分	粗砂分	中砂分	細砂分	シルト分	粘土分	50%粒径
	(cm)	(mm)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(%)	2mm以上	2~0.850mm	0.850~0.250mm	0.250~0.075mm	0.075~0.005mm	0.005mm未満	(mm)
1	1.5	15.0	31.7	1.6	2.71	46.3	0.0	0.0	37.1	56.4	5.1	1.4	0.229
2	-8.0	17.0	30.7	1.7	2.71	45.4	0.0	0.1	32.8	60.8	5.0	1.3	0.225
3	-1.0	20.0	33.1	1.9	2.70	47.1	0.0	0.0	29.2	64.9	4.9	1.0	0.221
4	1.0	15.2	35.6	1.8	2.71	49.2	0.0	0.1	32.6	63.2	3.2	0.9	0.228
5	3.0	14.0	24.5	1.6	2.71	39.9	0.0	0.3	46.2	50.2	2.6	0.7	0.240
6	2.5	10.2	35.2	2.2	2.70	48.8	0.0	0.4	39.6	53.1	5.7	1.2	0.217
7	3.5	14.0	33.1	1.6	2.71	47.2	0.0	0.0	31.2	63.4	4.4	1.0	0.225
8	1.0	16.7	33.7	2.1	2.70	47.6	0.0	0.3	29.8	64.0	5.2	0.7	0.219
9	1.0	9.7	32.6	1.8	2.71	46.9	0.0	0.0	28.7	63.4	7.0	0.9	0.219
10	1.0	9.0	32.9	1.9	2.69	47.0	0.0	0.4	37.7	55.5	5.3	1.1	0.219
11	6.0	15.2	28.5	1.7	2.71	43.6	0.0	0.2	37.9	55.2	5.6	1.1	0.217
12	4.0	17.0	37.8	2.6	2.70	50.6	0.0	0.3	20.6	67.4	10.3	1.4	0.170

表 3-1-1 (3) 底質調査結果

(平成 18 年 11 月 6 日)

調査点	地盤高 (基準高か らの変化) (cm)	土壌硬度 (貫入抵抗) (mm)	色素			
			クロロフィル		フェオフィチン	
			($\mu\text{g/g}\cdot\text{乾泥}$)	($\mu\text{g/g}\cdot\text{湿泥}$)	($\mu\text{g/g}\cdot\text{乾泥}$)	($\mu\text{g/g}\cdot\text{湿泥}$)
1	—	—	—	—	—	—
2	-7.5	17.5	2.5	1.8	2.1	1.5
3	—	—	—	—	—	—
4	-1.0	16.0	4.4	3.2	2.7	2.0
5	3.0	15.2	3.3	2.5	2.1	1.6
6	—	—	—	—	—	—
7	2.0	18.3	4.2	3.1	2.7	2.0
8	0.5	15.0	—	—	—	—
9	-2.5	14.3	4.6	3.4	3.0	2.2
10	—	—	—	—	—	—
11	4.5	17.0	4.5	3.4	3.2	2.4
12	—	—	—	—	—	—
A0	—	—	4.8	3.5	3.5	2.5

3) 生物項目

生物調査は、アサリ、バカガイ、シオフキの生息量を期間中 3 回計測しており、その結果を表 3-1-2 に示す。なお 10 月 6 日については、荒天のため 2 点のみ測定している。

表 3-1-2 生物調査の結果

調査日	測点名	成貝 (20mm以上)		稚貝 (20mm未満)		合計	
		個体数 (個/m ²)	湿重量 (g/m ²)	個体数 (個/m ²)	湿重量 (g/m ²)	個体数 (個/m ²)	湿重量 (g/m ²)
10月6日	2	58	268.0	101	45.6	159	315.4
	7	5	15.2	90	51.3	95	66.4
10月17日	1	測定できなかった					
	2	53	252.4	80	41.3	133	293.8
	3	37	168.3	16	5.5	53	173.8
	4	5	69.3	32	7.0	37	76.4
	5	5	17.1	143	38.5	148	55.6
	6	測定できなかった					
	7	11	26.3	74	41.2	85	67.5
	8	0	0.0	27	16.3	27	16.3
	9	16	53.4	101	71.3	117	124.7
	10	測定できなかった					
	11	0	0.0	117	26.9	117	26.9
	12	0	0.0	95	12.7	95	12.7
11月2日	1	27	87.9	37	32.2	64	120.1
	2	53	248.0	42	19.6	95	267.5
	3	90	344.2	53	45.7	143	389.9
	4	32	126.8	106	8.2	138	135.0
	5	0	0.0	53	30.1	53	30.1
	6	測定できなかった					
	7	16	37.7	95	58.4	111	96.1
	8	0	0.0	53	29.8	53	29.8
	9	11	55.2	133	87.7	143	142.8
	10	測定できなかった					
	11	0	0.0	64	12.8	64	12.8
	12	0	0.0	127	18.7	127	18.7

(2) 平成 19 年度調査

1) 物理項目

定点連続調査は、8月1日から8月31日まで行った。図3-2-1～図3-2-7に久津間側（小櫃川側）の沖合いの測点A1、江川側の沖合いの測点A3、及び久津間側の中央部の測点A9の連続測定結果を示す。なお、砂面計は沖合いの2点A1,A3のみに設置している。

平成19年度は平成18年度調査に比べると、大きな時化はなく、比較的静穏な状態が続いた。その中でも比較的波高が大きい期間は、8月4日と8月20日～21日の2回ほどあり、波高は0.3m程度となっている。

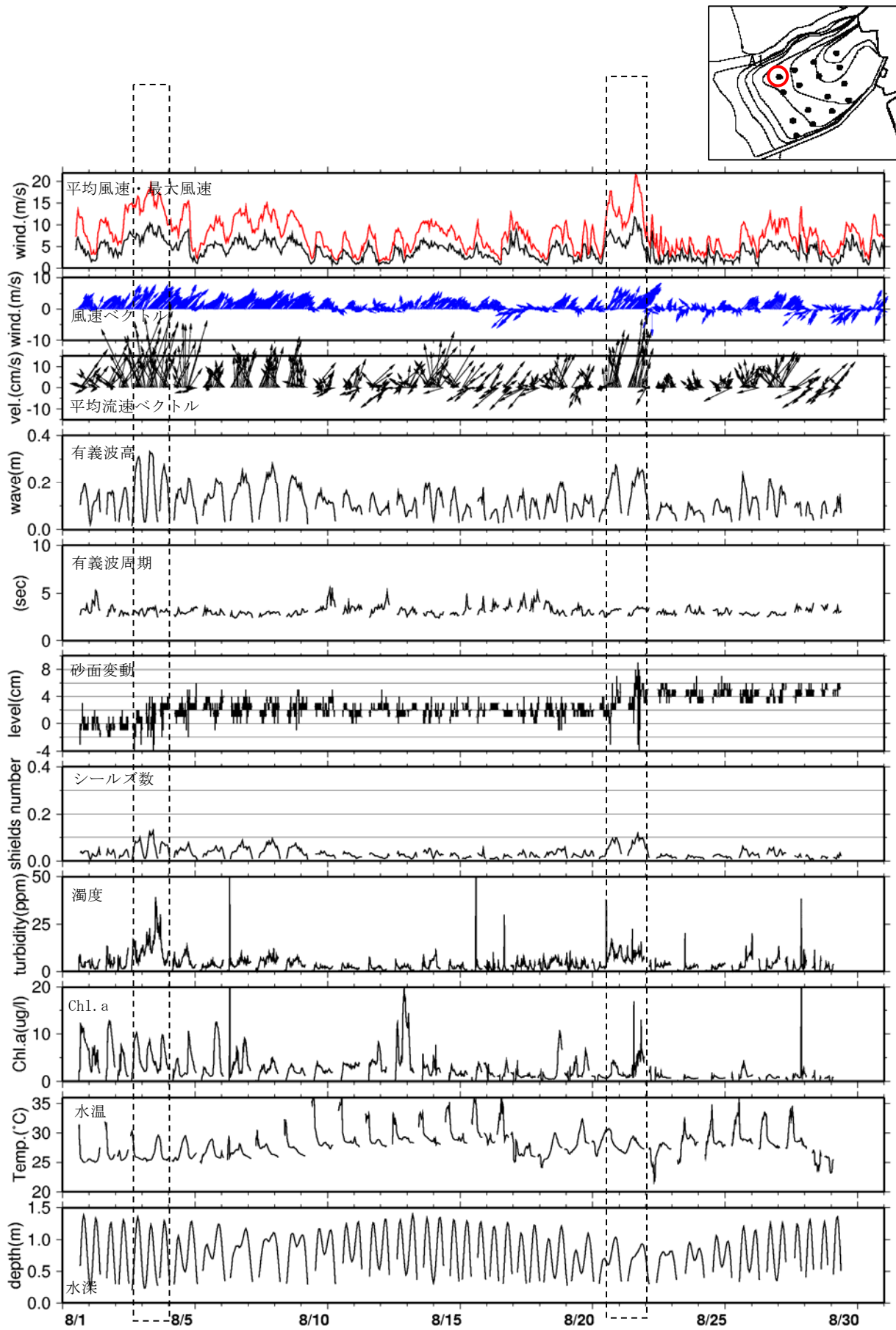


図 3-2-1 St. A1 (久津間側) における平成 19 年 8 月の物理環境
 ※平均風速・最大風速・風速ベクトルは金田

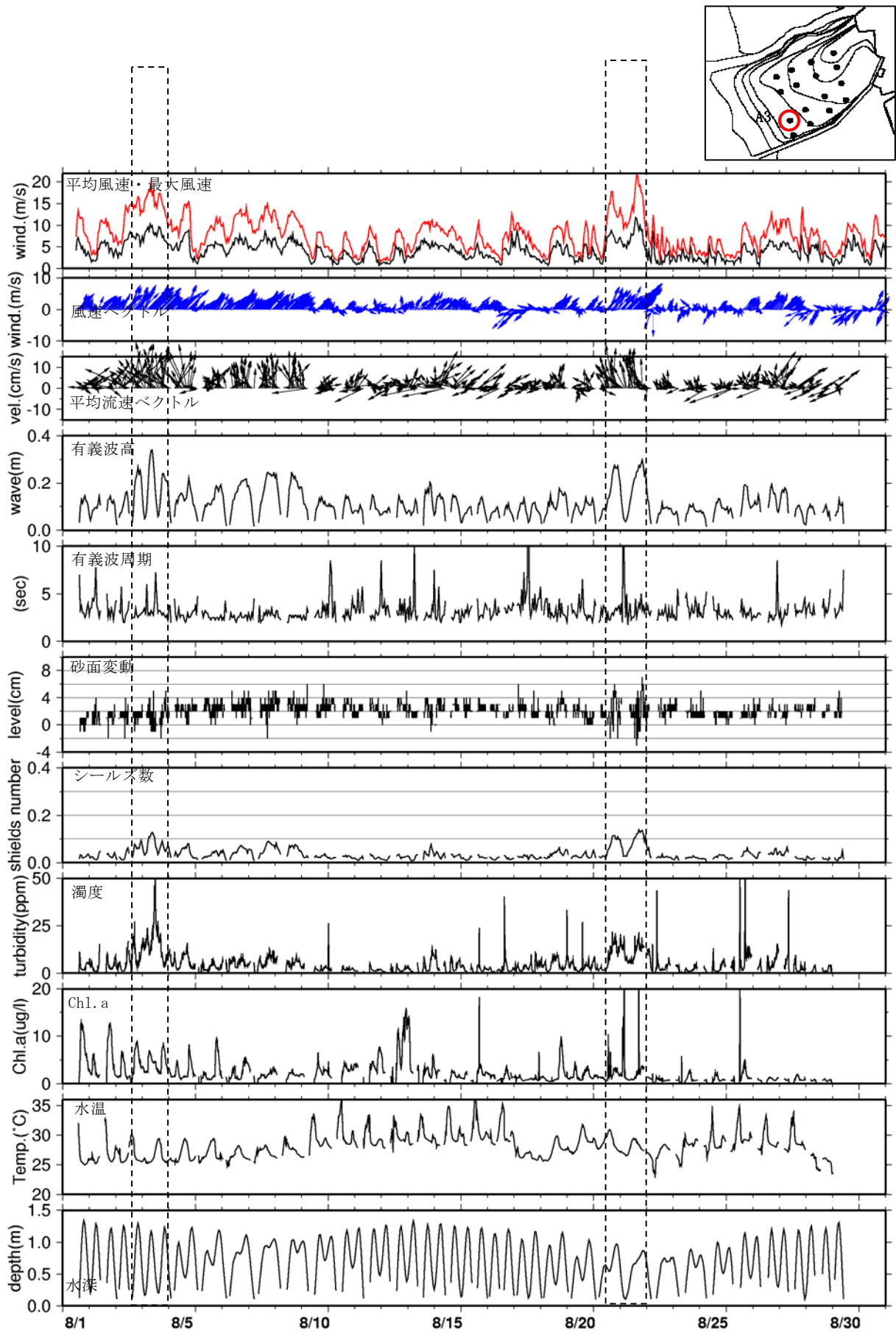


図 3-2-2 St. A3 (江川側) における平成 19 年 8 月の物理環境
 ※平均風速・最大風速・風速ベクトルは金田

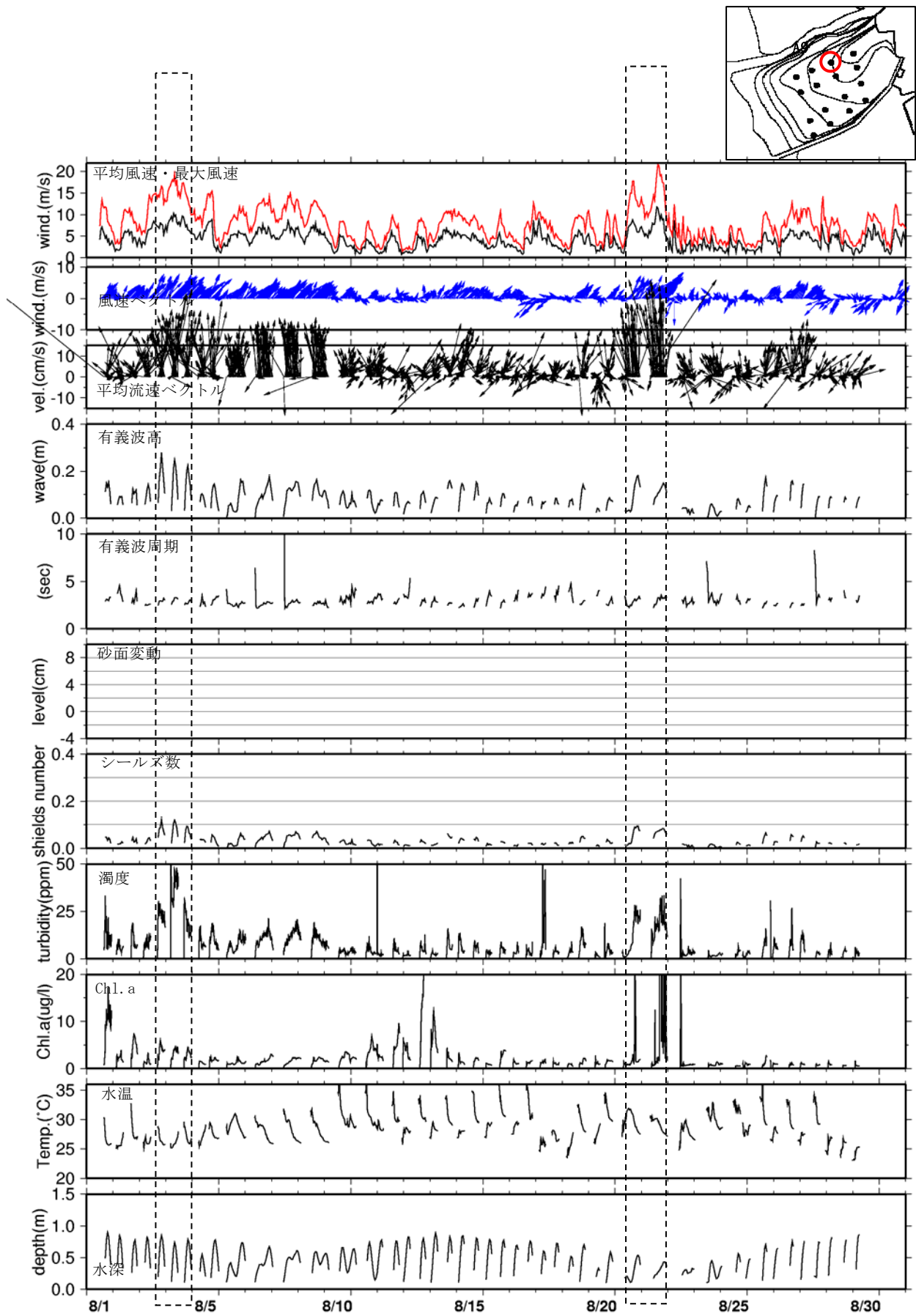


図3-2-3 St. A9 (久津間・岸側) における平成19年8月の物理環境
 ※平均風速・最大風速・風速ベクトルは金田、砂面計は設置していない。

2) 底質項目

底質調査は、調査開始日に8月1日と調査終了日の8月30日に実施した。表3-2-1に底質調査結果を示す。

表3-2-1 底質調査結果
(平成19年8月1日)

調査点	密度 (g/cm ³)	粒度組成						50%粒径 (mm)
		礫分 2mm以上 (%)	粗砂分 2~0.850mm (%)	中砂分 0.850~ 0.250mm (%)	細砂分 0.250~ 0.075mm (%)	シルト分 0.075~ 0.005mm (%)	粘土分 0.005mm 未満 (%)	
A1	2.72	0.0	0.3	32.7	62.9	3.2	0.9	0.227
A2	2.72	0.0	0.0	23.0	71.4	4.9	0.7	0.218
A3	2.72	0.0	0.2	25.3	69.9	3.9	0.7	0.222
A4	2.71	0.0	0.1	34.0	60.3	4.5	1.1	0.228
A5	2.71	0.0	0.3	37.9	58.0	2.9	0.9	0.233
A6	2.71	0.0	0.1	28.2	66.3	4.7	0.7	0.223
A7	2.71	0.0	0.0	16.9	75.9	6.4	0.8	0.174
A8	2.72	0.0	0.3	18.7	72.3	8.1	0.6	0.176
A9	2.72	0.0	0.3	24.6	69.3	5.0	0.8	0.216
A10	2.72	0.0	0.2	27.7	66.6	4.6	0.9	0.220
A11	2.70	0.0	0.0	22.0	68.0	9.0	1.0	0.208
A12	2.70	0.0	0.1	26.8	62.5	9.5	1.1	0.214
A13	2.70	0.0	0.4	32.1	62.6	4.0	0.9	0.225
A14	2.70	0.0	0.1	22.3	65.3	11.2	1.1	0.193
A15	2.71	0.0	0.1	29.4	63.9	5.9	0.7	0.218
A16	2.71	0.0	0.1	33.6	57.9	7.1	1.3	0.222

(平成19年8月30日)

調査点	密度 (g/cm ³)	粒度組成						50%粒径 (mm)
		礫分 2mm以上 (%)	粗砂分 2~0.850mm (%)	中砂分 0.850~ 0.250mm (%)	細砂分 0.250~ 0.075mm (%)	シルト分 0.075~ 0.005mm (%)	粘土分 0.005mm 未満 (%)	
A1	2.71	0.0	0.4	35.8	58.6	4.1	1.1	0.229
A2	2.71	0.0	0.3	29.0	67.3	2.4	1.0	0.225
A3	2.71	0.0	0.0	32.7	63.6	2.5	1.2	0.230
A4	2.70	0.0	0.1	35.2	61.7	2.0	1.0	0.232
A5	2.71	0.0	0.4	41.5	55.2	2.1	0.8	0.238
A6	2.71	0.0	0.3	31.1	65.1	2.7	0.8	0.229
A7	2.71	0.0	0.2	15.1	77.7	6.1	0.9	0.179
A8	2.70	0.0	0.1	28.7	68.0	2.4	0.8	0.226
A9	2.71	0.0	0.3	28.6	66.8	3.3	1.0	0.224
A10	2.70	0.0	0.1	26.1	67.0	5.4	1.4	0.220
A11	2.69	0.0	0.1	27.2	67.9	4.0	0.8	0.221
A12	2.71	0.0	0.4	27.7	67.9	3.0	1.0	0.221
A13	2.70	0.0	0.1	16.1	78.8	3.9	1.1	0.184
A14	2.71	0.0	0.3	27.8	63.8	7.0	1.1	0.220
A15	2.69	0.0	0.3	39.5	56.1	3.4	0.7	0.235
A16	2.70	0.4	0.2	41.7	53.5	3.5	0.7	0.237

3) 生物項目

生物調査は、アサリの生息量調査を調査開始日に8月1日と調査終了日の8月31日に実施した。表3-2-2に底質調査結果を示す。

表3-2-2 生物調査の結果（アサリ）

調査日	測点名	成貝 (20mm以上)		稚貝 (20mm未満)		合計	
		個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
		[個/m ²]	[g/m ²]	[個/m ²]	[g/m ²]	[個/m ²]	[g/m ²]
8月1日	A-1	0	0	168	10	168	10
	A-2	44	296	84	18	128	314
	A-3	176	976	148	0	324	977
	A-4	96	804	112	12	208	816
	A-5	4	16	56	1	60	17
	A-6	4	20	52	6	56	26
	A-7	120	660	164	16	284	676
	A-9	12	32	60	7	72	39
	A-10	4	36	136	11	140	47
	A-11	8	44	164	5	172	49
	A-12	192	1112	428	30	620	1142
	A-13	4	12	28	3	32	15
	A-14	4	8	280	21	284	29
	A-15	0	0	168	4	168	4
	A-16	212	780	200	52	412	832
	8月30日	A-1	72	512	172	58	244
A-2		80	520	96	32	176	552
A-3		128	724	136	57	264	781
A-4		56	588	60	7	116	595
A-5		4	8	128	16	132	24
A-6		0	0	220	31	220	31
A-7		96	476	148	32	244	508
A-8		176	1252	300	140	476	1392
A-9		20	52	140	28	160	80
A-10		0	0	148	21	148	21
A-11		16	104	136	22	152	126
A-12		120	664	360	73	480	737
A-13		0	0	44	3	44	3
A-14		0	0	196	26	196	26
A-15		4	8	136	13	140	21
A-16		184	660	332	62	516	722

(3) 解析結果

1) 土壌硬度の分布特性

①出現頻度

平成 18 年と 19 年の調査で得られた土壌硬度（貫入抵抗値：本調査では土壌硬度を山中式土壌硬度計で計測したことから、硬度の指標を貫入抵抗値で表わすこととする。）の範囲は、5.1～28.1mm であった。貫入抵抗値について 5～29mm の範囲で 2mm ごとに区間を分けて出現頻度を求めた（図 2-3-1 参照）。これによると、13<～≤15mm の区間で最も出現頻度が高かった。

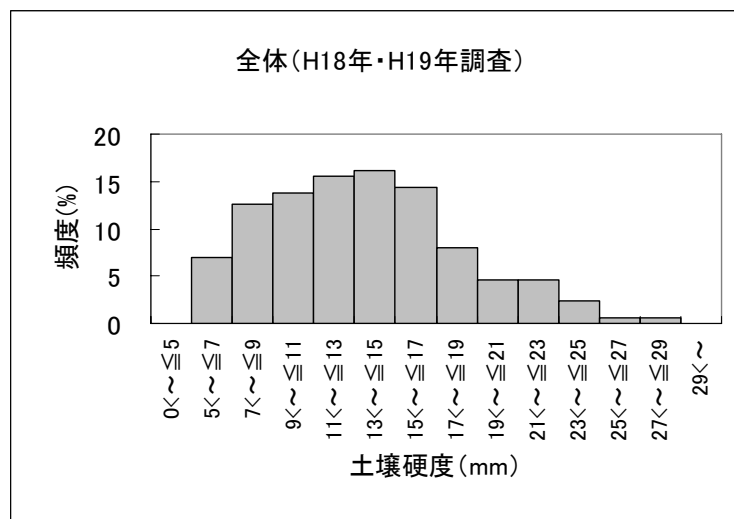


図 3-3-1 調査期間における土壌硬度の出現頻度分布

②平面分布

平成 18 年度の土壌硬度については、5 回実施した結果を平均して、図 3-3-2 のような硬度の分布を模式的に表した。沖側から南側に硬い領域、小櫃川寄りに軟らかい領域、それらの中間的な領域と区分することができた。

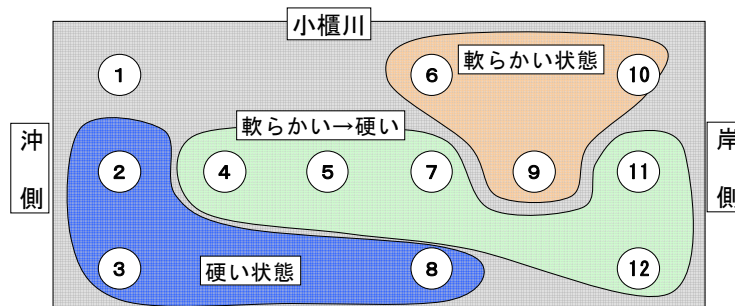


図 2-3-2 土壌硬度の分布（平成 18 年度）

平成 19 年度の土壌硬度の水平分布を図 3-3-3 に示す。この結果には事前調査で行った 7/13、7/31 のデータも含む。平成 18 年度の硬度の水平分布と同様に、岸沖方向で比べると、沖合いに硬い領域があり、沿岸方向で比べるとやや久津間側（小櫃川側）が軟らかい傾向を示している。

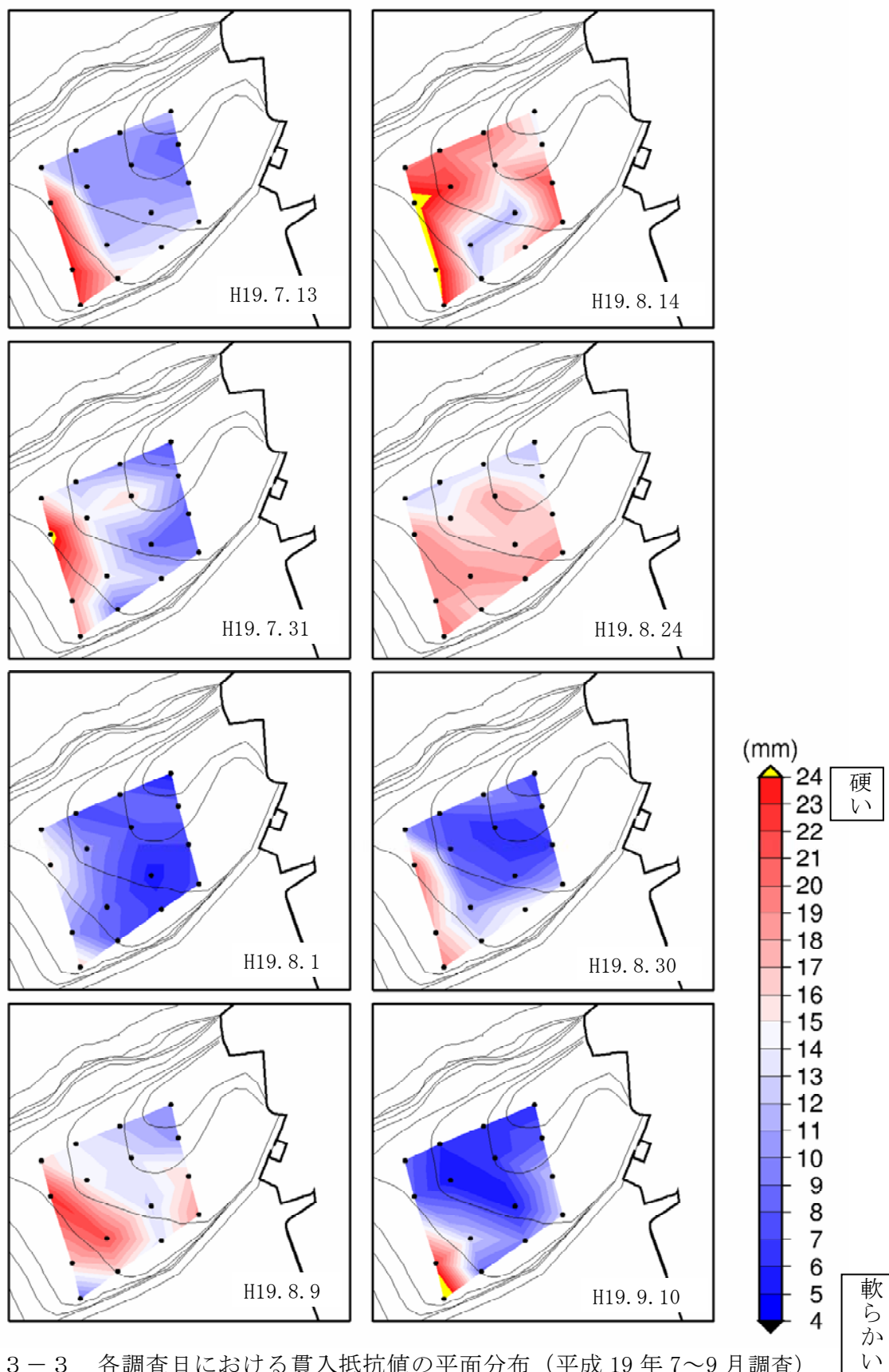


図 3 - 3 - 3 各調査日における貫入抵抗値の平面分布 (平成 19 年 7~9 月調査)

図 3-3-4 に平成 19 年度に得られた貫入抵抗値の測点ラインで比較を示す。

岸沖方向の 4 ラインのそれぞれで比較すると、土壌硬度は各ラインともに岸側に比べて特に最も沖側の測点で大きかった (図 3-3-4)。次に岸に平行なラインで比較すると、久津間側に比べて江川側の測点において貫入抵抗値が大きかった。

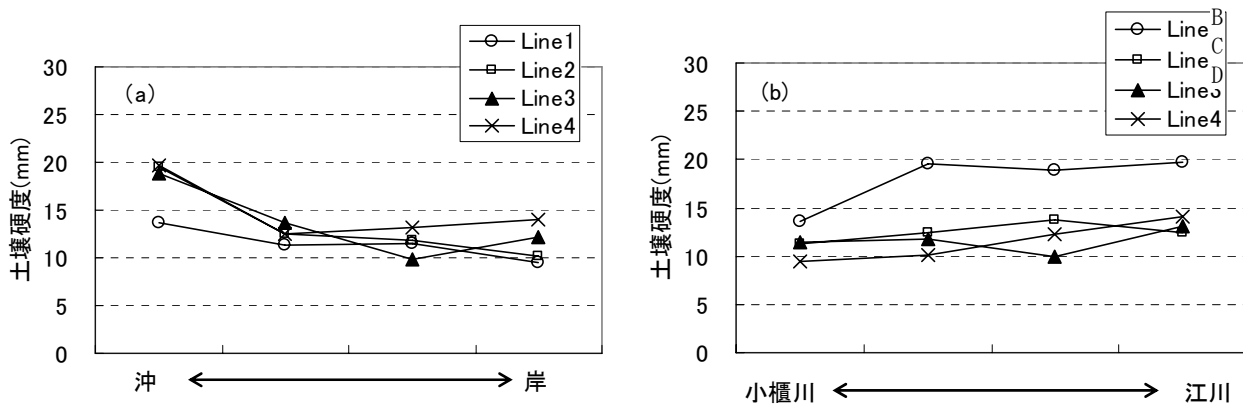
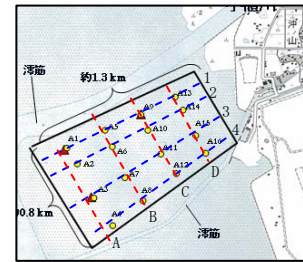


図 3-3-4 岸沖方向 (a) と岸沿い方向 (b) の土壌硬度特性 (平成 19 年 7~9 月調査)
 ※土壌硬度の値は平成 19 年 8 月に各測点で得られた値の全平均

以上のように、一見短調に見える盤洲干潟においても、土壌硬度には水平的な分布が見られた。特徴をまとめると次のとおりである。

○岸沖方向で土壌硬度を比べると沖合いの方が硬い。

○沿岸方向で土壌硬度を比べると江川側の方が硬い。(久津間側が軟らかい)

③ 土壌硬度の時間変動

図 3-3-5 に各測点・各調査日における貫入抵抗値(平成 19 年度調査)を示す。また、図 3-3-6 に各測点における土壌硬度の日変化(平成 19 年年度調査)を示す。

平成 19 年度において各測点で得られた貫入抵抗値について、測点別に変動幅を調べると 6.9~19.0mm の変動幅で時間的に変動を示し、日変化は各測点とも概ね同様な変動を示していた。具体的には、8 月 1 日から 8 月 14 日までは貫入抵抗は大きくなるが、8 月 14 日以降は減少傾向を示した。以上の結果より、干潟上の貫入抵抗値は空間的に特性を維持しながらも、時間的には全体的に一致した変動を示しているものと考えられる。

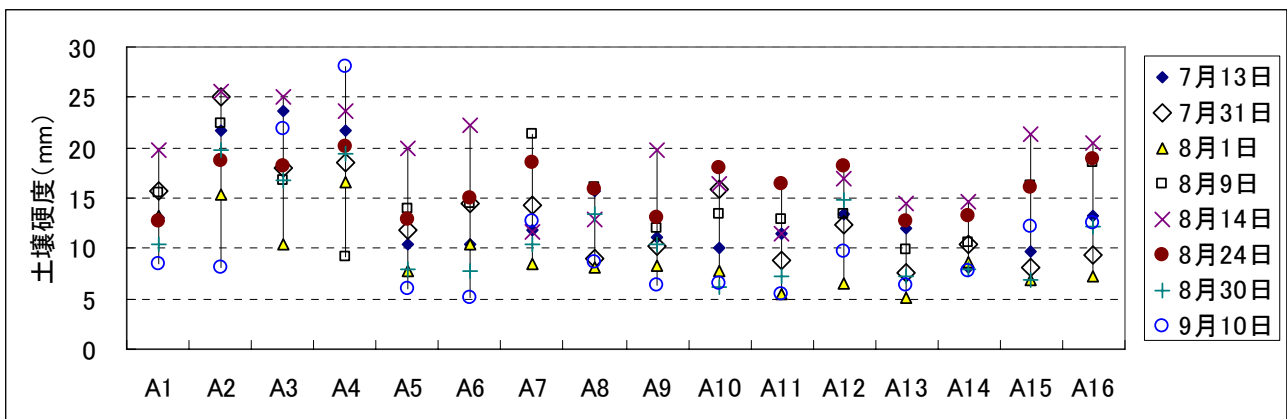


図 3-3-5 各測点・各調査日における貫入抵抗値(平成 19 年度調査)

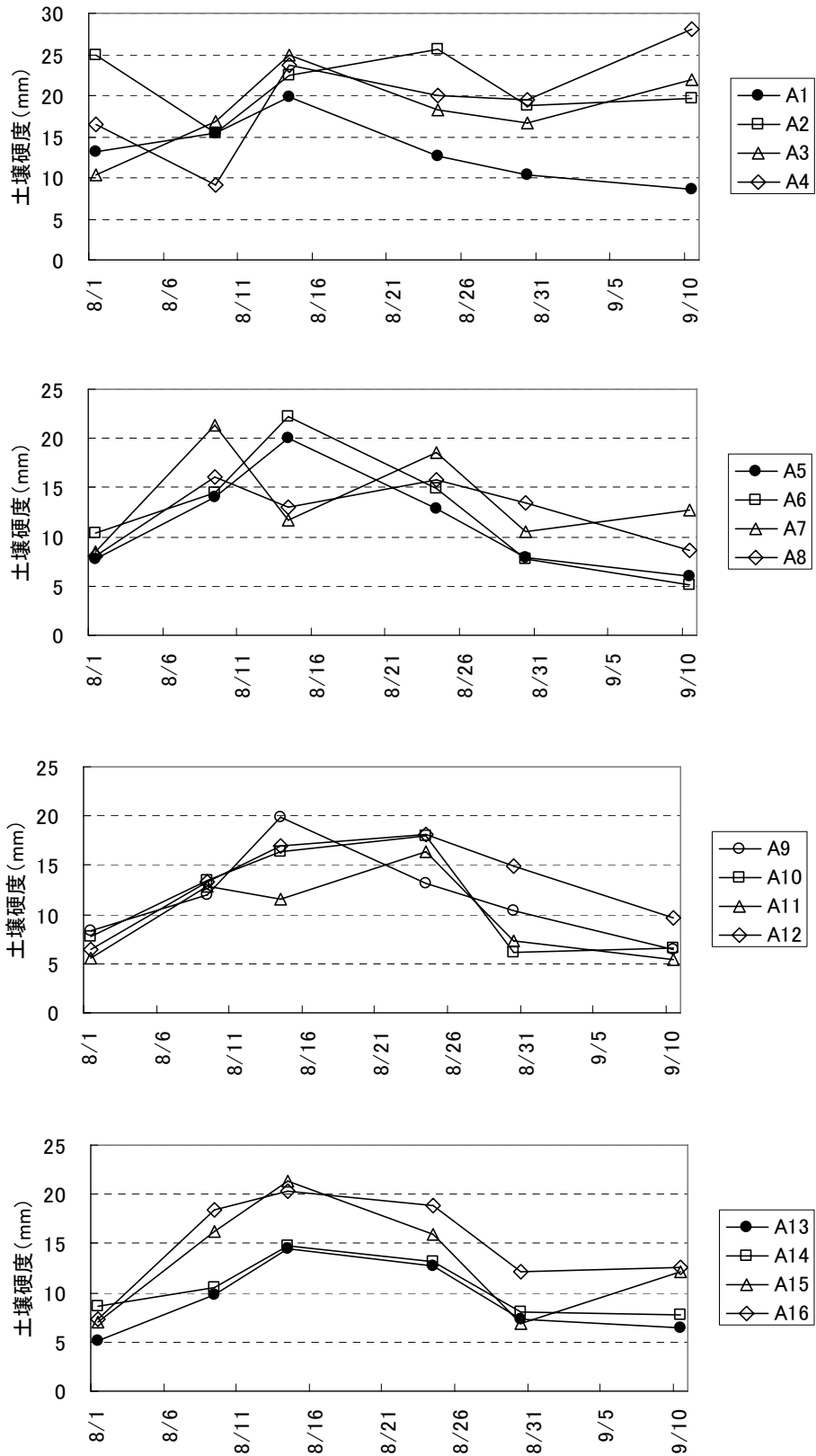


図 3-3-6 各測点における土壌硬度の日変化 (平成 19 年年度調査)

2) 土壌硬度と底質の関係

図 3-3-7 に底質と土壌硬度の関係を示す。土壌硬度と各底質のパラメータについては、平成 18 年度調査においては含水率、泥分、中央粒径、淘汰係数、間隙率、強熱減量、色素量との比較を行ったが有意な関係は認められなかった。平成 19 年の調査では、泥分と淘汰係数に対して有意な差が認められた。

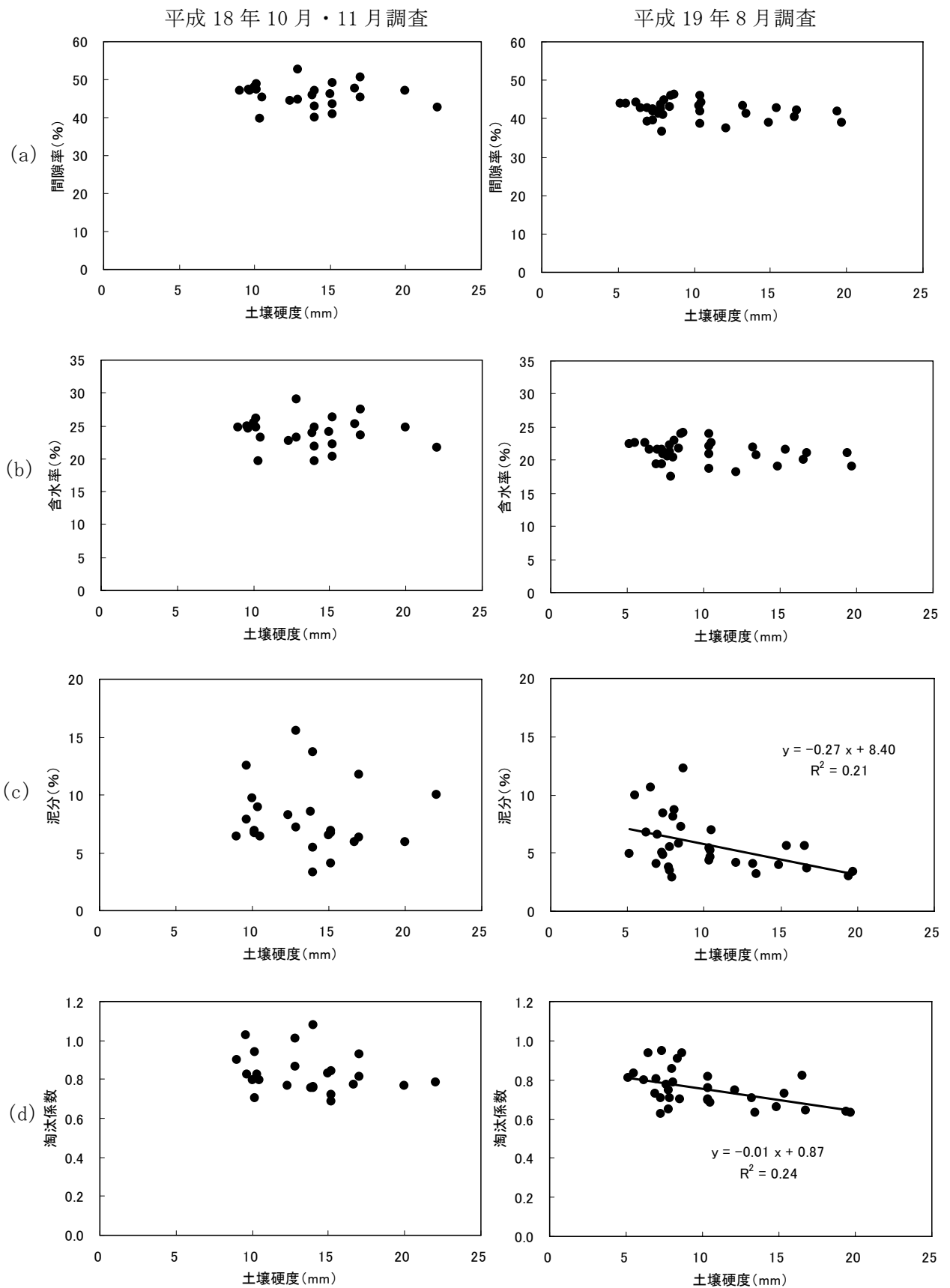


図 3-3-7 底質と土壌硬度の関係
 ※左側は平成 18 年 10・11 月、右側は平成 19 年 8 月調査データ
 (a)間隙率、(b)含水率、(c)泥分、(d)淘汰係数

3) 土壌硬度と物理環境の関係

①波浪状況

図 3-3-8 及び図 3-3-9 に調査期間中の有義波高の時系列を示す。平成 18 年は調査期間中に 2 回ほど荒天期を経験しており、10/6~9、10/24 に波高が 40cm を超える波高が観測された。一方、平成 19 年度は比較的穏やかな天候が続き、30cm の波高程度の波高が 8/3~4、8/21~22 に出現している。

岸沖方向で波高を比較すると、平成 18, 19 年度ともに沖合の方が波高が高いことが示された。

また、沿岸方向では、久津間側、江川側ともに概ね同じ波高であった。

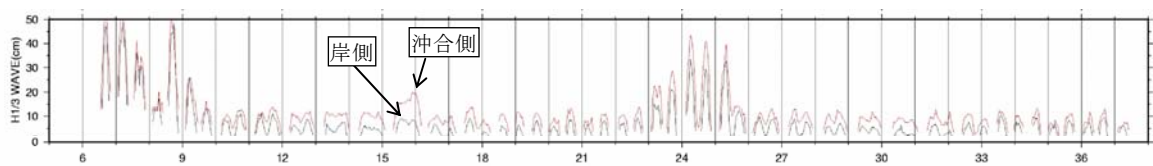


図 3-3-8 調査期間中の有義波高 (平成 18 年度調査)

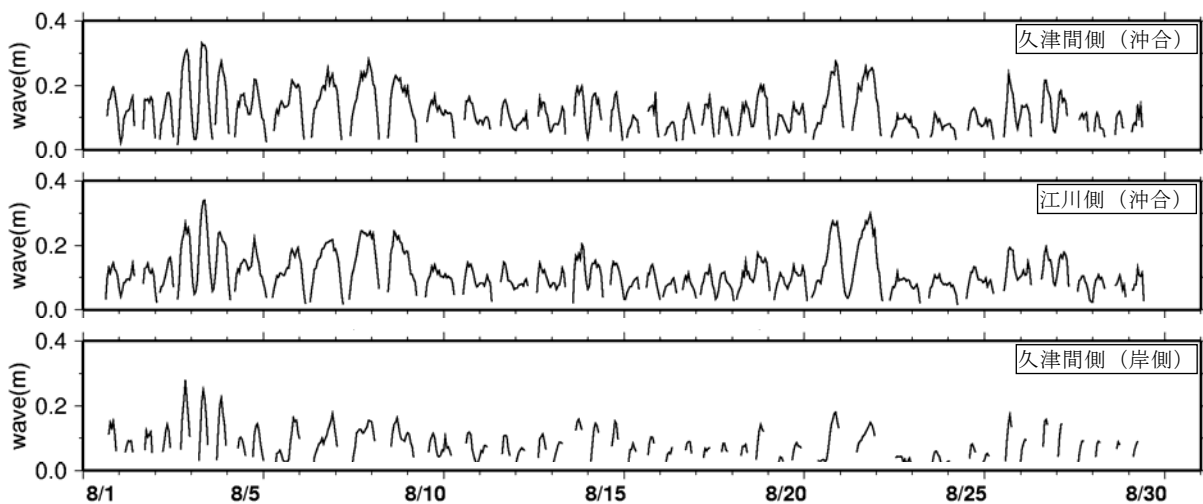


図 3-3-9 調査期間中の有義波高 (平成 19 年度調査)

②シールズ数と土壌硬度の変化

図3-3-10に波高が大きかった平成18年度の波によるシールズ数と地盤高さの変化及び土壌硬度の変化を示す。

10/5～6の荒天期にはシールズ数が大きくなり、アサリの生息からみた限界条件の0.2を大きく越えていることが分かる。また、干潟地盤の高さは沖側（測点2）では8cm低くなるなど、大きな地盤の変化が生じている。このとき、貫入抵抗は観測期間中、最も軟化しており、シールズ数が0.2を超えた期間は、砂移動が大きく、耕耘効果により土壌が軟らかくなったと推察される。

一方、後半の10/23～24の荒天期は沖合側（測点2）では軟化しているが、岸側（測点7）では硬化している。この時、岸側（測点7）ではシールズ数0.2以下であり、シールズ数0.2が一つの閾値となると考えられる。

以上のことから、シールズ数0.2以上の荒天期とそれ以下の静穏期で干潟上の現象が異なると推察される。

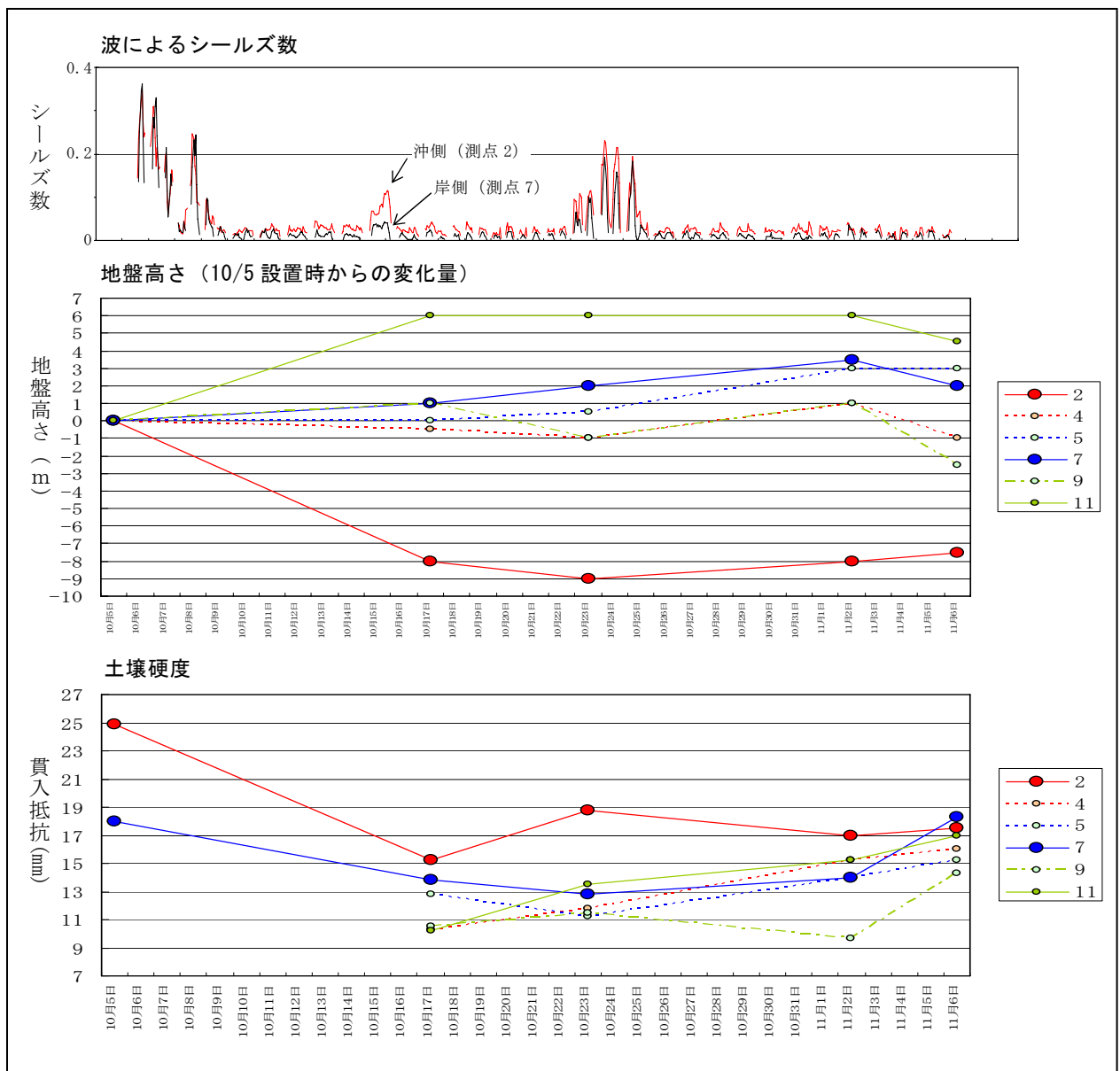


図3-3-10 シールズ数・地盤高さ・土壌硬度の変化（平成18年度）

③地盤の変化と土壌硬度の変化

平成18年度の荒天期を外れた期間の静穏期における地盤高及び土壌硬度の変化を図3-3-11に示す。これによると、堆積で軟化・侵食で土壌硬度が硬化する傾向が認められる。

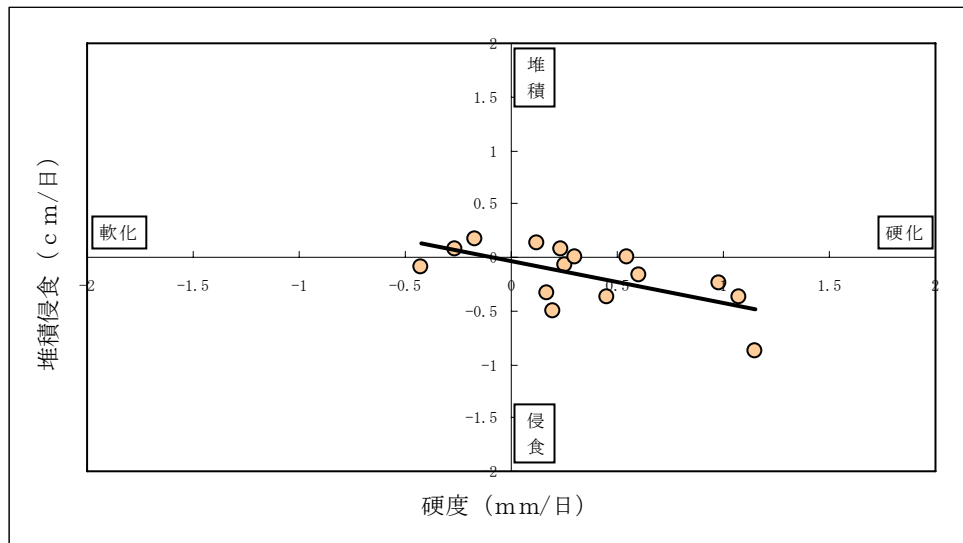


図3-3-11 地盤高の変化と土壌硬度の変化

④波高と土壌硬度の関係

干潟の波高分布を把握するために、波浪変形計算(エネルギー平衡法)を実施した。波浪変形計算は、比較的波高が高かった平成18年10月24日6時頃の水深、波高を用いて計算を行った。図3-3-12に水深分布、波高分布を示す。これによると、比較的単純な地形であるが、沿岸方向で波高の変化が大きく、地形の僅かな違いによって干潟に作用する波の影響が異なることが分かる。

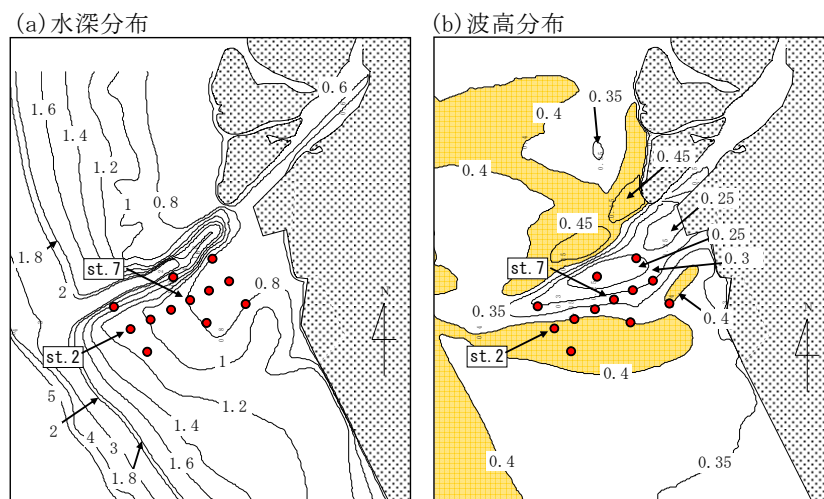


図3-3-12 波浪変形計算により波高分布

各測点の波浪変形計算された波高と 10 月 23 日に調査された硬度の関係を図 3-3-13 に示す。これによると、波高と硬度の相関は比較的良く、波高が高いほど干潟地盤の硬度は硬く、波高が小さいほど軟らかい干潟土壌であるといえる。その物理過程は不明であるが、適度な波浪（シールズ数が 0.2 以下）は、干潟土壌を締め固める作用があると推察される。

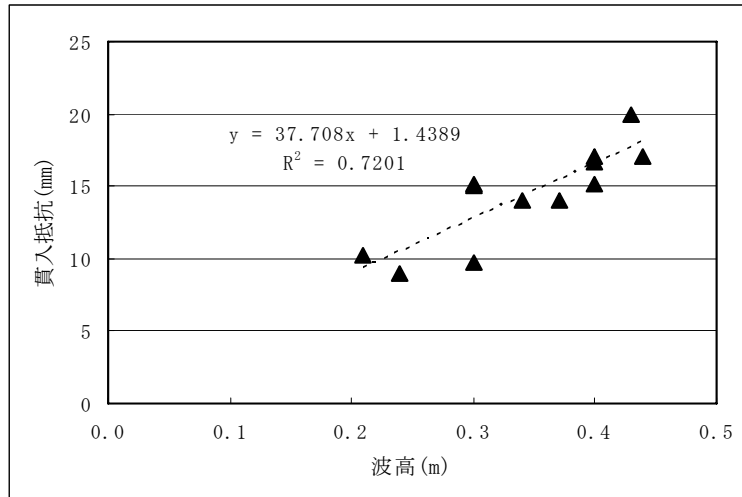


図 3 - 3 - 1 3 土壌硬度と波高の関係

⑤物理要因の検証

これまでの平成 18 年度調査結果の解析より、シールズ数 0.2 以下の波浪条件においては、干潟土壌硬度を決定する物理要因として、地盤の変動と波高の 2 つが考えられた。ここでは平成 19 年度調査結果を用いて検証することとする。

図 3-3-14 に 10 分間隔で得られた砂面計データ（センサーからの高さ）の 1 日平均の砂面変動を示す。なお、原データでは砂面は常に数 cm の変動をしており、砂面は常に動いていることに注意が必要である。

開始時の砂面を基準とした砂面の変化は、久津間側の A1 において設置日の 8 月 4 日から 8 月 5 日にかけて約 2cm 程度の堆積がみられ、その後一定の地盤を維持した。その後、8 月 21 日において、3cm 程度の堆積（累積すれば 5cm 程度）がみられ、堆積傾向であると言える。一方、江川側の A3 においては A1 と同様、8 月 21 日に短期的に大きな地盤変動が認められたものの、明瞭な侵食・堆積傾向は認められなかった。

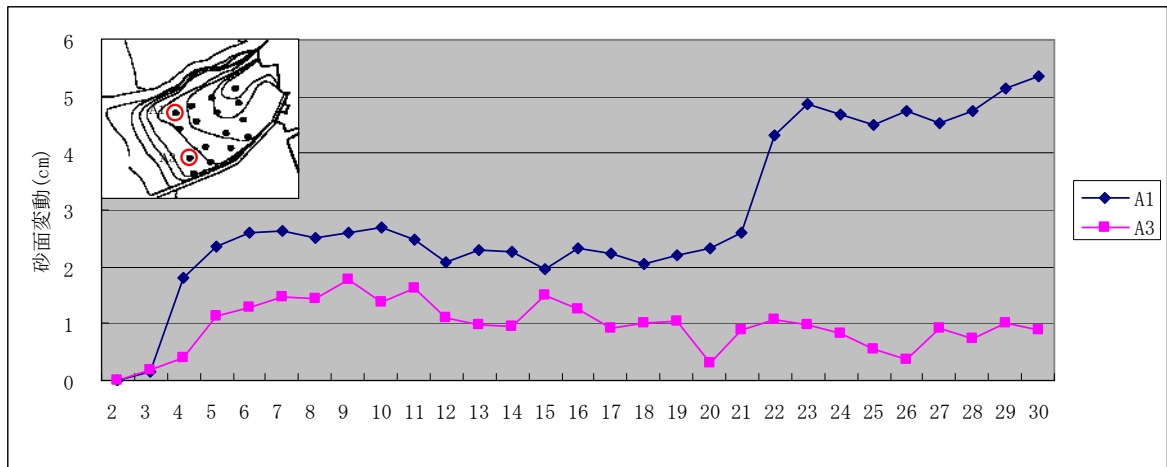


図 3 - 3 - 1 4 砂面変動 (1日平均)

図 3-3-15 に平成 18 年度の解析結果を用いた久津間側と江川側の土壌硬度の推測結果を示す。調査結果の波高と砂面変動から、久津間側の方が軟らかいと推測された。これは、「1) 土壌硬度の分布特性」で示したとおり、土壌硬度は久津間側の方が江川側に比べると軟らかい傾向であることから、物理条件から見た土壌硬度の推測は概ね整合が取れていると判断される。

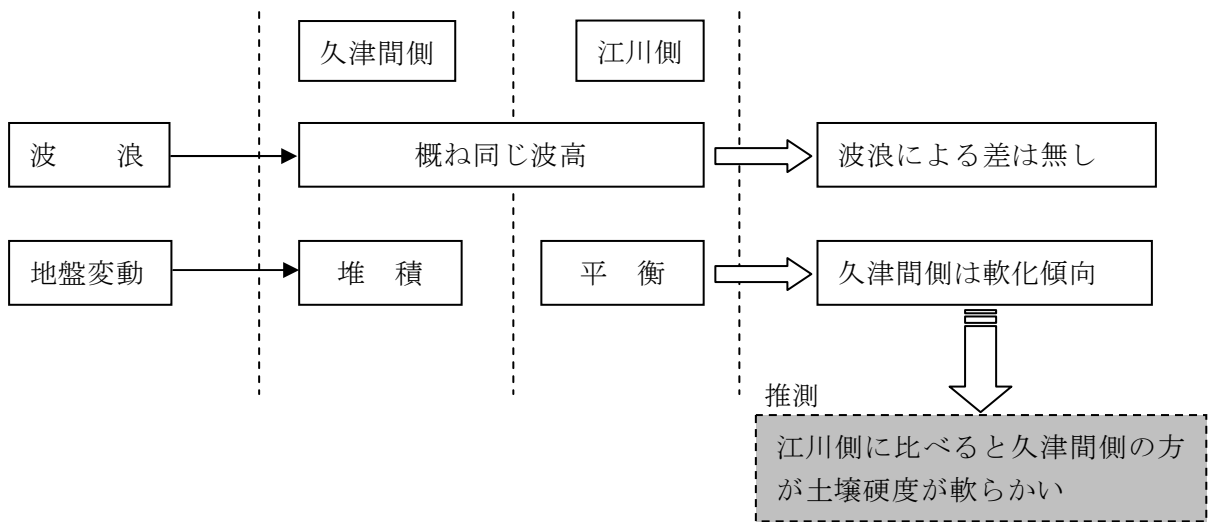


図 3 - 3 - 1 5 物理条件から見た土壌硬度

4) 二枚貝の分布と土壌硬度との関係

①二枚貝の殻長組成

平成18年と平成19年に得られたアサリの殻長組成を図3-3-16, 2-3-17に示す。平成19年のアサリの殻長組成は、殻長20mm未満を境として概ね2つの殻長組成のピークが認められる。殻長27~32mm付近のピークは、このエリアで放流される種苗稚貝によるものと推察される。一方、殻長20mm未満については8月1日に殻長3~4mmと7~8mm、8月30日に殻長6~7mmと9~10mmにそれぞれピークが認められ、これは当海域で発生した天然稚貝であると考えられる。以上より、土壌硬度とアサリとの関係について調べる上で人為的影響を除くため、殻長20mm未満のアサリ稚貝について検討していくものとする。なお、参考までにシオフキガイの殻長組成を図3-3-18, 2-3-19に示した。

②二枚貝の分布と変化

平成19年8月1日と8月30日のアサリ稚貝（殻長20mm未満）、アサリ全個体数、シオフキガイ全個体数の水平分布を図3-3-20に示す。アサリについては、アサリ稚貝の個体数が全個体数に占める割合は46~100%（平均約80%）であり、アサリ稚貝個体数が全体の個体数の多くを占めていた。8月30日の分布は、8月1日に比べて江川側の特に沖側の測点（A4）を除く地点でアサリ稚貝の個体数が多くみられた。シオフキガイについては、アサリと同様、8月30日に江川側の滞筋部で個体数が多くみられたが、久津間側の測点でも8月30日に8月1日と比べて個体数が多くみられた。

③土壌硬度・泥分・淘汰係数と二枚貝の関係

土壌硬度の水平分布にアサリ稚貝個体数を重ねたものを図3-3-21に示す。土壌硬度の分布とアサリ稚貝個体数との関連は、必ずしも明瞭ではない。8月30日についてみると、アサリ稚貝が多く見られた江川側（A8、A12、A16）において土壌硬度が約12~15mmの範囲であることがわかる。また、泥分とアサリ稚貝数と比較すると（図3-3-22）、8月1日については泥分10~13%で他の地点と比べて高いアサリ稚貝密度が認められた。しかしながら、8月30日では泥分は全測点において10%以下となっており、アサリ稚貝個体数との明瞭な関係はみられない。淘汰係数についても8月1日、8月30日ともにアサリ稚貝との明瞭な関係はみられなかった（図3-3-23）。

次に、土壌硬度を横軸、アサリ稚貝個体数を縦軸に両者の関係をプロットすると（図3-3-24）、土壌硬度が11~15mmの範囲においてアサリ稚貝個体数が最大となるように見える。より明確にデータを調べるため、これらのデータセットを用いて、土壌硬度2mmの区間ごとにアサリ稚貝個体数を平均化した（図3-3-25）。これより平成18年、19年ともに土壌硬度11~15mmの範囲内でアサリ稚貝個体数が最大となるような傾向が認められた。

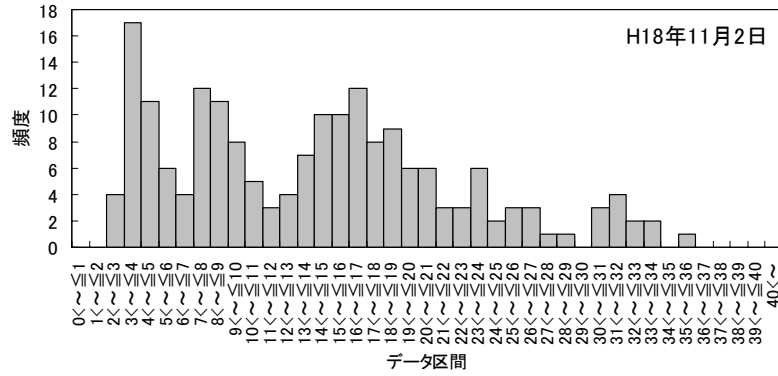
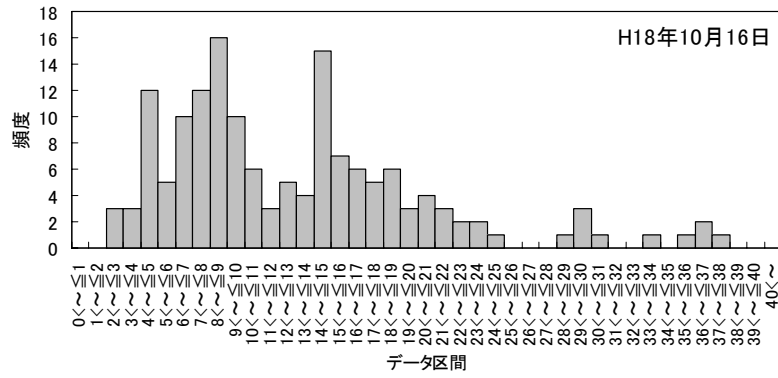


図3-3-16 平成18年10月16日、11月2日におけるアサリの殻長組成
※縦軸は個体数の出現頻度、横軸は殻長 (mm) を表す。

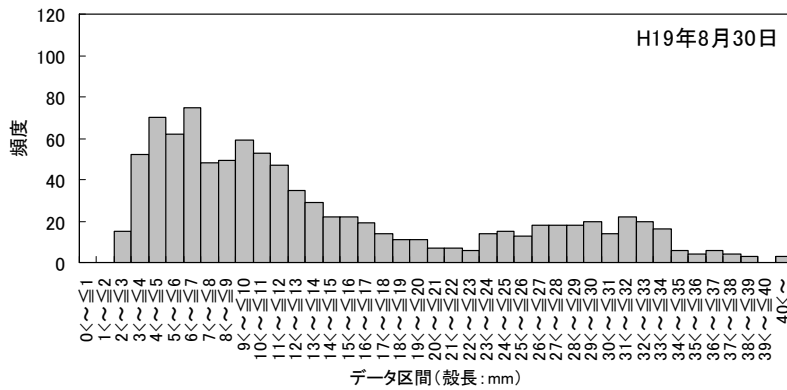
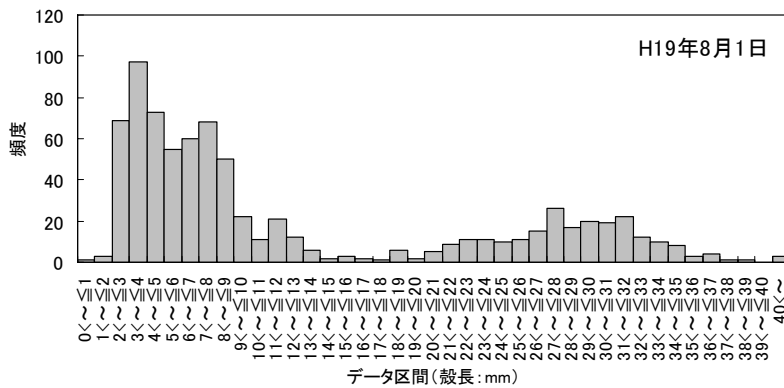


図3-3-17 平成19年8月1日、8月30日におけるアサリの殻長組成
※縦軸は個体数の出現頻度、横軸は殻長 (mm) を表す。

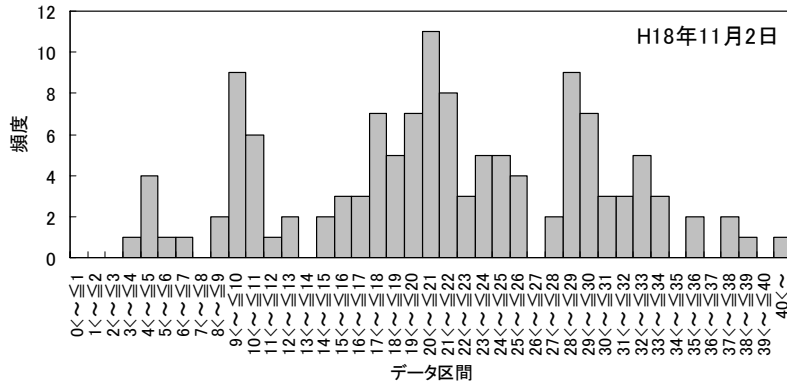
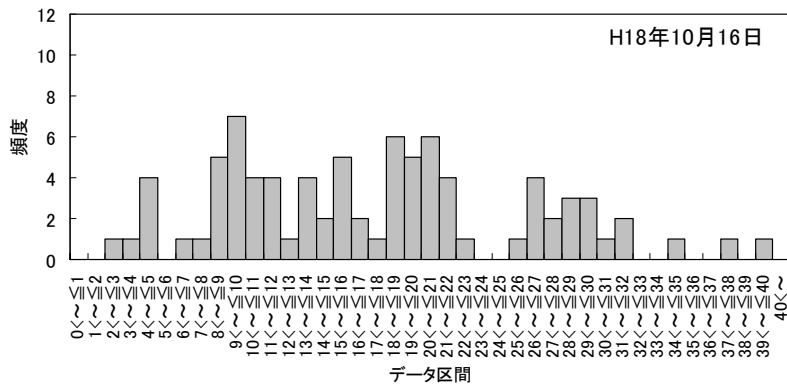


図 3-3-18 平成 18 年 10 月 16 日、11 月 2 日におけるシオフキガイの殻長組成
※縦軸は個体数の出現頻度、横軸は殻長 (mm) を表す。

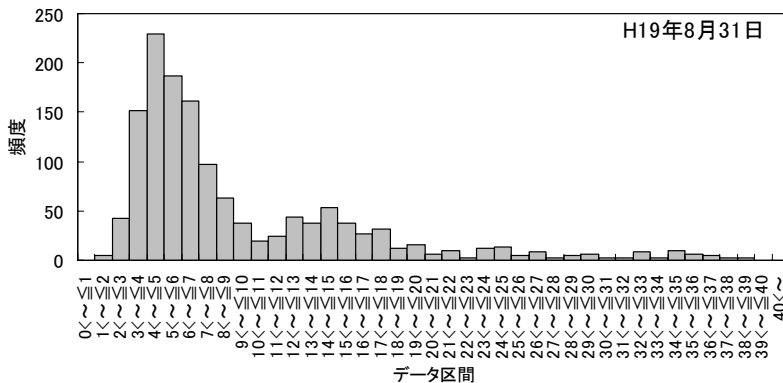
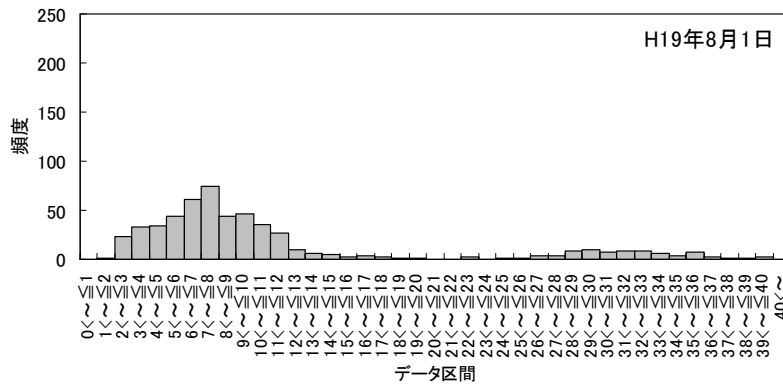


図 3-3-19 平成 19 年 8 月 1 日、8 月 30 日におけるシオフキガイの殻長組成
※縦軸は個体数の出現頻度、横軸は殻長 (mm) を表す。

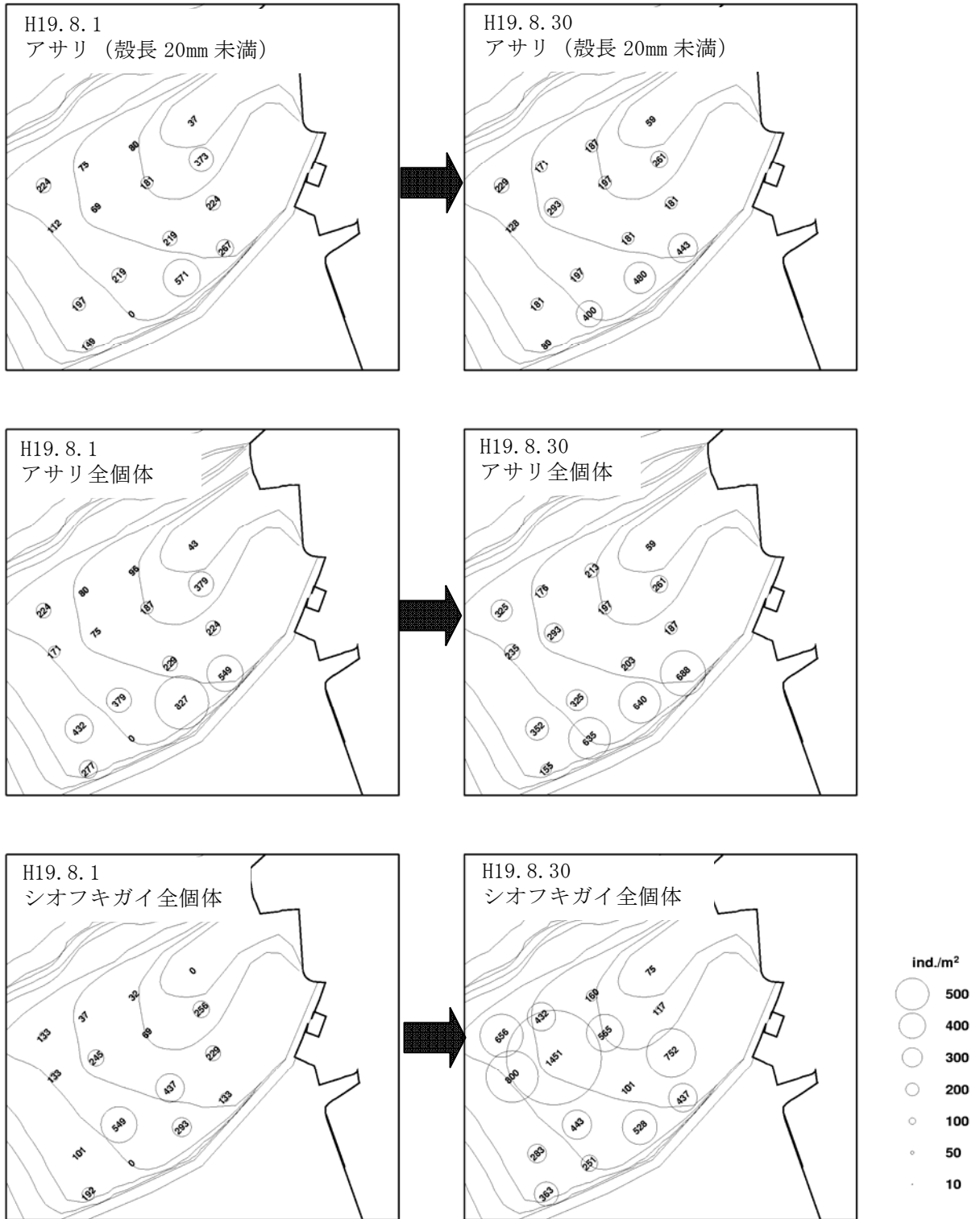


図3-3-20 平成19年8月1日と8月30日における二枚貝の個体数分布
 (a) アサリ稚貝 (殻長 20mm 未満)、(b) アサリ全個体、(c) シオフキガイ全個体
 ※図中の数値は個体数 (ind./m²)、ラインは水深コンターを表す。

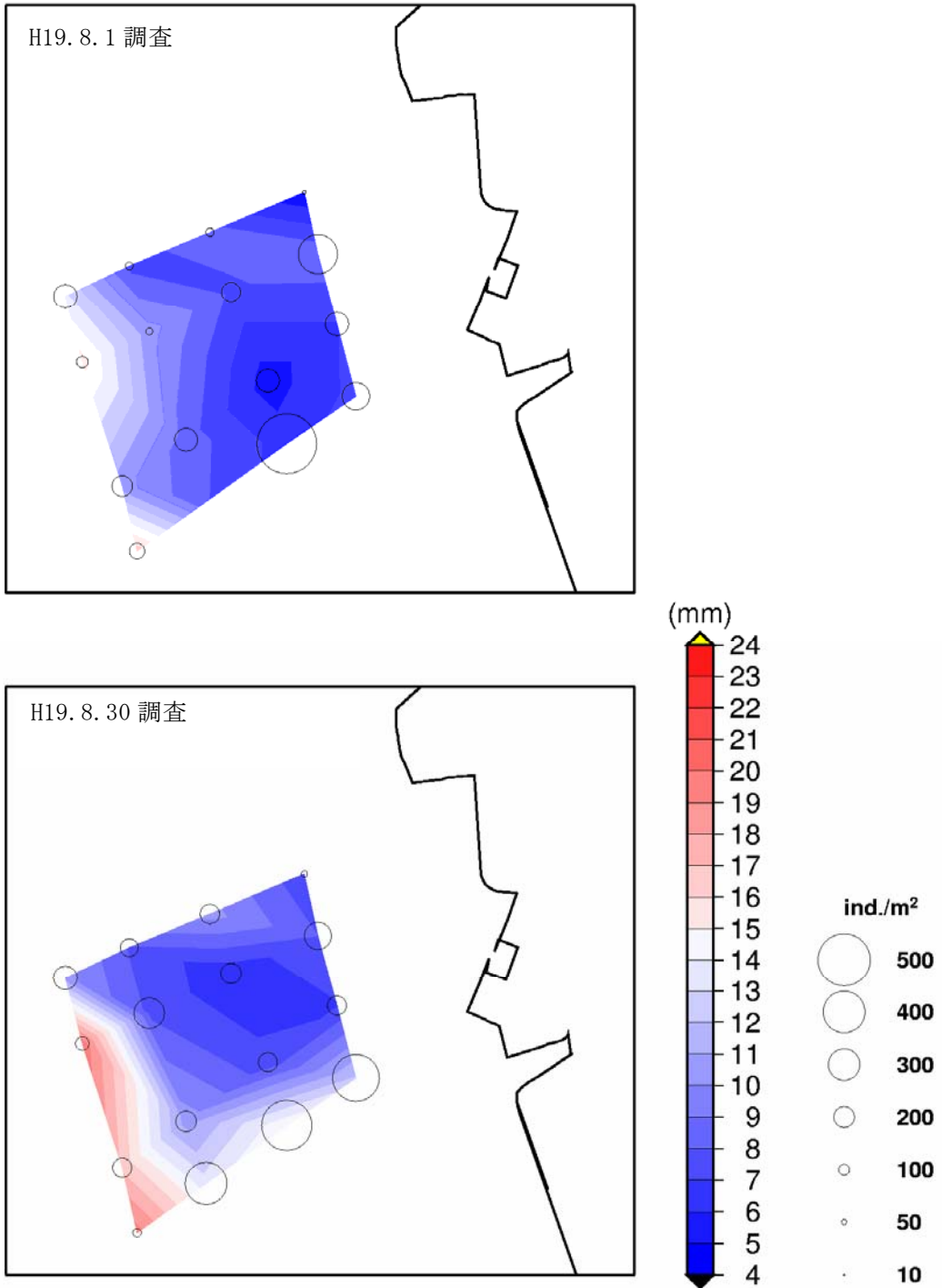


図 3 - 3 - 2 1 土壤硬度とアサリ稚貝個体数の比較

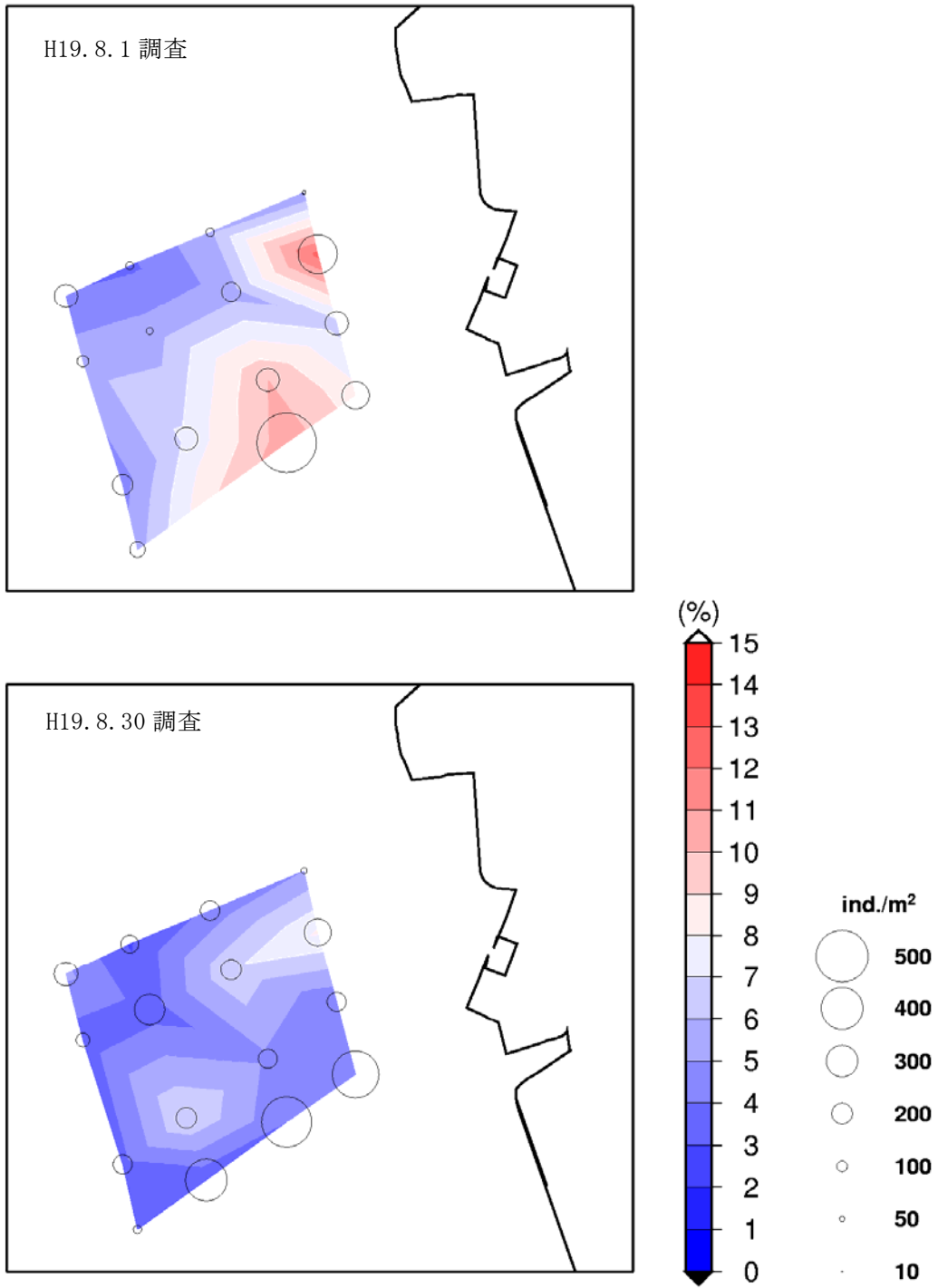


図 3 - 3 - 2 2 泥分とアサリ稚貝個体数の比較

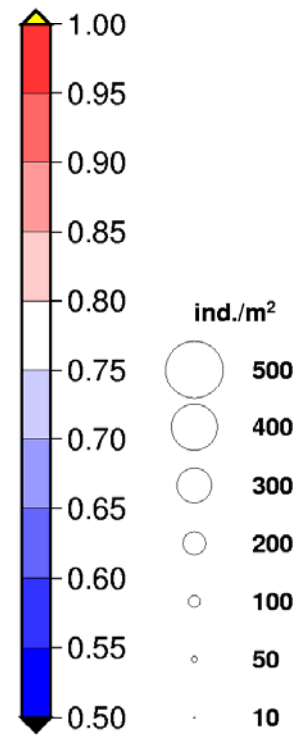
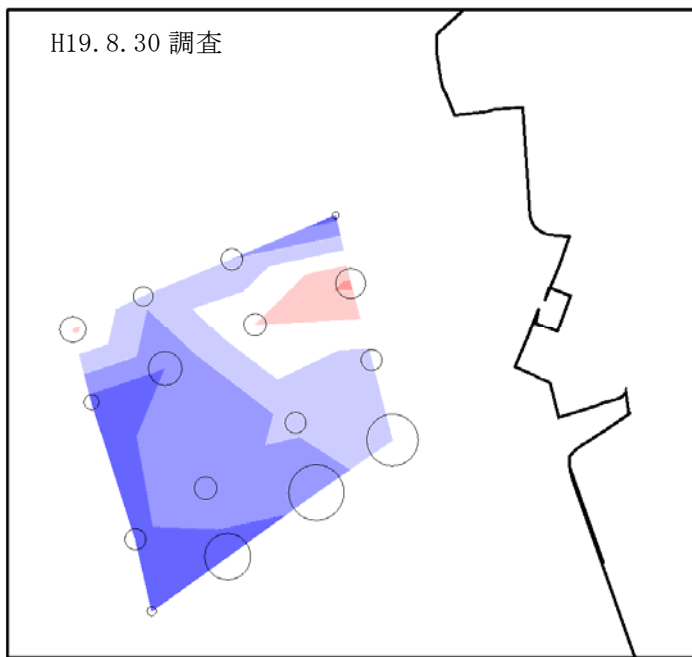
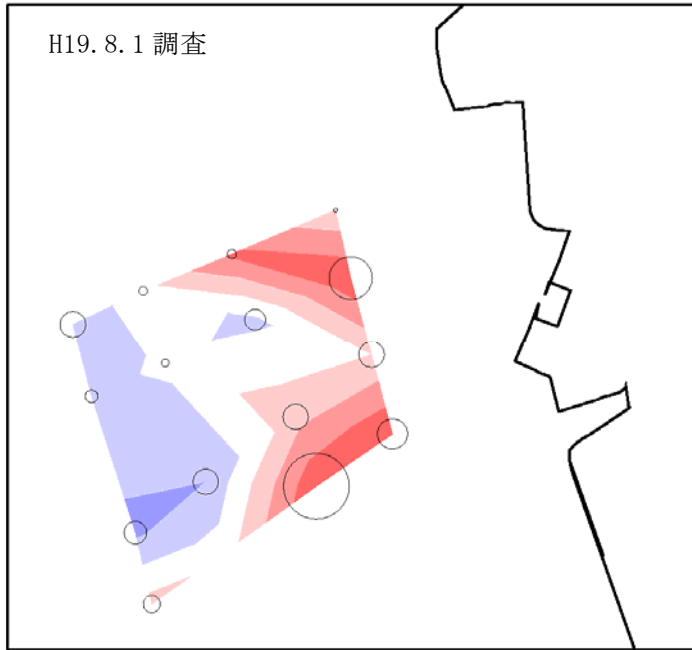


図 3 - 3 - 2 3 淘汰係数とアサリ稚貝個体数の比較

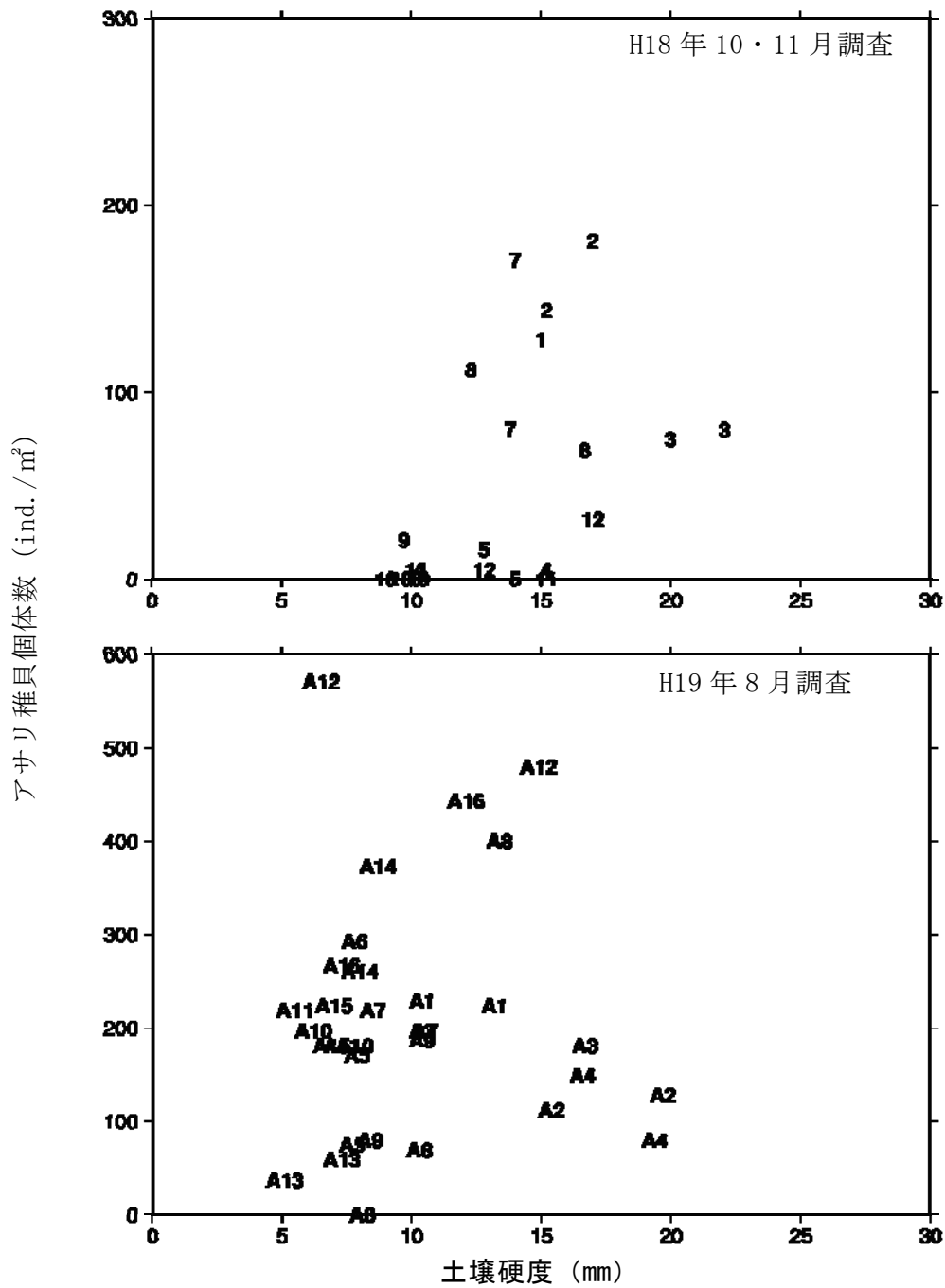


図 3 - 3 - 2 4 土壌硬度とアサリ稚貝個体数との関係
 ※図中の数字は測点 No. を表す.

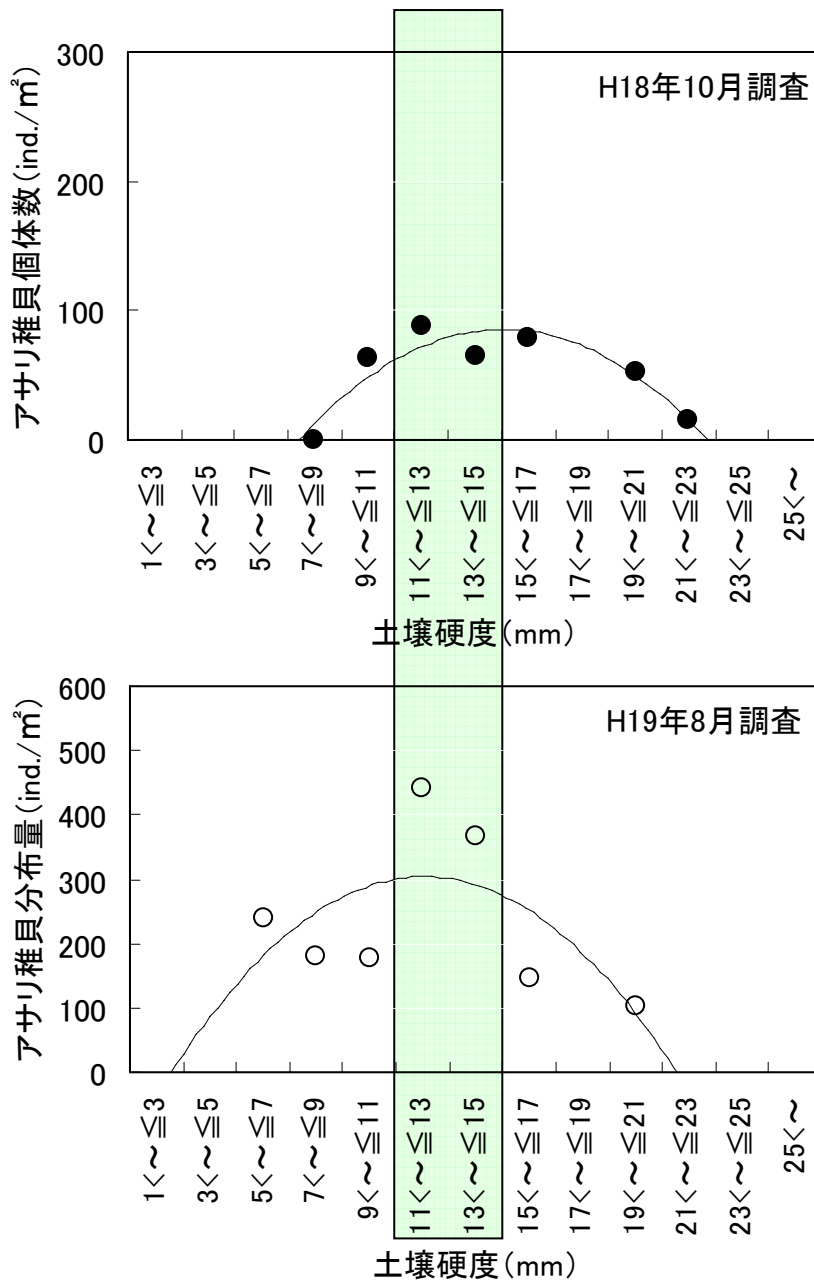


図3-3-25 土壌硬度とアサリ稚貝個体数との関係
 2mmの区間ごとにアサリ稚貝個体数を平均値した
 図中の実線は近似曲線

4. 考 察

(1) 土壌硬度を決定する物理的要因

本業務では、干出時を対象として土壌硬度の時空間特性について調べた。盤洲干潟での土壌硬度の岸沖方向の特性については、既に奥宮ら(2001)²⁾による報告があり、コーンペネトロメータを用いて岸側で小さく沖側で大きいことが明らかになっている。本調査では、平面型の山中式土壌硬度計を用いたが概ね同様の結果が得られた(図3-3-4)。さらに本調査では、岸沖方向だけでなく、岸に沿う方向での違いもあることが明らかになった(図3-3-4)。つまり、江川側の沖側において最も土壌硬度が高いことが明らかになった。

久津間側と江川側での土壌硬度の違いについて、平成19年8月調査で設置した砂面計のデータより、久津間側において観測期間中に有意な堆積が生じ(図3-2-1, 図3-2-14)、江川側において、観測開始時にわずかに堆積が生じたのみであった(図3-2-2, 図3-2-14)。久津間側と江川側の土壌硬度の違いは、砂面の堆積しやすさを反映したものと推察される。この結果は、土壌硬度を用いて空間的な分布を把握することで、堆積侵食しやすいエリアを抽出できる可能性を示唆している。

平成18年度の荒天期を外れた期間の静穏期における地盤高及び土壌硬度の変化より、明確な関係ではないものの、堆積で軟化、侵食で硬化する傾向が認められた(図3-3-10, 図3-3-11)。この結果は、定点において土壌硬度の日変化を測定することで、その場の侵食・堆積傾向を把握することができる可能性を示唆している。

以上の結果より、土壌硬度の特性を空間と時間的な特性の2つに分類できる。空間的な特性(土壌硬度の平面分布)については、その場での堆積・侵食しやすさを定性的に示しており、時間的な特性(その場での土壌硬度の日変化)については、堆積・侵食されたことを定性的に示していると考えられる。以上の結果より、土壌硬度の物理的要因は堆積・侵食と密接に関連していることが示唆された。

(2) 土壌硬度と底質との関係

土壌硬度は、底質の空隙率や含水率、泥分などといったパラメータが関連していると考えられる。そこで、土壌硬度と底質パラメータとの関係について調べた。平成19年度については、泥分と淘汰係数でそれぞれ負の関係が認められた(図3-3-7)。泥分の増加とともに土壌硬度は小さくなったことから土壌硬度は泥分に関連した指標であると考えられる。淘汰係数については、淘汰係数の増加(≒粒子が不ぞろいな程)とともに土壌硬度は小さくなった。阿久津ら(1995)¹⁾は、北海道のアサリ造成漁場において淘汰係数の増加とともにコーン支持力が増加したと報告しており、本調査の結果とは異なる。阿久津ら(1995)¹⁾によって算定された淘汰係数の範囲は1.0~2.5であり、本調査では0.6~1.0の範囲であった。この結果は、土壌硬度と底質パラメータとの関係が海域により異なっていることを示している。今後は、他の海域においても土壌硬度と底質パラメータとの知見を収集していく必要があると思われる。

(3) アサリ稚貝分布量と土壌硬度との関係

アサリ稚貝分布量と土壌硬度との関係については、土壌硬度が20mmを越える大きい領域で稚貝が少なくなるように思われる(図3-3-24, 図3-3-25)。阿久津ら(1995)¹⁾は、コーンペネトロメータによる貫入抵抗値とアサリ稚貝分布量(前年夏季発生した稚貝)との関係を示し、稚貝発生量の大小の境をコーン支持力2kg/cm²と報告した。佐々(2007)は、

ベーンせん断強度による室内実験により、アサリが潜砂できない閾値を 0.3kPa と報告した。これらの報告で使用された測器と本調査で使用した山中式土壤硬度計は、測定原理が異なるため土壤硬度の直接的な比較はできないが、土壤硬度が高い領域ほど（土壤硬度 20mm を超える領域）において、アサリ生息量は少なくなると考えられる。生息環境を制限する要因としては、佐々（2007）が示したように潜砂活動への直接的な影響⁵⁾と、波あたり等の物理的な要因によってその場に留まることができない間接的な影響^{3) 4) 6)}の 2 つが考えられ、今後これらの関連について調べる必要が有る。

土壤硬度 10 mm 以下となる相対的に小さい領域において、アサリ稚貝が少なくなる傾向は、生データのプロット図（図 3-3-24）からもわかるように、突発的に稚貝量が多くなる地点が認められる。例えば、平成 19 年 8 月 1 日調査の A12 においてアサリ稚貝分布量が 1 m²あたり 500 個を超えており、この測点では土壤硬度が小さくかつ泥分が高くなっていることから、砂の堆積に伴いアサリ稚貝もその場へ集積したのかもしれない（図 3-3-22 参照）。土壤硬度が小さい場所では、突発的に稚貝量が多くなることもあり（図 3-3-22）、稚貝が集積する場としては高いポテンシャルを有して可能性が示唆される。しかしながら、全般的にみて、土壤硬度が小さい領域ほど稚貝量が少なくなる傾向にあるように思われる。その理由としては、土壤硬度が小さいエリアは、特に岸側のエリアであるため、岸側ほど干出時間等により生息が制限されるため、稚貝分布量は少なくなることが考えられる⁷⁾。

平成 18 年調査と平成 19 年調査それぞれについて土壤硬度 2mm の区間の範囲でアサリ稚貝分布量を平均化し、両年ともに土壤硬度が 11~15mm の付近において稚貝分布量が最大となる傾向が認められた（図 3-3-25）。上述のとおり、土壤硬度が大きい場合は、潜砂活動への直接的影響と波あたり等の物理的な要因により稚貝分布量は少なくなり、一方、土壤硬度が小さい領域では、岸側のため干出時間により生息が制限される。その中間的な領域として、土壤硬度が 11~15 mm の範囲において、アサリ稚貝が多くなる可能性が示唆される。

（４）アサリ漁場等の整備・保全のための土壤硬度計の可能性

土壤硬度の平面分布は、その場での堆積・侵食しやすさを定性的に示し、日変化は、堆積・侵食されたことを定性的に示していると考えられる。この結果は、土壤硬度を平面的に調査することで、堆積侵食しやすいエリアを抽出でき、また、定点において日スケールで定期的に調査することで、その場所での堆積・侵食傾向を定性的に把握できることを示唆している。本調査で使用した山中式土壤硬度計は、高度な技術を必要とせず、また軽量であることから、今後は干潟域での侵食堆積を把握するための調査項目の一つとして有効な測器であることが示唆される。さらに、盤洲干潟のような開放性の前浜干潟においては、砂の移動に伴いアサリ稚貝の集積や分散が顕著に起きていることが指摘されている⁸⁾。土壤硬度計は、アサリ稚貝分布量の適地選定ツールとして有効である可能性が示唆される。今後は、さらに土壤硬度とアサリ稚貝分布量とのデータを蓄積・検証していく必要があると思われる。

5. 摘 要

- i) 土壌硬度の平面分布は、その場での堆積・侵食しやすさを定性的に示し、土壌硬度の日変化は、堆積・侵食されたことを定性的に示していると考えられる。土壌硬度の物理的要因は堆積・侵食と密接に関連していることが示唆された。
- ii) 泥分の増加とともに土壌硬度は小さくなったことから、土壌硬度は泥分に関連した指標であると考えられる。
- iii) 土壌硬度 20mm を超える領域において、アサリ稚貝分布量は少なく、土壌硬度 10 mm 以下となる領域において、突発的に稚貝量が多くなることもあるが、全般的には稚貝量が少ない場合も多くみられた。その中間領域として土壌硬度 11~15mm の範囲でアサリ稚貝分布量が最も多くなる傾向が認められた。
- iv) 本調査で使用した山中式土壌硬度計は、高度な技術を必要とせず、また軽量であることから、今後は干潟域での侵食堆積を把握するための調査項目の一つとして有効であることが示唆された。
- v) 盤洲干潟のような開放性の前浜干潟においては、砂の移動に伴いアサリ稚貝の集積や分散が顕著に起きていることが指摘されており、土壌硬度計はアサリ稚貝分布量を把握するための適地選定ツールとして有効である可能性が示唆される。
- vi) 今回、干潟土壌硬度の測定方法として山中式土壌硬度計（平面型）を使用した。この機材は軽量で、取扱いも簡単であることから干潟調査には適している調査機材である。しかし、本来は畑などの土壌硬度を計測するものであることから、干潟のような湿地を測るに感度が弱いと考えられる。今後、干潟専用の土壌硬度計の開発が望まれる。

6. 引用文献

- 1) 阿久津孝夫・山田俊郎・佐藤仁・明田定満・矢野賢二(1995): アサリの生息と底質の硬度、粒度との関係について. 開発土木研究所月, 503, 22-30.
- 2) 奥宮英治・桑江朝比呂・萩元幸将・小沼晋・三好英一・野村宗弘・中村由行(2001): 干潟底泥の強度特性と環境要因との関係ーコーン貫入試験を用いた調査ー. 港湾技研資料, No. 1002.
- 3) 柿野 純 (1991): 東京湾盤洲干潟におけるアサリ稚貝の発生と渦度の関係. 水産工学, 28(1), 43-50.
- 4) Kakino J. (2000): Dispersal of japanese littleneck clam *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve) in relation to changes of bottom level due to wave action on Banzu tidal flat, Tokyo Bay. Fisheries Engineering, 37(2), 115-128.
- 5) 佐々真志(2007): 生態地盤学の創成と土砂性能照査型干潟再生指針の開発. 平成 19 年度港湾空港技術講演会講演集, 29-50.
- 6) 柴田輝和・柿野 純・村上亜希子 (1997): 冬季の漁場における砂の流動に対するアサリの定位性ならびに餌料量・運動量とアサリの活力との関係. 水産工学, 33 (3), 231-235.
- 7) 相良順一郎 (1981): アサリ・ハマグリ of 生理生態. 海洋と生物, 3(2), 102-105.
- 8) 鳥羽光晴・伊藤 真 (2006): 物理環境要因による干潟上でのアサリ初期稚貝の移動. 第 5 回全国漁港漁場整備術研究発表会講演集, p. 144-152.

7. 付 録

付録 1. 調査測点の位置データ

付表 1－1 平成 18 年 10 月・11 月の調査地点の位置情報

地点名	緯度 (ddmmss. s)				経度 (dddmmss. s)				H19 年調査点との対応
1	35	24	13.5	N	139	53	19.2	E	
2	35	24	8.4	N	139	53	22.6	E	A1
3	35	24	3.3	N	139	53	26.0	E	A2
4	35	24	9.9	N	139	53	27.7	E	
5	35	24	11.5	N	139	53	32.8	E	
6	35	24	18.1	N	139	53	34.5	E	
7	35	24	13.0	N	139	53	37.9	E	A9
8	35	24	7.9	N	139	53	41.3	E	A10
9	35	24	14.5	N	139	53	43.0	E	
10	35	24	21.2	N	139	53	44.7	E	
11	35	24	16.1	N	139	53	48.1	E	A13
12	35	24	11.0	N	139	53	51.5	E	A14

付表 1－2 平成 19 年 8 月の調査地点の位置情報

地点名	緯度 (ddmmss. s)				経度 (dddmmss. s)				H18 年調査点との対応
A1	35	24	9.0	N	139	53	23.0	E	2
A2	35	24	3.4	N	139	53	25.9	E	3
A3	35	23	54	N	139	53	28.2	E	
A4	35	23	48.6	N	139	53	31.2	E	
A5	35	24	11	N	139	53	29.7	E	
A6	35	24	6.7	N	139	53	34.4	E	
A7	35	23	57.6	N	139	53	36.2	E	
A8	35	23	51.9	N	139	53	38.8	E	
A9	35	24	13.4	N	139	53	38.9	E	7
A10	35	24	8.1	N	139	53	43	E	8
A11	35	24	1	N	139	53	44.6	E	
A12	35	23	56.1	N	139	53	45.3	E	
A13	35	24	16.6		139	53	47.2	E	11
A14	35	24	11		139	53	51.2	E	12
A15	35	24	5.1		139	53	52.2	E	
A16	35	24	0.9		139	53	53.2	E	

付録2 各測点の測器のタイプ、測定項目、測定間隔

付表2-1 平成18年10月・11月の調査

測点	測器のタイプ	測器名	測定項目	測定間隔
St.2	電磁流速計	Compact-EM	流向・流速・水温	1時間バーストにつきサンプリング周期0.5秒(180個)
	波高計	Compact-WH	波高・波周期・水深	1時間バーストにつきサンプリング周期0.25秒(1200個)
	濁度・クロロフィル計	Compact-CLW	濁度・クロロフィル a、水温	15分バーストにつきサンプリング周期0.5秒(60個)
St.7	電磁流速計	Compact-EM	流向・流速・水温	15分バーストにつきサンプリング周期0.5秒(30個)
	波高計	Compact-WH	波高・波周期・水深	1時間バーストにつきサンプリング周期0.25秒(1200個)
	濁度・クロロフィル計	Compact-CLW	濁度・クロロフィル a、水温	15分バーストにつきサンプリング周期0.5秒(60個)

付表2-2 平成19年8月の調査

測点	測器のタイプ	測器名	測定項目	測定間隔
St.A1	電磁流速計	Compact-EM	流向・流速・水温	1時間バーストにつきサンプリング周期0.5秒(240個)
	波高計	Compact-WH	波高・波周期・水深	1時間バーストにつきサンプリング周期0.25秒(1200個)
	濁度・クロロフィル計	Compact-CLW	濁度・クロロフィル a、水温	20分バーストにつきサンプリング周期0.5秒(60個)
	CT計	Compact-CT	水温・塩分	10分間隔
	超音波砂面計	USR-10	砂面高	10分間隔
St.A3	電磁流速計	Compact-EM	流向・流速・水温	1時間バーストにつきサンプリング周期0.5秒(240個)
	波高計	Compact-WH	波高・波周期・水深	1時間バーストにつきサンプリング周期0.25秒(1200個)
	濁度・クロロフィル計	Compact-CLW	濁度・クロロフィル a、水温	20分バーストにつきサンプリング周期0.5秒(60個)
	CT計	Compact-CT	水温・塩分	10分間隔
	超音波砂面計	USR-10	砂面高	10分間隔
St.A9	電磁流速計	Compact-EM	流向・流速・水温	1時間バーストにつきサンプリング周期0.5秒(60個)
	波高計	Compact-WH	波高・波周期・水深	1時間バーストにつきサンプリング周期0.25秒(1200個)
	濁度・クロロフィル計	Compact-CLW	濁度・クロロフィル a、水温	20分バーストにつきサンプリング周期0.5秒(60個)
	CT計	Compact-CT	水温・塩分	10分間隔