

## Ⅱ 表中層魚礁設置状況調査

### 1 調査目的

高知県沖には、黒潮牧場ブイ（以下、黒牧ブイ）12基に加え沿岸型中層魚礁が5カ所に各10基ずつ、沖合型中層魚礁が8カ所に各4基ずつ設置されている。これらの浮魚礁の設置状況、集魚状況及び利用状況を追跡調査し、把握しておくことは浮魚礁漁場の利用促進と適切な事業展開を図るうえで重要となる。この調査は、設置中の黒潮牧場ブイ及び中層魚礁の現況把握とともに、中層魚礁における海潮流に対する礁体の挙動特性を明らかにしてゆくためのデータ収集を目的として実施した。

### 2 調査方法

調査には県漁業調査船「土佐海洋丸」を使用した。

黒牧ブイについては、目視によりブイ本体及び設備について異状の有無を確認すると共に設置位置確認と写真撮影を実施した。操業船がある場合は隻数、船名の把握に努めた。また、集魚状況把握のために曳縄釣による釣獲試験を適宜実施した。中層魚礁については、スキヤニングソナーと魚探により礁体を確認して測位するとともに魚探映像をビデオキャプチャーボックス経由でパソコンに取り込んだ。沖合型中層魚礁では調査時の表層流況を把握するため、測流板による表層海潮流の観測を各礁で実施した。

調査航海は4月から11月まで6回実施した。実施時期と調査浮魚礁を表1に示した。本年度は、黒牧ブイを延べ22基、沿岸型及び沖合型中層魚礁を各2回ずつ調査した。以上のほか、足摺岬沖波浪計ブイ、室戸岬沖津波計ブイ、徳島1号ブイについてもそれぞれ1回ずつ確認した。

表1 調査実施時期及び調査浮魚礁

航海回次	期間	調査浮魚礁			
		黒潮牧場ブイ (号)	沖合型中層魚礁 (工区)	沿岸型中層魚礁 (地区)	その他のブイ
1	H20.4.21-23	6 8 9 11 12 13 18	9 11 13 18	横浪 佐賀 大方	GPS波浪計ブイ
2	H20.5.21-23	10 12 14 15	10 12 14 17	室戸 安芸	GPS津波計ブイ 徳島1号
3	H20.9.11	12	12		
4	H20.9.18			横浪	
5	H20.10.21-23	8 11 13	11 13	佐賀 大方	
6	H20.11.17-21	6 9 10 12 14 17 18	9 10 14 17 18	室戸 安芸	

### 3 結果と考察

#### (1) 浮魚礁確認状況

##### 1) 黒牧ブイ

稼働中の黒牧ブイ11基の確認結果を表2に示した。

ブイの異状については、衝突による本体の損傷状況及び補修箇所の状況やアンテナの折損状況を確認した。操業船は、11, 13, 18号ブイで2回、10, 14号ブイで1回確認した。6, 8, 9, 12, 15, 17号ブイでは確認時の操業船は皆無であった。4月22日には13号ブイにおいて22隻もの多数の漁船がキメジ流し釣を操業中であった。釣獲試験は19回実施し、うち8回で漁獲があった。漁獲物中の重要魚種はビンタ(3回6尾)、カツオ(3回4尾)、ヨコ(1回1尾)であった。

浮魚礁モニタリング調査

表 2 黒牧ブイ確認結果

浮魚礁名	確認日	北緯		東経		設置状況	操業船 隻数	釣獲試験 漁獲物	設置年月
黒牧 6号	4月23日	32°	44.26′	133°	31.08′	異常なし	0	なし	H18年3月
	11月18日	32°	44.27′	133°	31.13′	異常なし	0	実施せず	
黒牧 8号	4月21日	33°	4.84′	133°	29.01′	異常なし	0	なし	H18年1月
	10月21日	33°	4.84′	133°	29.01′	異常なし	0	ビンタ1、シイラ2	
黒牧 9号	4月23日	32°	37.60′	133°	16.49′	側面上端変形(補修済み)	0	なし	H17年2月
	11月18日	32°	37.61′	133°	16.49′	衝突箇所塗装劣化	0	ヨコ1、シイラ2	
黒牧10号	5月22日	33°	1.82′	134°	7.44′	異常なし	5	実施せず	H17年10月
	11月20日	33°	1.80′	134°	7.45′	異常なし	0	カツオ1、ビンタ4	
黒牧11号	4月22日	32°	36.24′	132°	28.86′	異常なし	1	なし	H19年2月
	10月22日	32°	36.28′	132°	28.80′	アンテナ1本折損	1	カツオ2、シイラ1、サワラ1	
黒牧12号	4月21日	33°	7.18′	133°	37.16′	異常なし	0	なし	H19年4月
	5月21日	33°	7.17′	133°	37.15′	異常なし	0	なし	
	9月11日	33°	7.19′	133°	37.16′	異常なし	0	なし	
	11月21日	33°	7.16′	133°	37.17′	異常なし	0	シイラ4	
黒牧13号	4月22日	-	-	-	-	異常なし	22	実施せず	H16年4月
	10月22日	32°	22.88′	132°	52.00′	異常なし	5	カツオ1	
黒牧14号	5月23日	33°	7.31′	133°	52.93′	塗装劣化、腐食進行	1	なし	H10年3月 7月24日更新
	11月20日	33°	7.22′	133°	52.87′	異常なし	0	なし	
黒牧15号	5月22日	33°	18.00′	134°	30.52′	側面上端に陥没	0	シイラ1	H13年4月
黒牧17号	11月21日	32°	51.33′	133°	56.97′	GPSアンテナ折損	0	ビンタ1、ツムブリ1	H20年8月
黒牧18号	4月23日	-	-	-	-	衝突箇所補修部塗装劣化	1	なし	H13年3月
	11月18日	32°	29.12′	133°	12.41′	衝突箇所塗装劣化進行	2	なし	
徳島1号	5月22日	33°	24.91′	134°	36.67′	塗装劣化、剥落	1	なし	H7年3月



写真 1 13号ブイ操業状況 (平成20年 4月22日13時)



写真 2 同上

2) 沿岸型中層魚礁

5地区の沿岸型中層魚礁の確認結果を表3～7、図1～5に示した。

室戸地区では10基全部を確認した。表層流は5月が北北西向け1.0ノット、11月が北北西向け0.7ノットであった。礁体位置のばらつきは比較的少なかった。礁体上端深度は、過去の各礁での最浅値17～19mに対し、5月が20～23m、11月が18～21mで浅かった。安芸地区でも10基全部を確認した。表層流は5月が北西向け1.1ノット、11月が西北西向け0.7ノットであった。これまでの礁体確認位置は東西のばらつきが非常に大きかった。礁体上端深度は、過去の各礁での最浅値17～19mに対し、5月が38～61mと非常に深く、11月が28～40mで5月よりも浅かった。佐賀地区では、No. 7礁を除く9基を確認した。表層流は4月が南南西向け0.6ノット、11月が東向け0.8ノットであった。礁体確認位置は安芸地区ほどではないが、ばらつきが大きいものが多かった。礁体上端深度は、過去の各礁での最浅値が21～25mのところ、4月が24～71m、10月が30～46mで、沈下程度の差が大きかった。なお、No. 7礁の最終確認は平成15年6月であった。大方地区では、No. 4, 6礁を除く8基を確認した。表層流は4月が西北西向け0.3ノット、11月が北北東向け0.5ノットであった。これまでの礁体確認位置はNo. 5礁を除いて大きく変化しており、アンカーの移動があったと判断された(後述)。礁体上端深度は、過去の各礁での最浅値16～19mに対し、4月が17～20m、10月が17～27mで、概して浅かった。なお、No. 4, 6礁の最終確認はそれぞれ平成18年5月、平成17年4月であった。横浪地区では、No. 9, 10礁を除く8基を確認した。表層流は4月が南南西向け0.5ノット、9月が西向け0.7ノットであった。これまでの礁体確認位置は、No. 10礁の場合を除きばらつきがごく小さかった。礁体上端深度は、過去の各礁での最浅値17～18mに対し、4月が18～19m、9月が17～18mでいずれもごく浅かった。なお、No. 9, 10礁の最終確認はそれぞれ平成14年12月、平成16年6月であった。

表3 室戸地区沿岸型中層魚礁確認結果

確認日	礁体 No.	北緯	東経	礁体上端深度(m)※	水深(m)※	流況(ADCP)
5月23日	1	33° 18.84′	134° 3.84′	22	78	10m 333° 1.0kt 50m 341° 0.7kt (対地モード)
	2	18.85′	3.58′	21	82	
	3	18.89′	3.33′	21	85	
	4	18.89′	3.06′	23	89	
	5	18.88′	2.80′	22	93	
	6	18.64′	3.85′	20	80	
	7	18.65′	3.58′	22	85	
	8	18.67′	3.32′	21	87	
	9	18.66′	3.08′	23	91	
	10	18.69′	2.81′	21	94	
11月20日	1	33° 18.84′	134° 3.84′	21	77	13m 324° 0.8kt 48m 302° 0.8kt (対地モード)
	2	18.86′	3.57′	19	81	
	3	18.88′	3.33′	18	84	
	4	18.89′	3.06′	19	88	
	5	18.88′	2.81′	21	92	
	6	18.65′	3.84′	19	81	
	7	18.64′	3.59′	19	84	
	8	18.65′	3.33′	19	86	
	9	18.66′	3.06′	21	90	
	10	18.69′	2.81′	21	94	

※基本水準面からの深度(以下、同じ)

浮魚礁モニタリング調査

表 4 安芸地区沿岸型中層魚礁確認結果

確認日	礁体 No.	北緯		東経		礁体上端深度(m)	水深(m)	流況(ADCP)
5月23日	1	33°	22.35′	133°	53.89′	43	120	10m 312° 1.1kt 50m 303° 0.7kt (対地モード)
	2		22.18′		53.91′	50	125	
	3		22.38′		54.18′	47	121	
	4		22.19′		54.14′	61	129	
	5		22.39′		54.42′	41	118	
	6		22.22′		54.41′	45	125	
	7		22.40′		54.67′	38	116	
	8		22.16′		54.74′	41	123	
	9		22.36′		54.88′	41	115	
	10		22.21′		55.00′	40	119	
11月20日	1	33°	22.36′	133°	53.90′	32	119	13m 302° 0.7kt 48m 299° 0.7kt 98m 322° 0.1kt (対地モード)
	2		22.17′		53.92′	35	125	
	3		22.36′		54.18′	31	120	
	4		22.18′		54.16′	40	128	
	5		22.39′		54.45′	29	117	
	6		22.21′		54.40′	33	124	
	7		22.38′		54.69′	28	114	
	8		22.16′		54.75′	32	122	
	9		22.35′		54.89′	33	125	
	10		22.20′		55.01′	30	118	

表 5 佐賀地区沿岸型中層魚礁確認結果

確認日	礁体 No.	北緯		東経		礁体上端深度(m)	水深(m)	流況(ADCP)
4月21日	1	33°	2.10′	133°	13.00′	24	—	10m 210° 0.6kt 50m 187° 0.3kt (対地モード)
	2		1.91′		12.90′	26	106	
	3		2.01′		13.25′	28	107	
	4		1.83′		13.13′	26	108	
	5		1.91′		13.48′	29	108	
	6		1.70′		13.40′	45	110	
	8		1.62′		13.64′	71	112	
	9		1.75′		13.96′	56	113	
	10		1.56′		13.85′	29	113	
	10月21日	1	33°	2.12′	133°	13.02′	30	
2			1.92′		12.92′	41	104	
3			2.02′		13.25′	31	107	
4			1.83′		13.15′	31	107	
5			1.93′		13.51′	31	109	
6			1.73′		13.40′	46	108	
8			1.64′		13.65′	42	109	
9			1.76′		13.98′	44	111	
10			1.56′		13.88′	37	113	

表 6 大方地区沿岸型中層魚礁確認結果

確認日	礁体 No.	北緯		東経		礁体上端深度(m)	水深(m)	流況(ADCP)
4月21日	1	32°	59.51′	133°	7.10′	17	—	10m 286° 0.3kt 50m 183° 0.1kt (対地モード)
	2		59.42′		7.30′	18	77	
	3		59.33′		7.48′	18	79	
	5		59.28′		8.09′	20	86	
	7		59.33′		7.24′	19	76	
	8		59.22′		7.45′	18	79	
	9		59.15′		7.72′	19	82	
	10		59.12′		7.95′	19	84	
10月21日	1	32°	59.50′	133°	7.09′	16	73	13m 31° 0.5kt 48m 58° 0.6kt (対地モード)
	2		59.41′		7.30′	17	74	
	3		59.33′		7.47′	17	77	
	5		59.28′		8.09′	17	86	
	7		59.33′		7.23′	27	75	
	8		59.21′		7.45′	17	77	
	9		59.15′		7.71′	21	80	
	10		59.12′		7.96′	18	84	

表 7 横浪地区沿岸型中層魚礁確認結果

確認日	礁体 No.	北緯		東経		礁体上端深度(m)	水深(m)	流況(ADCP)
4月21日	1	33°	22.55′	133°	32.42′	18	75	10m 197° 0.5kt 50m 不明 (対地モード)
	2		22.46′		32.19′	18	75	
	3		22.35′		32.54′	19	76	
	4		22.28′		32.29′	18	76	
	5		22.14′		32.63′	18	78	
	6		22.08′		32.37′	18	78	
	7		21.97′		32.73′	19	80	
	8		21.87′		32.53′	18	80	
9月18日	1	33°	22.55′	133°	32.42′	18	74	10m 280° 0.7kt 50m 298° 0.6kt (対地モード)
	2		22.46′		32.20′	18	74	
	3		22.34′		32.54′	17	75	
	4		22.29′		32.29′	18	75	
	5		22.15′		32.63′	17	77	
	6		22.09′		32.37′	18	77	
	7		21.97′		32.74′	18	78	
	8		21.87′		32.53′	17	79	

浮魚礁モニタリング調査

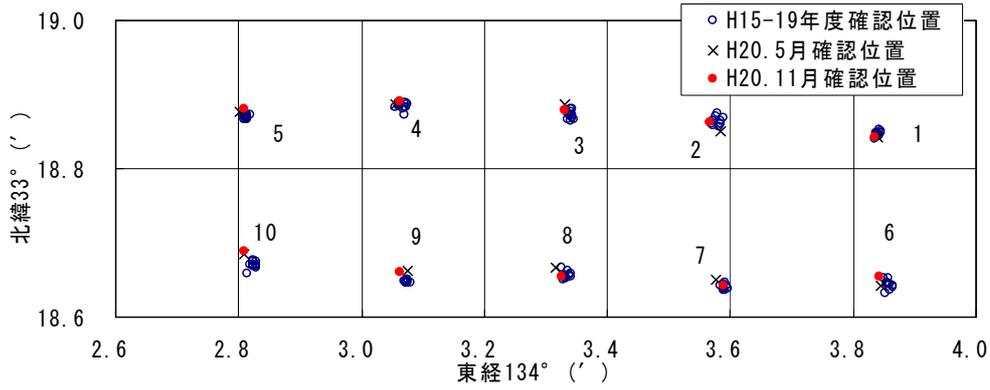


図1 室戸地区沿岸型中層中層魚礁（H15年度設置）礁体確認位置図

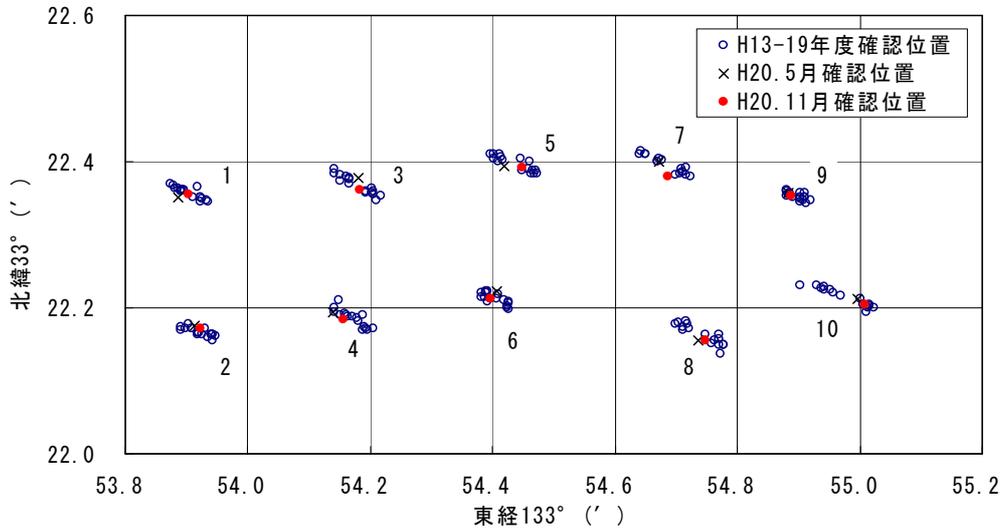


図2 安芸地区沿岸型中層中層魚礁（H13年度設置）礁体確認位置図

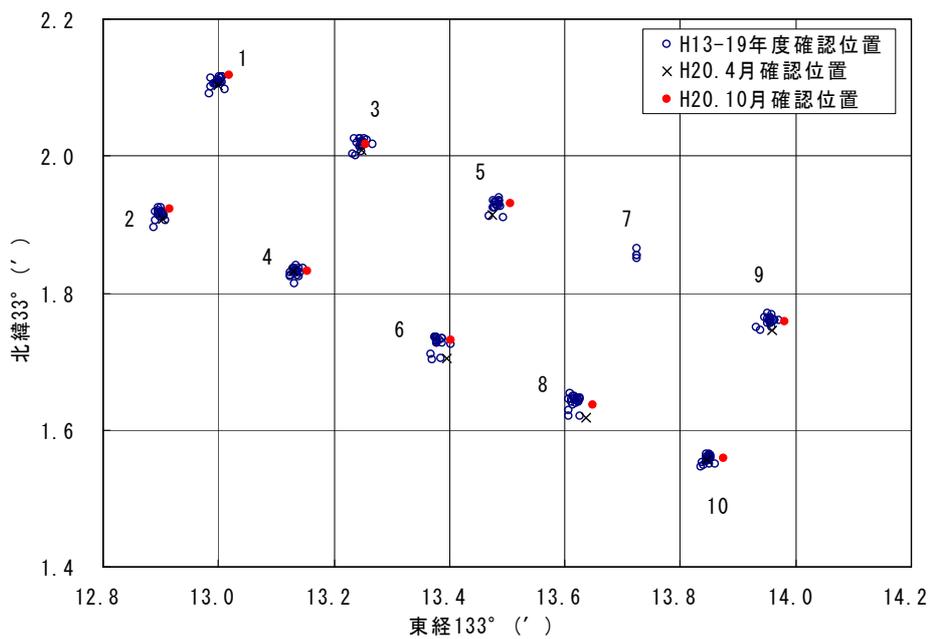


図3 佐賀地区沿岸型中層中層魚礁（H13年度設置）礁体確認位置図

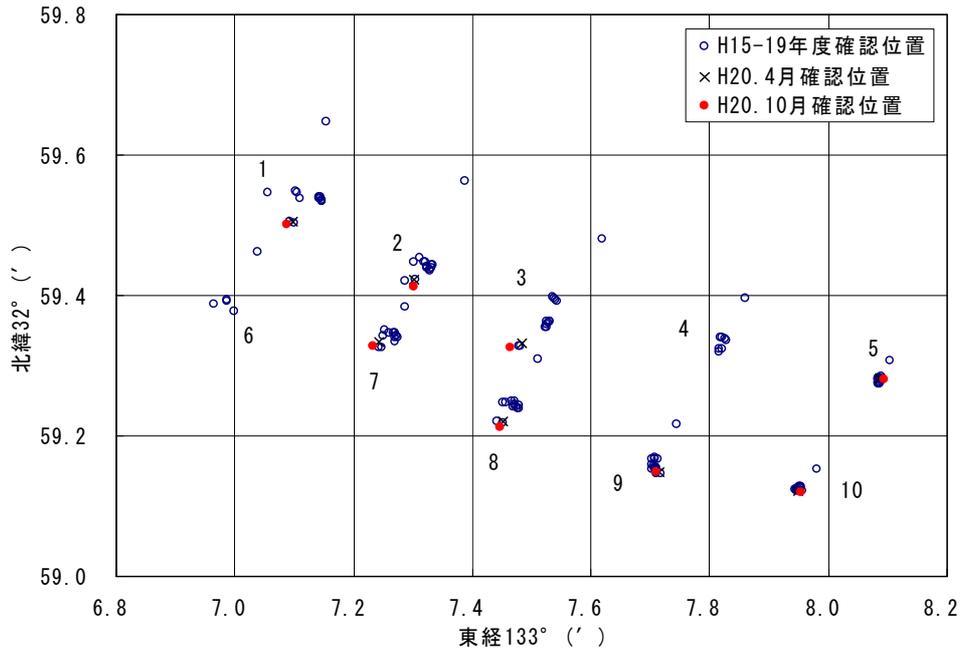


図4 大方地区沿岸型中層中層魚礁（H15年度設置）礁体確認位置図

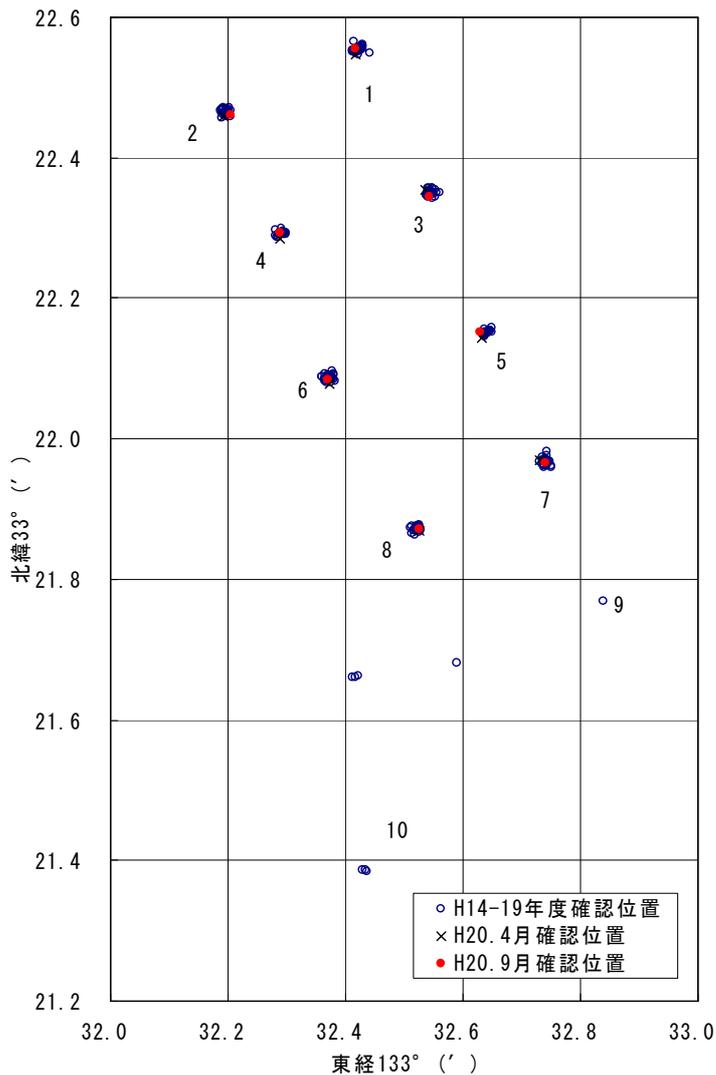


図5 横浪地区沿岸型中層中層魚礁（H14年度設置）礁体確認位置図

浮魚礁モニタリング調査

3) 沖合型中層魚礁

8箇所の沖合型中層魚礁の確認結果を表8～9、図6～13に示した。

表8 沖合型中層魚礁確認結果(9, 10, 11, 12工区)

工区	確認日	礁体no.	北緯		東経		礁体上端深度(m)	表層流況(測流板)
9工区 (足摺岬沖)	4月23日	A	32°	41.71′	133°	23.37′	61	78° 2.3kt
		B	32°	41.32′	133°	25.39′	72	76° 2.6kt
		C	32°	41.06′	133°	27.56′	75	73° 2.9kt
		D	32°	40.72′	133°	29.56′	88	64° 2.7kt
	11月18日	A	32°	41.74′	133°	23.39′	75	68° 3.4kt
		B	32°	41.37′	133°	25.40′	79	68° 3.2kt
		C	32°	41.12′	133°	27.57′	76	68° 2.9kt
		D	32°	40.79′	133°	29.54′	78	波高く、観測中止
10工区 (室戸岬沖)	5月22日	A	33°	5.18′	133°	58.76′	118	53° 2.7kt
		B	33°	4.23′	134°	0.89′	99	51° 2.4kt
		C	33°	3.30′	134°	3.00′	109	54° 2.1kt
		D	33°	2.31′	134°	5.11′	91	59° 2.4kt
	10月20日	A	33°	5.06′	133°	58.63′	31	24° 0.6kt
		B	33°	4.15′	134°	0.80′	32	57° 1.3kt
		C	33°	3.21′	134°	2.93′	40	60° 1.4kt
		D	33°	2.26′	134°	5.08′	56	64° 1.3kt
11工区 (沖ノ島沖)	4月22日	A	32°	26.78′	132°	26.83′	75	56° 3.6kt
		B	32°	25.66′	132°	28.49′	94	56° 3.8kt
		C	32°	24.62′	132°	30.19′	115	55° 3.6kt
		D	32°	23.52′	132°	31.95′	131	56° 3.5kt
	10月22日	A	32°	26.71′	132°	26.73′	42	65° 2.1kt
		B	32°	25.60′	132°	28.39′	50	66° 2.0kt
		C	32°	24.54′	132°	30.12′	59	61° 2.0kt
		D	32°	23.46′	132°	31.81′	57	63° 2.0kt
12工区 (高知沖)	5月21日	A	33°	6.31′	133°	40.74′	34	255° 0.7kt
		B	33°	5.81′	133°	43.07′	33	268° 0.4kt
		C	33°	5.30′	133°	45.38′	31	22° 0.3kt
		D	33°	3.33′	133°	45.79′	65	69° 1.5kt
	9月11日	B	33°	5.81′	133°	43.10′	33	173° 0.7kt
		C	33°	5.30′	133°	45.39′	32	101° 1.0kt
		D	33°	3.32′	133°	45.72′	40	63° 2.2kt
		A	33°	6.27′	133°	40.76′	40	190° 1.1kt

9工区は4月と11月に調査した。表層流は、4月が東北東向け2.3～2.9ノット、11月が東北東向け2.9～3.4ノットといずれも非常に速く、各礁体はこれまでの確認位置のうちでは東寄りの位置にあった。礁体上端深度は、過去の各礁での最浅値25～27mに対し、4月が61～88m、11月が75～79mで、かなり沈下していた。10工区は5月と10月に調査した。表層流は、5月が北東向け2.1～2.7ノットと速く、10月が0.6～1.4ノットであった。各礁体はこれまでの確認位置のうちでは5月が北東～東北東寄りに、10月が平均的な位置にあった。礁体上端深度は、過去の各礁での最浅値が23～26mのところ、5月が100m前後まで沈下していたのに対し、10月は31～56mで比較的浅かった。11工区は4月と10月に調査した。表層流は、4月が北東向け3.5～3.8ノットと著しく速く、10月が東北東向け2.0～2.1ノットでやや速かった。各礁体は、4月にはこれまでの確認位置のうちで最も東北東寄りの位置にあり、10月には平均的な位置にあった。礁体上端深度は、過去の各礁での最浅値が24～32mのところ、5月にはA礁以外が上端深度94～131mと大きく沈下していたのに対し、10月には42～59mと比較的浅かった。12工区は5月と9月(但し、A礁は11月)に調査した。表層流は、10月のD礁で2.2ノットとかなり速かったが、そのほかでは1.5ノット以下であった。これまでの確認位置と比較した礁体位置は、10

月のD礁では東寄り、他の場合は西寄り～平均的な位置にあった。上端深度は、過去の各礁での最浅値が30～32mのところ、10月のD礁が65mでやや深かったが、他では比較的浅く31～40mであった。

表9 沖合型中層魚礁確認結果(13, 14, 17, 18工区)

工区	確認日	礁体no.	北緯		東経		礁体上端深度(m)	表層流況(測流板)
13工区 (足摺岬沖)	4月22日	A	32°	21.39'	132°	45.15'	183	68° 2.5kt
		B	32°	19.86'	132°	44.03'	204	70° 2.5kt
		C	32°	18.33'	132°	42.91'	221	68° 2.5kt
		D	32°	16.77'	132°	41.57'	230	66° 2.4kt
	10月22日	A	32°	21.46'	132°	45.09'	173	53° 2.6kt
		B	32°	19.96'	132°	43.99'	196	51° 2.6kt
		C	32°	18.40'	132°	42.82'	204	53° 2.6kt
		D	32°	16.82'	132°	41.54'	218	52° 2.6kt
14工区 (安芸沖)	5月23日	A	33°	8.15'	133°	52.43'	143	41° 2.0kt
		B	33°	8.01'	133°	53.63'	152	34° 2.6kt
		C	33°	6.90'	133°	53.75'	142	41° 2.9kt
		D	33°	6.54'	133°	52.60'	151	47° 2.9kt
	11月20日	A	33°	7.97'	133°	52.24'	32	320° 0.4kt
		B	33°	7.90'	133°	53.44'	47	11° 0.9kt
		C	33°	6.76'	133°	53.64'	42	39° 0.9kt
		D	33°	6.40'	133°	52.50'	43	42° 0.6kt
17工区 (中芸沖)	5月21日	A	33°	3.32'	133°	58.28'	145	56° 2.8kt
		B	33°	0.57'	133°	58.03'	159	59° 2.9kt
		C	32°	57.80'	133°	57.88'	160	66° 2.7kt
		D	32°	55.17'	133°	57.54'	192	61° 2.8kt
	11月21日	A	33°	3.21'	133°	58.10'	35	31° 1.0kt
		B	33°	0.53'	133°	57.81'	41	35° 1.2kt
		C	32°	57.78'	133°	57.68'	51	66° 1.0kt
		D	32°	55.14'	133°	57.37'	61	55° 2.0kt
18工区 (足摺岬沖)	4月23日	A	32°	34.82'	133°	15.32'	104	88° 3.0kt
		C	32°	30.99'	133°	13.60'	152	88° 2.9kt
		D	32°	31.67'	133°	11.38'	116	97° 2.9kt
	11月18日	A	32°	34.80'	133°	15.27'	98	68° 2.5kt
		C	32°	31.05'	133°	13.61'	178	75° 2.4kt
		D	32°	31.70'	133°	11.35'	103	78° 2.2kt

13工区は4月と10月に調査した。表層流はいずれも2.5ノット前後であった。各礁体は、これまでの確認位置のうちでは著しく東北東寄りにあった。上端深度は、過去の各礁での最浅値が29～33mのところ、200m前後まで大きく沈下していた。14工区は5月と11月に調査した。表層流は、5月が北東向け2.0～2.9ノットでこの海域としては珍しく速く、11月が1.0ノット以下であった。礁体位置を過去の確認位置と比べると、5月は各礁とも北東側に大きく離れ、11月は平均的な位置にあった。上端深度は、過去の各礁での最浅値が29～33mのところ、5月には150m前後まで大きく沈下し、11月には32～47mと比較的浅かった。17工区も5月と11月に調査し、14工区とほぼ同様であった。表層流は5月が2.7～2.9ノット、11月が1.0～2.0ノットであった。礁体位置は、過去の確認位置と比較して5月には最も東～北東側にあり、11月には平均的な位置かやや西寄りにあった。上端深度は、過去の各礁での最浅値が27～39mのところ、5月は145～192mと非常に深く、11月は35～61mで比較的浅かった。18工区は4月と11月に調査した。表層流は、4月には2.9～3.0ノットと非常に速く、11月も2.2～2.5ノットでかなり速かった。各礁体は、両月ともこれまでの確認位置のうちでは最も東寄りにあった。上端深度は、過去の各礁での最浅値が20～26mのところ、4月は104～152m、11月は98～178mと非常に深かった。

浮魚礁モニタリング調査

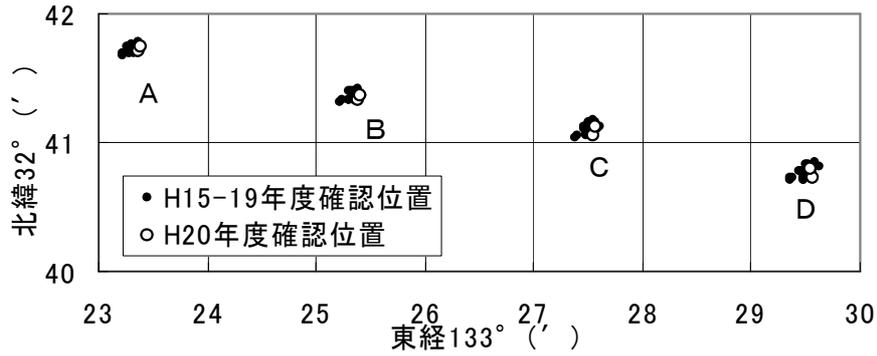


図6 足摺岬沖合9工区中層魚礁（H15年度設置）礁体確認位置図

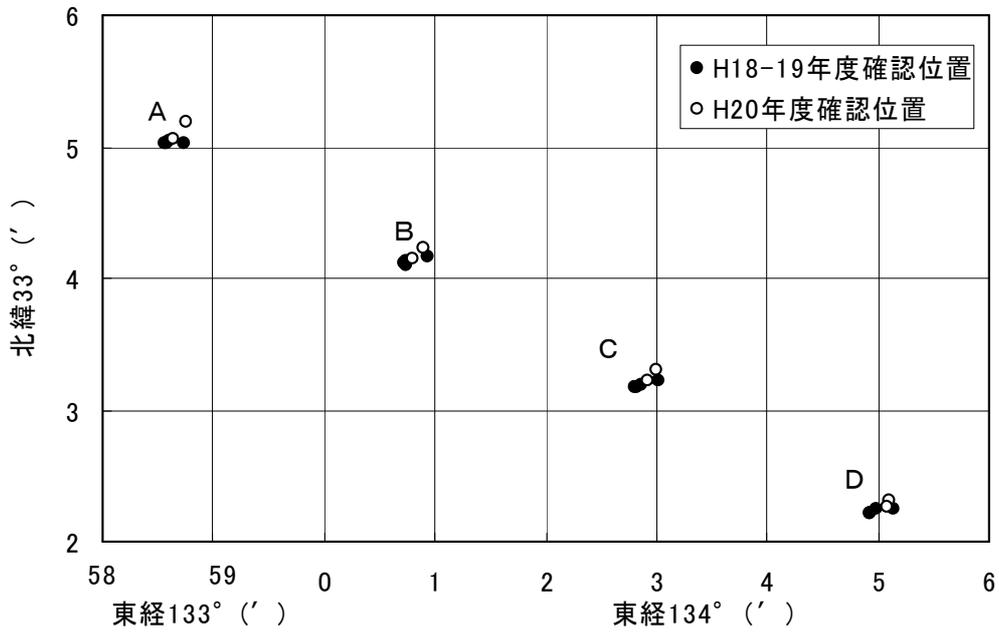


図7 室戸岬沖合10工区中層魚礁（H18年度設置）礁体確認位置図

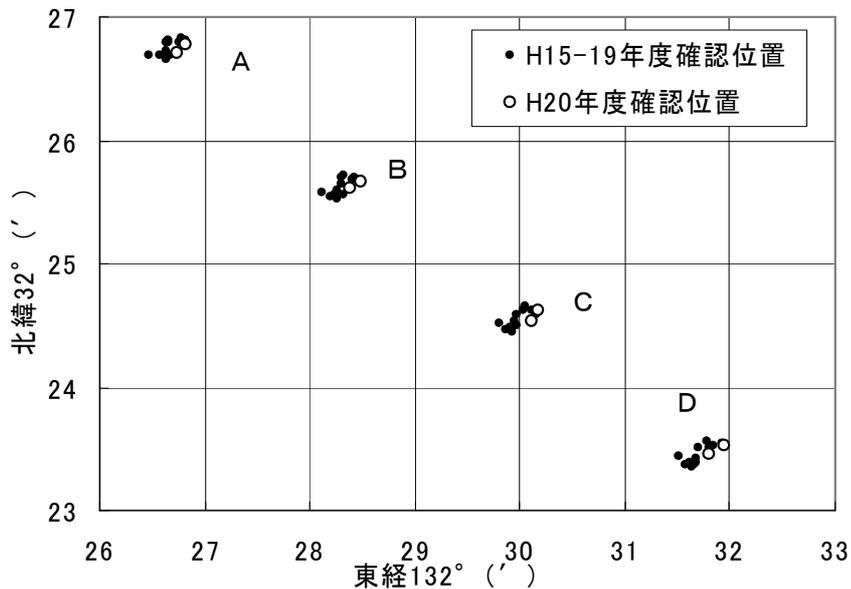


図8 沖ノ島沖合11工区中層魚礁（H15年度設置）礁体確認位置図

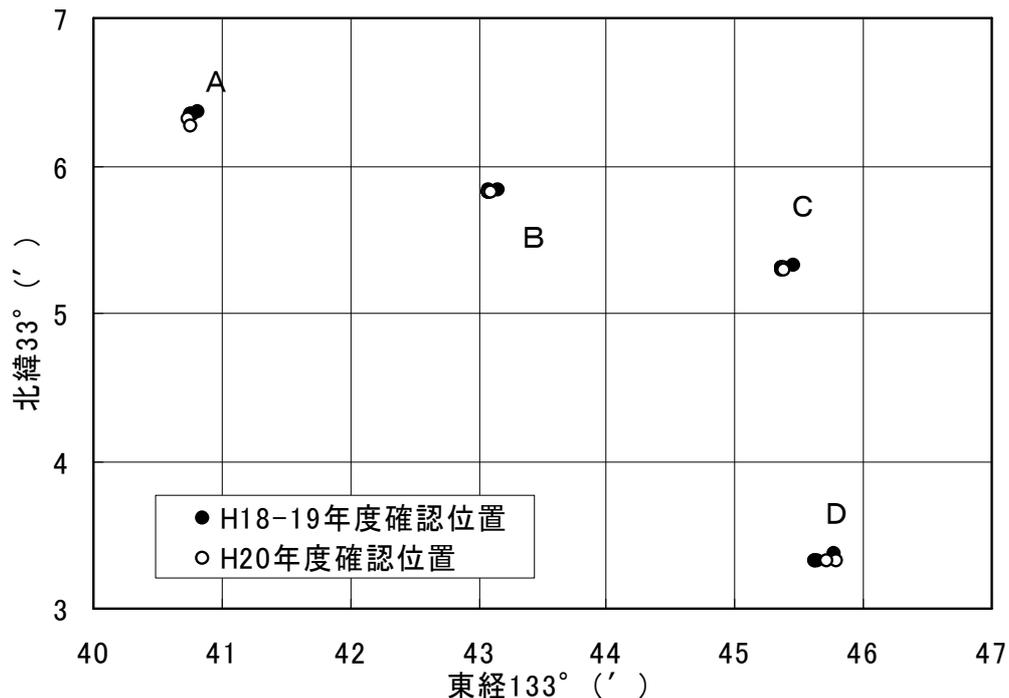


図9 高知沖合12工区中層魚礁（H18年度設置）礁体確認位置図

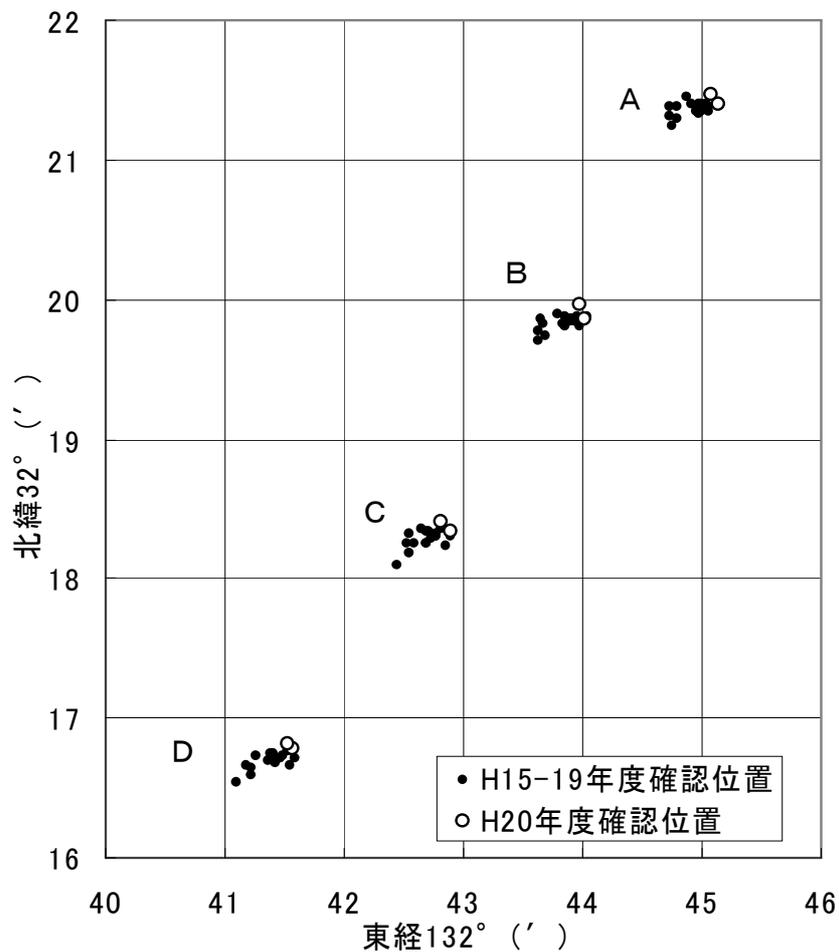


図10 足摺岬沖合13工区中層魚礁（H14年度設置）礁体確認位置図

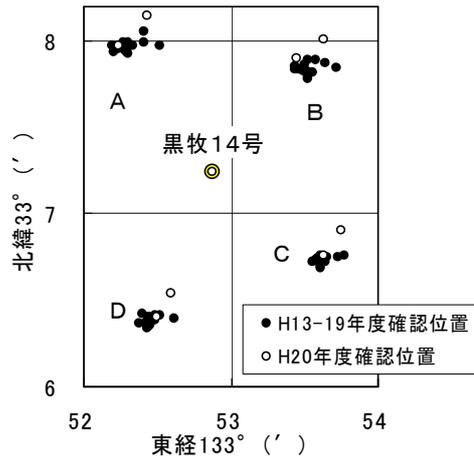


図11 安芸沖合14工区中層魚礁（H13年度設置）礁体確認位置図

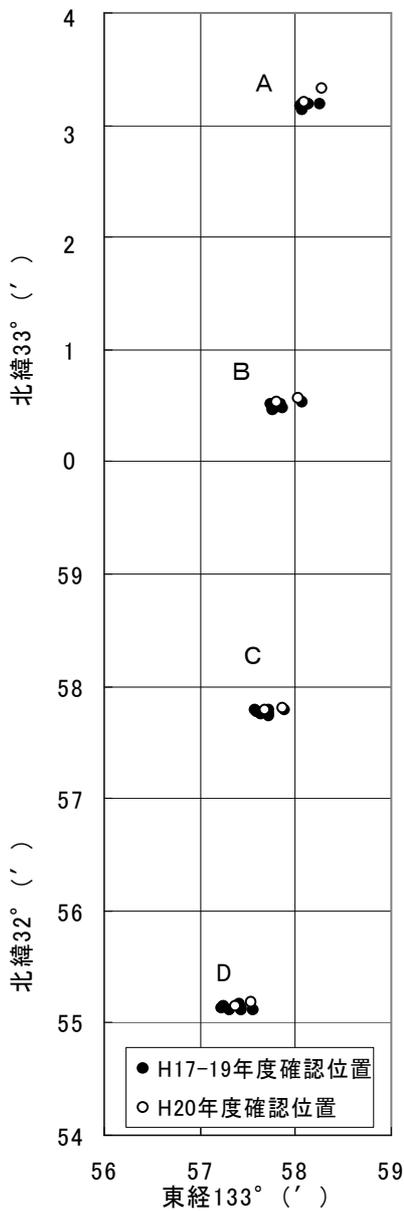


図12 中芸沖合17工区中層魚礁（H17年度設置）礁体確認位置図

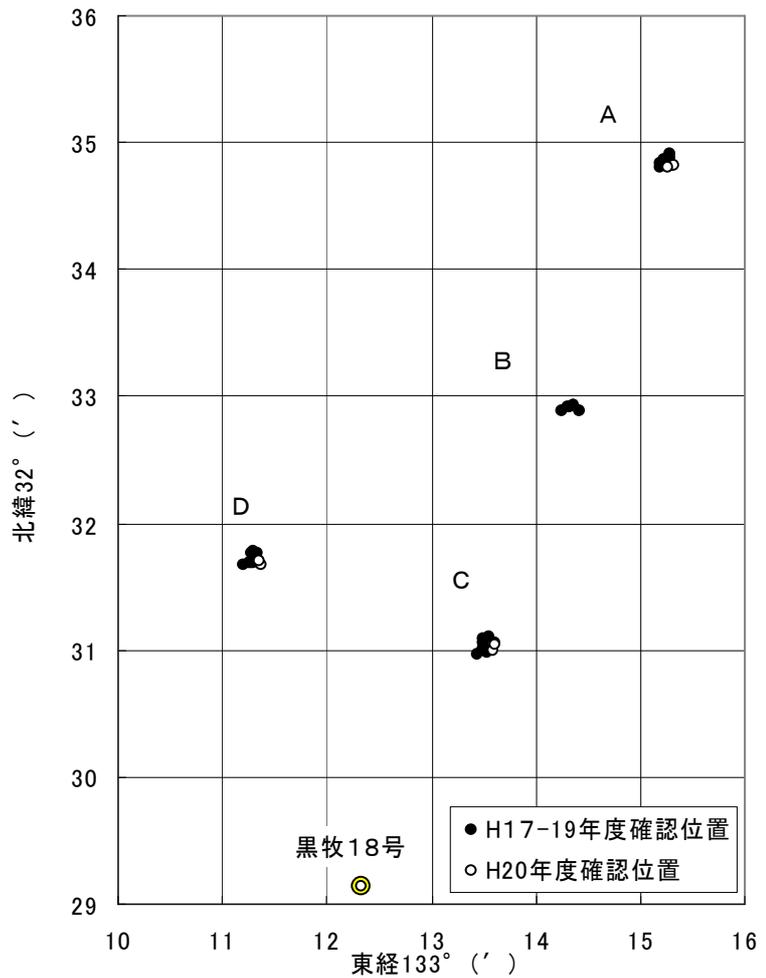


図13 足摺沖合18工区中層魚礁（H17年度設置）礁体確認位置図

(2) 沖合型中層魚礁の挙動特性

1) アンカー推定位置

アンカー位置を直接確認することは困難であるので、礁体確認時の表層流向と礁体上端深度から推定して表10に示した。沖合型中層魚礁での作業の際、振れの大きい礁体をソナーなしで探知することは困難が多いが、アンカー位置と流れの向きを把握していれば効率的に探索できると思われる。無風状態なら理論上はアンカー位置から船を流せば礁体の上を通過するはずである。また、魚群は通例礁体の潮上にいるものであるから、アンカー位置周辺で魚群を探知できる可能性もある。関係漁業者にはこのアンカー推定位置をしっかりと頭に入れて中層魚礁の有効利用をお願いしたい。

表10 沖合型中層魚礁アンカー推定位置

工区		A	B	C	D
9	北緯	32° 41.68′	32° 41.31′	32° 41.05′	32° 40.71′
	東経	133° 23.23′	133° 25.24′	133° 27.39′	133° 29.37′
10	北緯	33° 5.03′	33° 4.11′	33° 3.16′	33° 2.20′
	東経	133° 58.59′	134° 0.74′	134° 2.83′	134° 4.94′
11	北緯	32° 26.67′	32° 25.53′	32° 24.45′	32° 23.36′
	東経	132° 26.62′	132° 28.25′	132° 29.91′	132° 31.63′
12	北緯	33° 6.34′	33° 5.82′	33° 5.30′	33° 3.30′
	東経	133° 40.78′	133° 43.09′	133° 45.36′	133° 45.64′
13	北緯	32° 21.26′	32° 19.72′	32° 18.17′	32° 16.57′
	東経	132° 44.78′	132° 43.66′	132° 42.51′	132° 41.22′
14	北緯	33° 7.95′	33° 7.82′	33° 6.72′	33° 6.36′
	東経	133° 52.28′	133° 53.50′	133° 53.60′	133° 52.44′
17	北緯	33° 3.15′	33° 0.46′	32° 57.71′	32° 55.05′
	東経	133° 58.06′	133° 57.76′	133° 57.59′	133° 57.23′
18	北緯	32° 34.77′		32° 30.96′	32° 31.65′
	東経	133° 15.09′		133° 13.33′	133° 11.14′

2) 礁体の振れ

平成20年度までの調査で確認した礁体位置について表10のアンカー推定位置を基点(0,0)とした座標値で図14~21に示した。平成20年度は、流れが非常に速かった事例が多かったが、工区全体で見ると最大振れ幅に大きな変化はなく、9工区で300~500m、17工区で300~600m、18工区で400~500m、14工区で500m程度、11工区で600~700m、13工区は700~900mであった。また、アンカー位置から礁体位置までの水平距離の最大値は、9,10工区が300~400m、11工区が400~600m、12工区が100~250m、13工区が600~700m、14工区が400m、17工区が500m、18工区が400~500mであった。集魚の有無は別にして作業面での利便性を判断基準にすると、海潮流がそれほど速くなくて礁体位置の変化が少ない12工区のような海域が沖合型中層魚礁の設置適地とも考えられた。

浮魚礁モニタリング調査

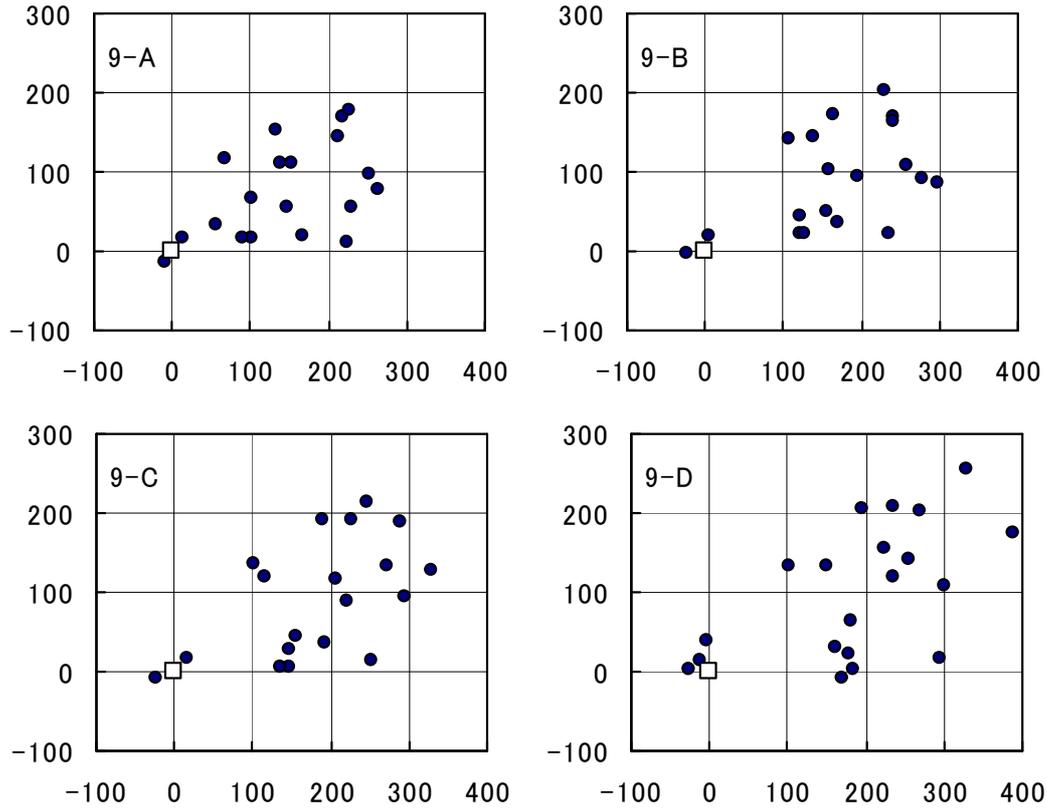


図 14 足摺岬沖合9工区中層魚礁礁体位置変化状況 (H15-20, 数字は距離 単位 : m)

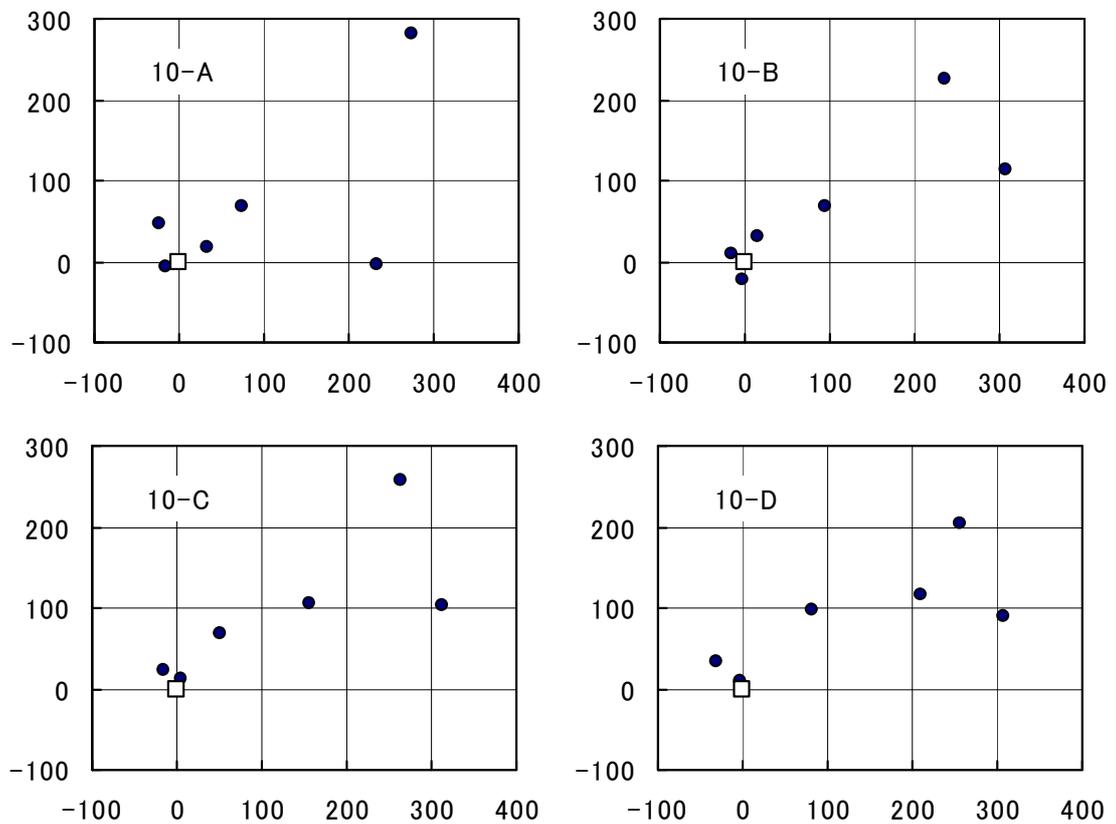


図 15 室戸岬沖合10工区中層魚礁礁体位置変化状況 (H18-20, 数字は距離 単位 : m)

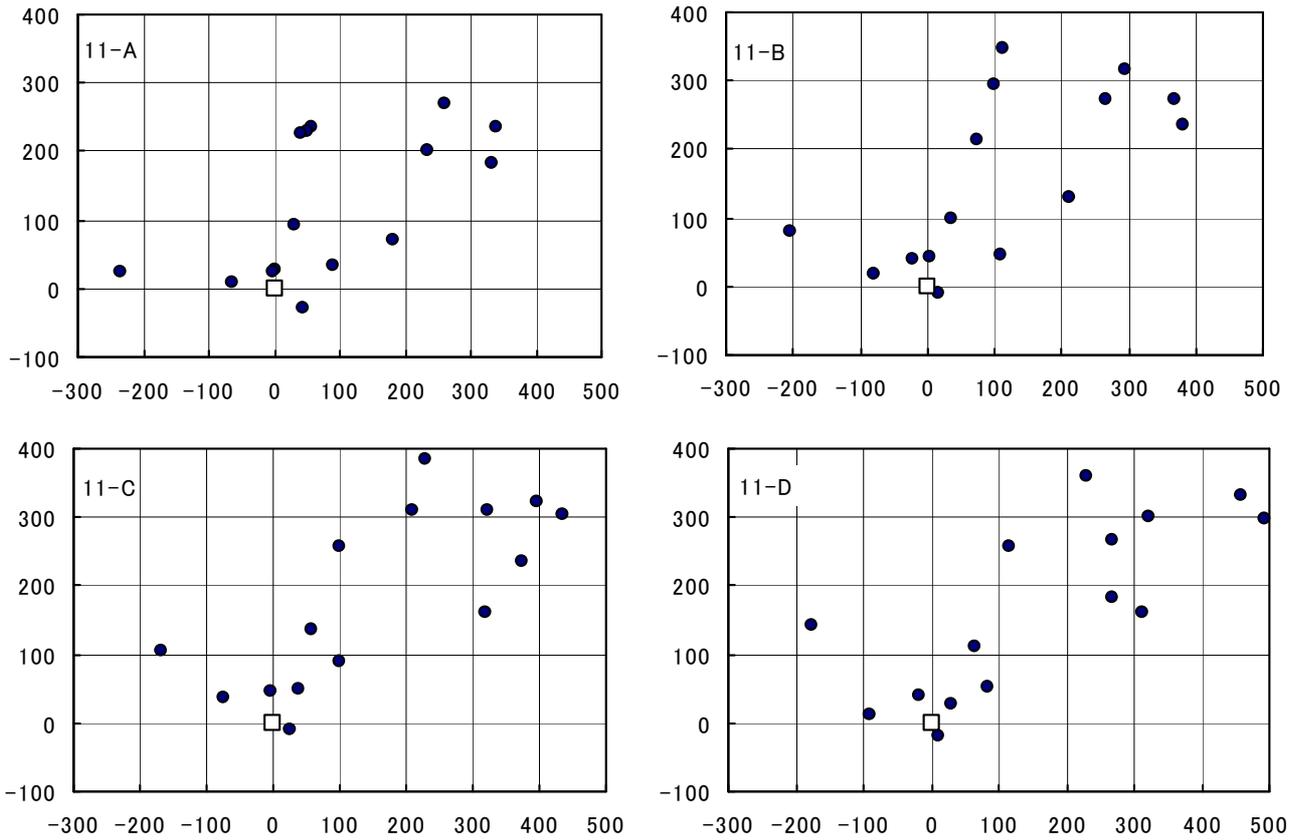


図 16 沖ノ島沖合11工区中層魚礁礁体位置変化状況 (H15-20, 数字は距離 単位 : m)

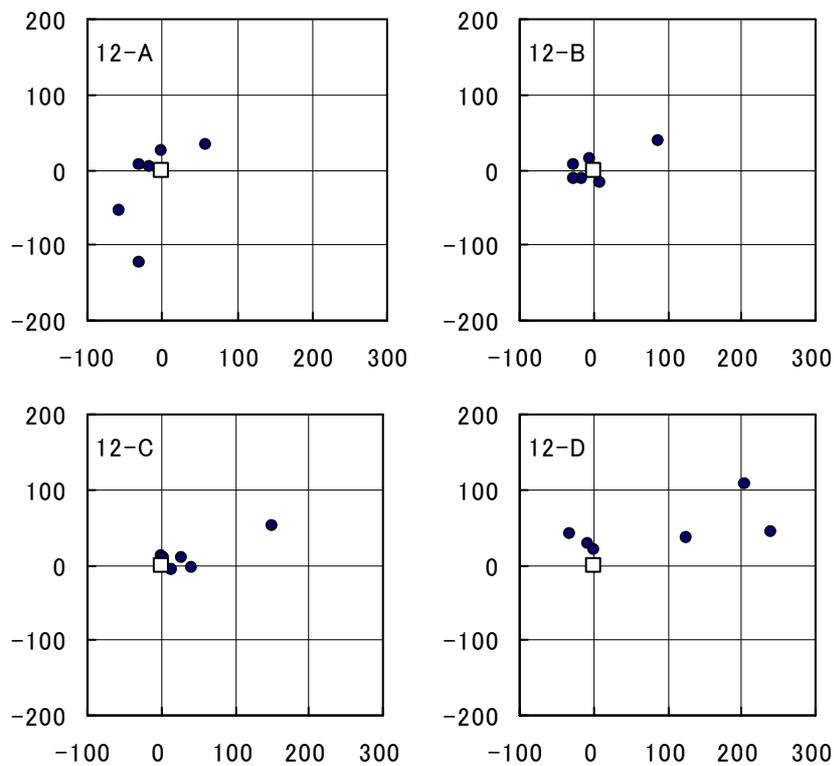


図17 高知沖合12工区中層魚礁礁体位置変化状況 (H18-20, 数字は距離 単位 : m)

浮魚礁モニタリング調査

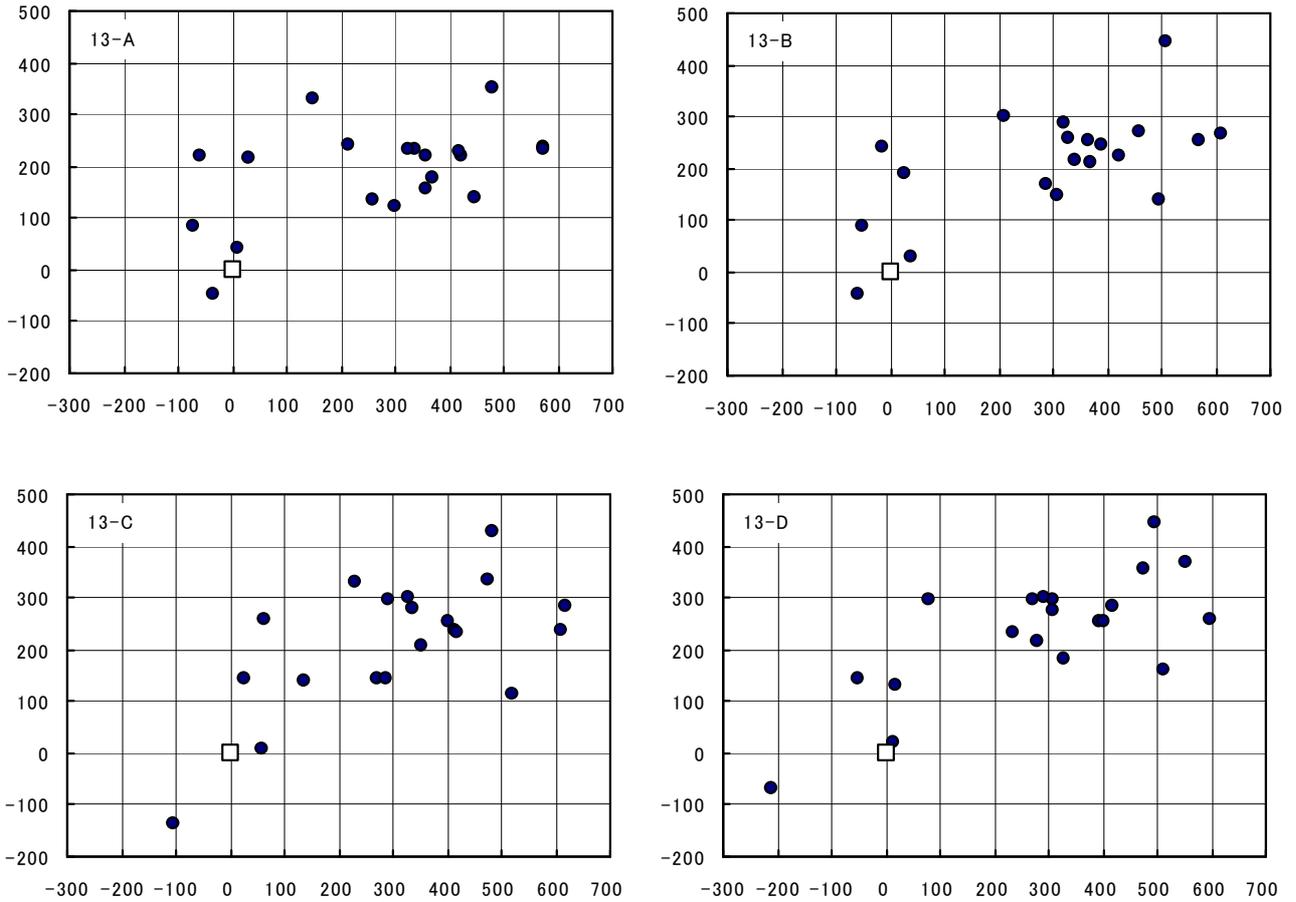


図18 足摺岬沖合13工区中層魚礁礁体位置変化状況 (H15-20, 数字は距離 単位: m)

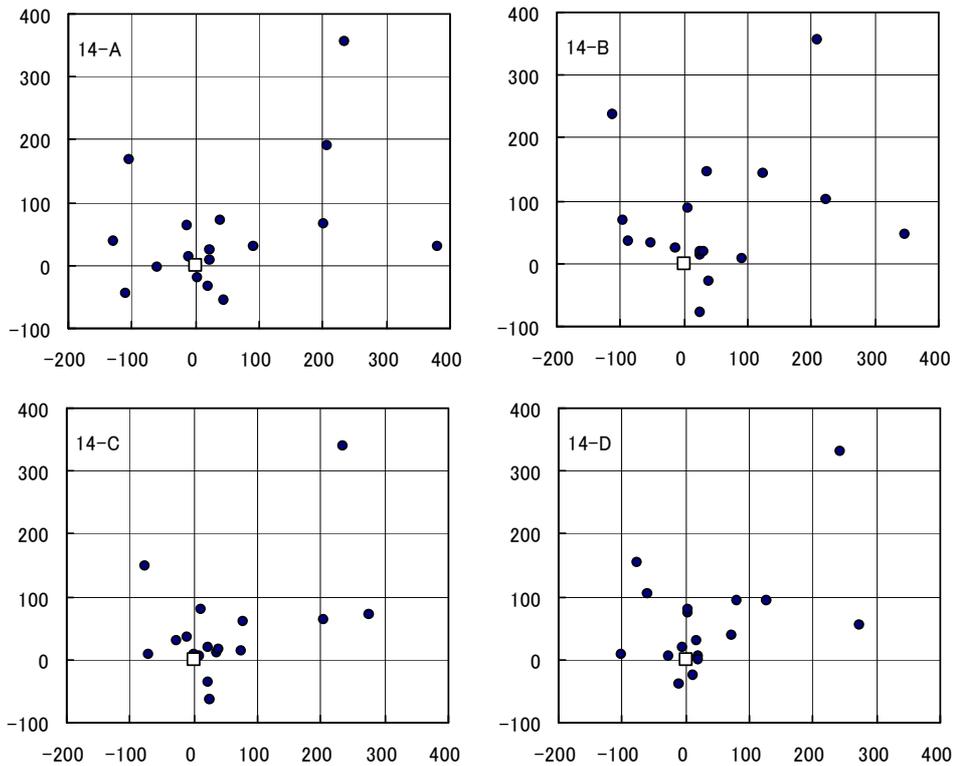


図19 安芸沖合14工区中層魚礁各礁体確認位置変化状況 (H13-20, 数字は距離 単位: m)

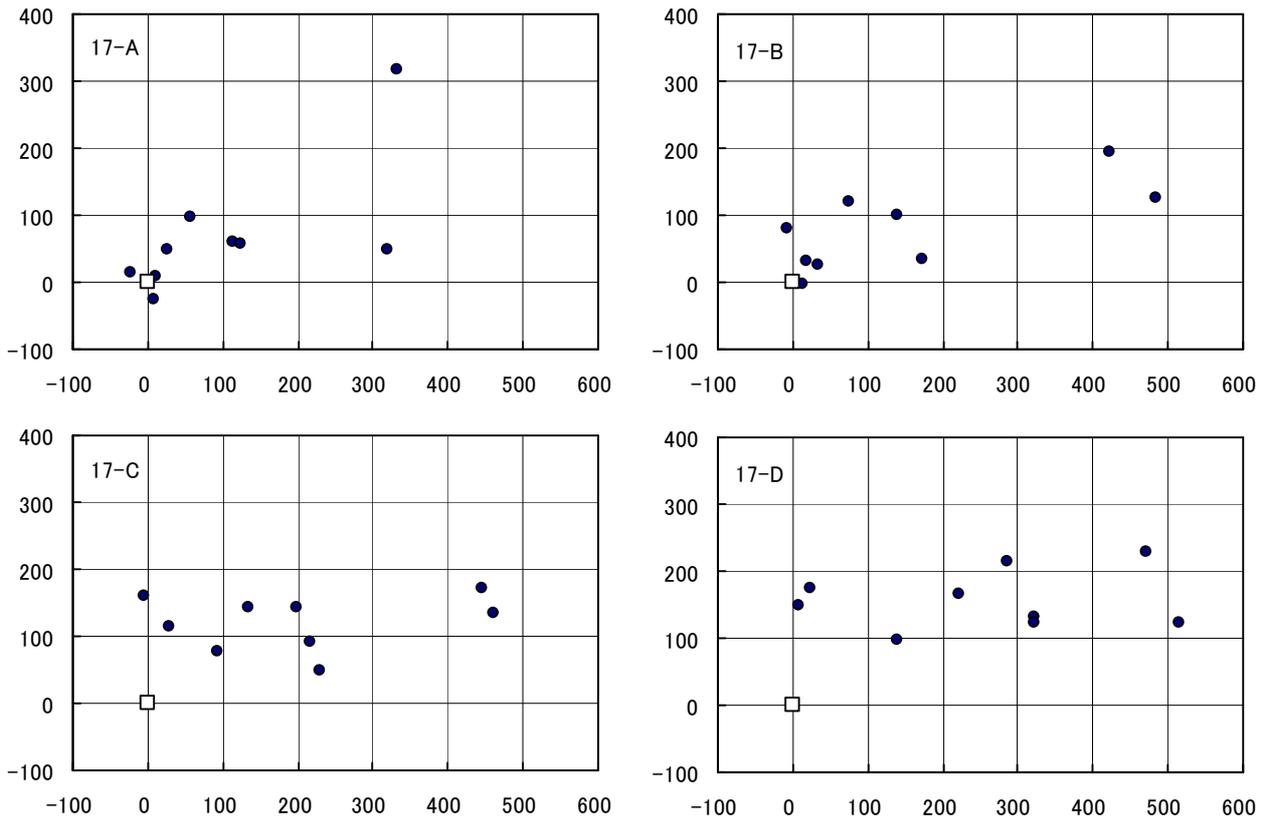


図20 中芸沖合17工区中層魚礁礁体位置変化状況 (H17-20, 数字は距離 単位 : m)

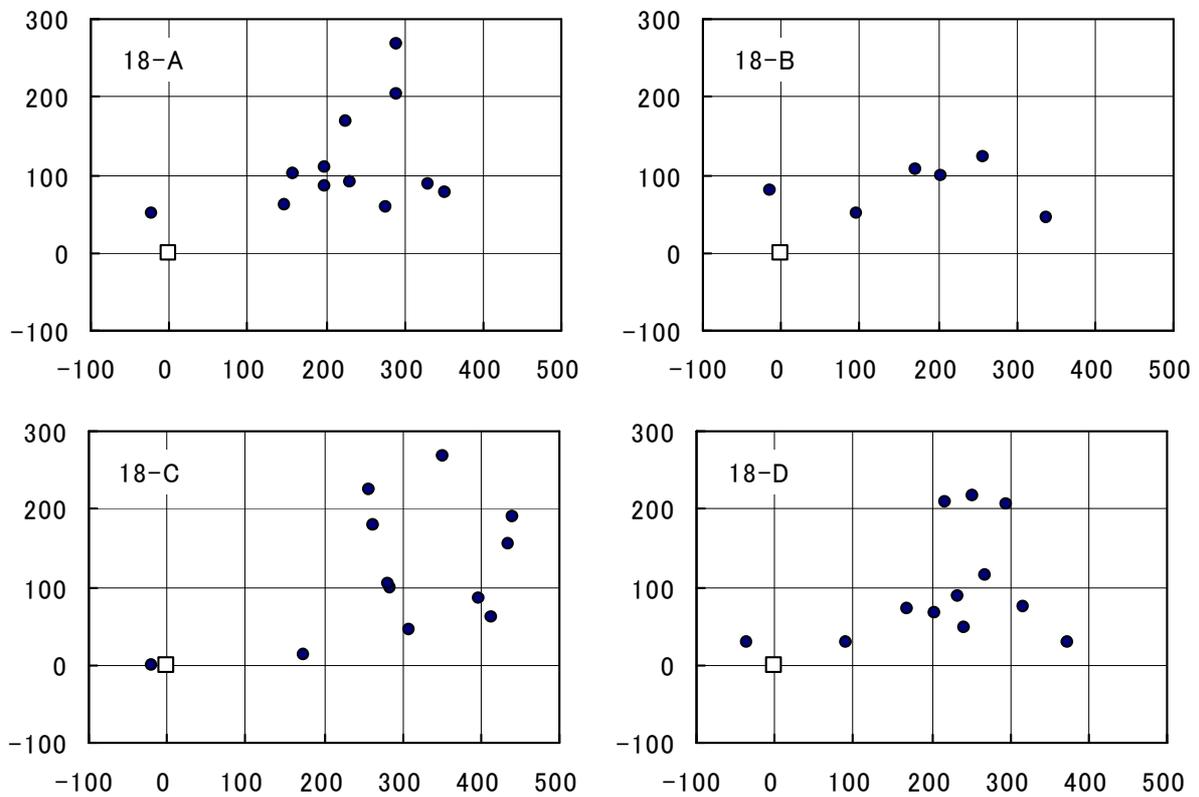


図21 足摺沖合18工区中層魚礁礁体位置変化状況 (H17-20, 数字は距離 単位 : m)

### 3) 表層流速と礁体振幅の関係

アンカー位置から礁体位置までの水平距離と確認時の表層流速との関係について平成20年度までのデータに基づき図22に示した。アンカーから礁体までの水平距離は、1ノット以下ではいずれの工区も概ね小さいが、2ノットでは9工区が200m程度、17,18工区が200~300m、11工区が200~400m、13工区が300~500mであった。3ノットでは9,18工区が200~400m、17工区が300~500m、11工区が500m程度、13工区で400~600mあった。9工区では4~5ノットでも礁体の振れが300m程度の場合があった。水深が大きい11,13工区では流速の割に礁体の振れが大きかった。また、9,13,17,18工区では同程度の表層流速でも礁体振れの程度にかなりのばらつきが見られ、下層流の影響が大きいことが窺われた。

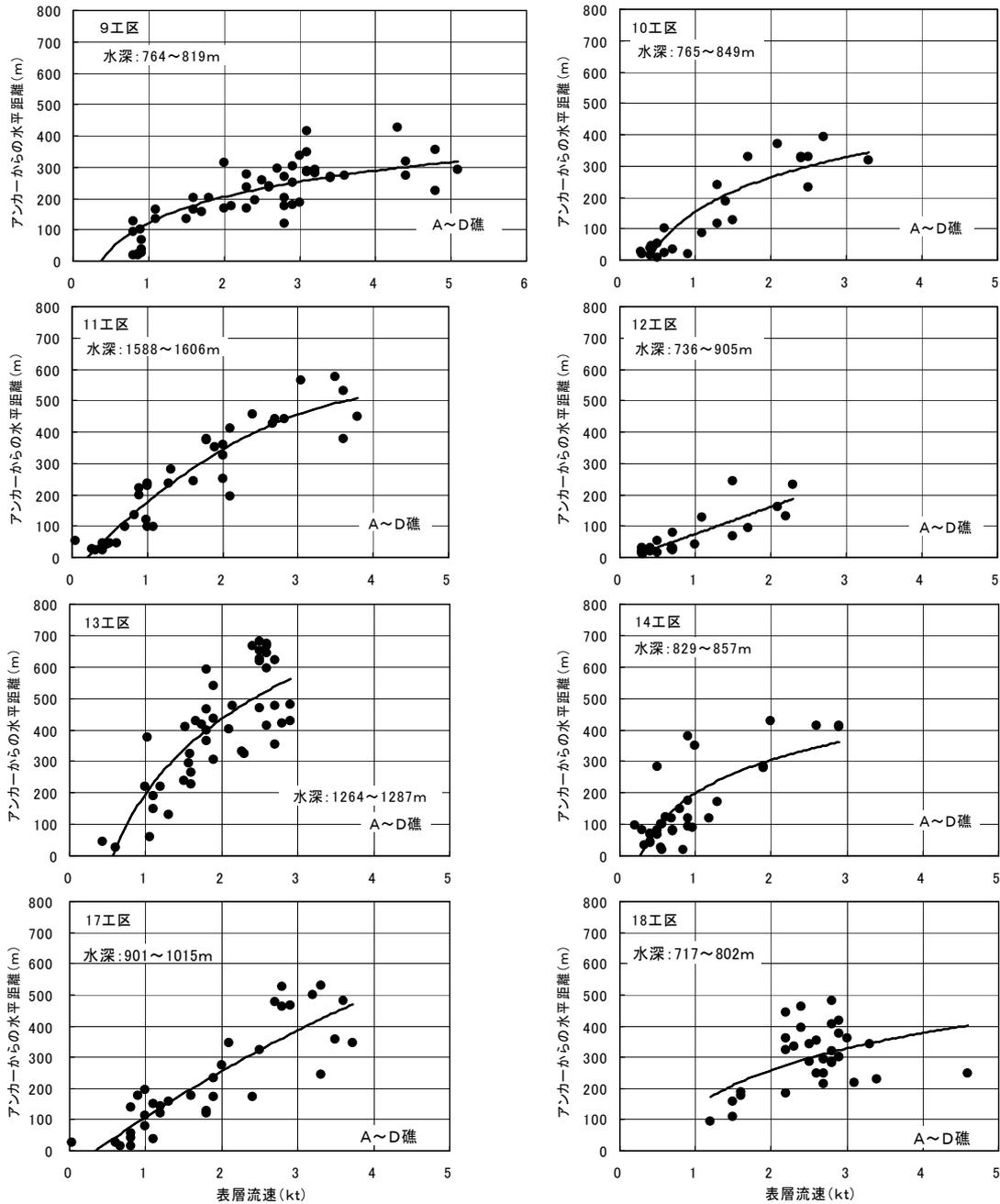


図22 表層流速とアンカーから礁体までの水平距離の関係 (H15-20)

4) 表層流速と礁体上端深度の関係

表層流速と礁体上端深度の関係を図23に示した。各工区とも礁体上端深度は30m前後（無流速時）に設置されているが、表層流速1ノット以下では礁体の沈下はほとんど見られなかった。2ノットでの礁体上端深度は9, 10, 12, 17, 18工区で50m程度、11, 13, 14工区で50~100mであった。流速3ノット以上ではばらつきが大きくなり、9工区が50~150m、17工区が数10m~200m、18工区が50~200mであった。13工区では調査時に表層流速3ノットを超したことはまだないが、表層流速2.5ノットで200m以深まで沈下したことがあった。水深が大きく、下層流が速い黒潮流軸域は礁体沈下が生じやすく、中層魚礁の設置にはあまり適していないと考えられた。

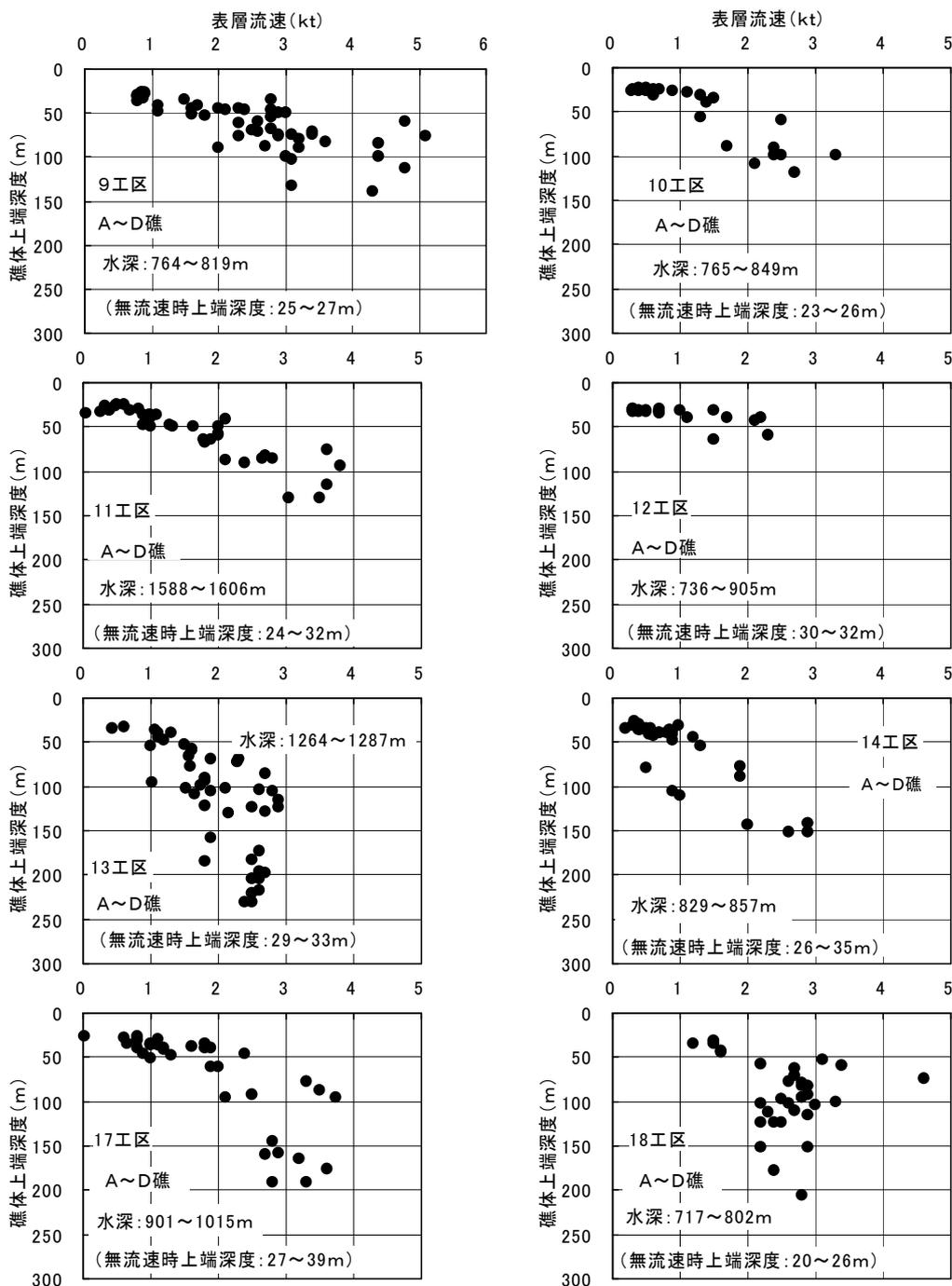


図23 表層流速と礁体上端深度の関係 (H15-20)

5) 振れと沈下の関係

各中層魚礁のアンカー位置から礁体までの水平距離と礁体上端深度の関係を図24に示した。中層魚礁でも礁体が浅ければ集魚効果、漁獲効果が大きいと思われる。礁体上端深度が50mのとき、11工区ではアンカー位置から約300m潮下に、11工区以外ではアンカー位置から約200m潮下に礁体があった。礁体深度が100mを超すと、集魚能力も漁獲効率も著しく低下すると思われるが、9, 10, 14, 18工区ではアンカーからの水平距離が300~400mの時に礁体上端深度が100mに達しており、13, 17工区では水平距離が400m程度、11工区では水平距離が500m程度の時に礁体上端深度が100mに達していた。礁体、魚群の探索に要する範囲が広くなると操業の利便性が悪くなるので、礁体はなるべく浅く設置するのが望ましく、また大深度海域への設置はできれば避けたほうが良いのではないかと考えられた。

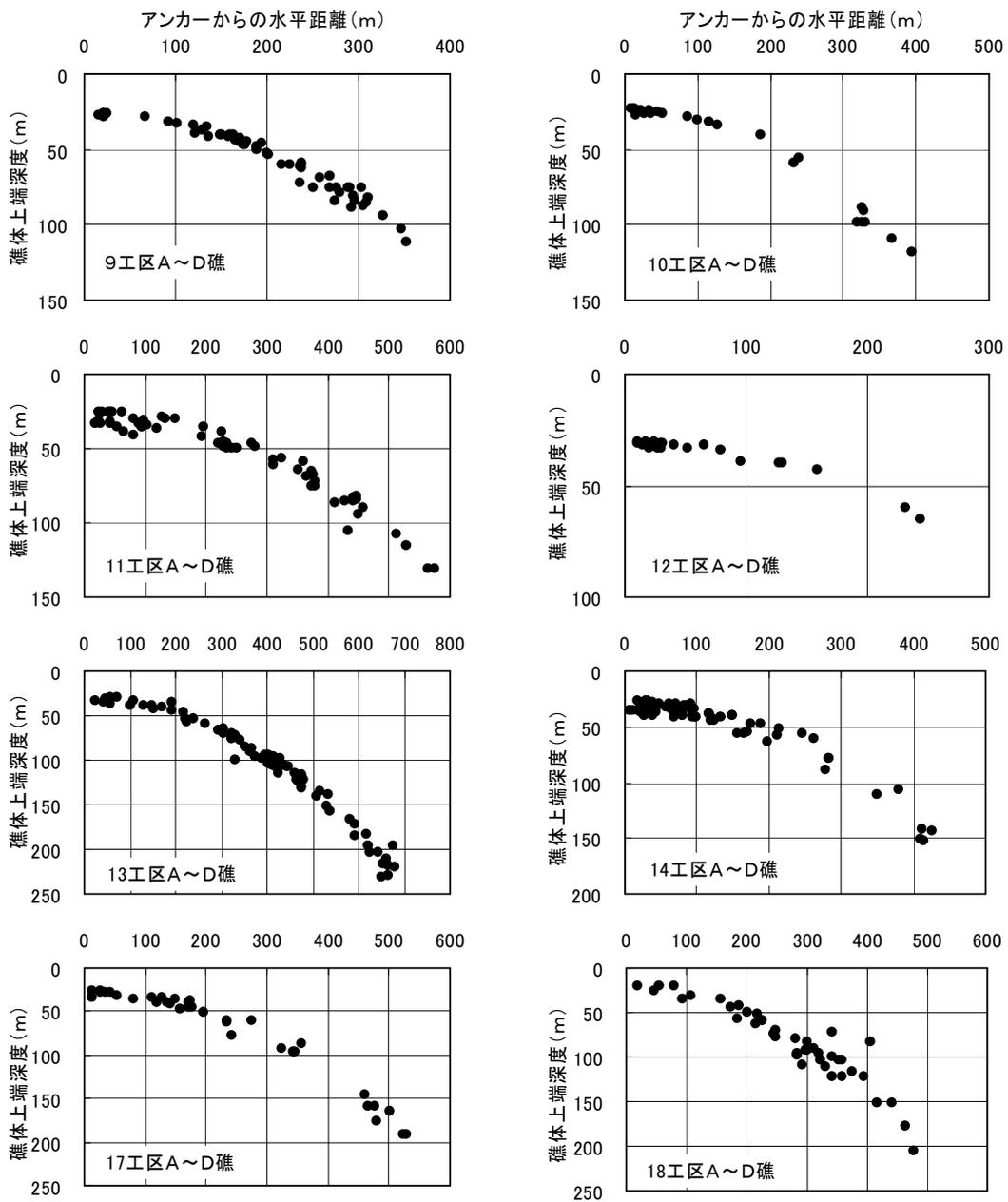


図24 アンカーから礁体までの水平距離と礁体上端深度の関係 (H15-20)

(3) 沿岸型中層魚礁の挙動特性

1) 大方地区中層魚礁の位置変化

大方地区沿岸型中層魚礁は、井ノ岬沖水深74～86mの海域に平成15年12月17日に設置された。配置計画では、各礁は陸側から沖側に5基ずつで2列を400m間隔に設置することになっており、平成16年5月26日に確認した際は計画どおりの配置となっていた。ところが、同年7月14日に確認した際には、配置状況が前回調査時とは著しく異なり、10基全部がほぼ南西方向に55～261mの距離でずれていた(図25、表11)。この現象は礁体の振れでは全く説明ができず、アンカーの移動が生じたとしか考えられなかった。水深が浅いほど移動距離が大きいという規則性と整然さから判断すると人為的な原因とは考え難かった。この年の6月には台風4号、6号が土佐湾を通過し、特に6月21日に通過した台風6号は勢力が強かったことから、この際に設計条件を上回る波浪が生じたためではないかと考えられた。

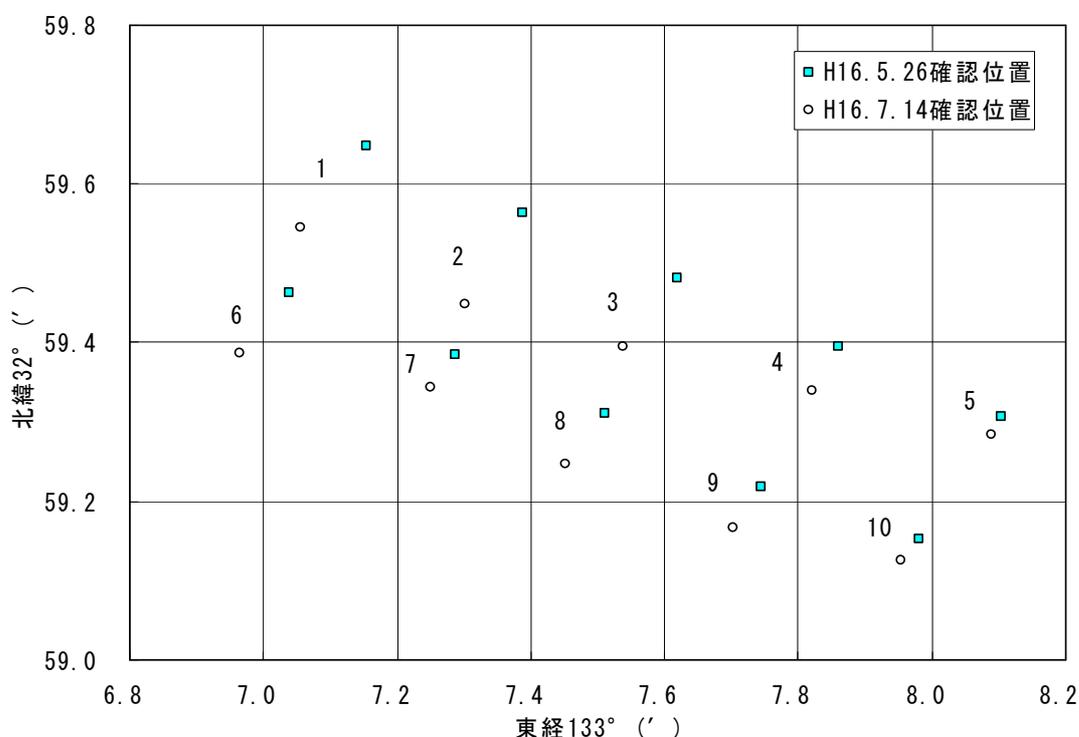


図25 大方地区沿岸型中層魚礁の礁体位置変化状況(平成16年5月～7月)

表11 大方地区沿岸型中層魚礁礁体位置の変化方向と距離(平成16年5月～7月)

礁No.	H16.5-7月	
	方向角(°)	距離(m)
1	220	242
2	213	253
3	218	203
4	212	120
5	206	47
6	220	180
7	217	94
8	218	148
9	216	114
10	218	66

## 浮礁モニタリング調査

平成16年7月以後の大方地区沿岸型中層魚礁の礁体確認位置を図26に示した。平成16年7月の次に確認したのは同年9月22日であったが、その際もNo. 1礁とNo. 6礁で東方向への移動があったと判断された(表12)。8月31日に土佐湾を通過した台風10号が原因として疑われた。9月22日以降は同年11月17日、翌平成17年4月18日に調査したが、礁体位置に大きな変化はなかった。この次、同年10月24日に調査したところ、またもや一部の礁で位置に大きな変化が生じており、No. 1礁が東方向に、No. 3礁が南方向に動いたものと判断された(表12)。同年9月6日に九州に上陸した強い台風14号が原因として疑われた。平成17年10月以降、平成19年6月18日までの間に6回調査を実施したが、礁体位置に大きな変化はなかった。その次、平成19年9月18日に調査したところ、No. 1, 2, 3, 7, 8礁の5基が南西方向に動いたようであった(表12)。その後は平成20年10月21日現在まで礁体位置に大きな変化は見られなかった。

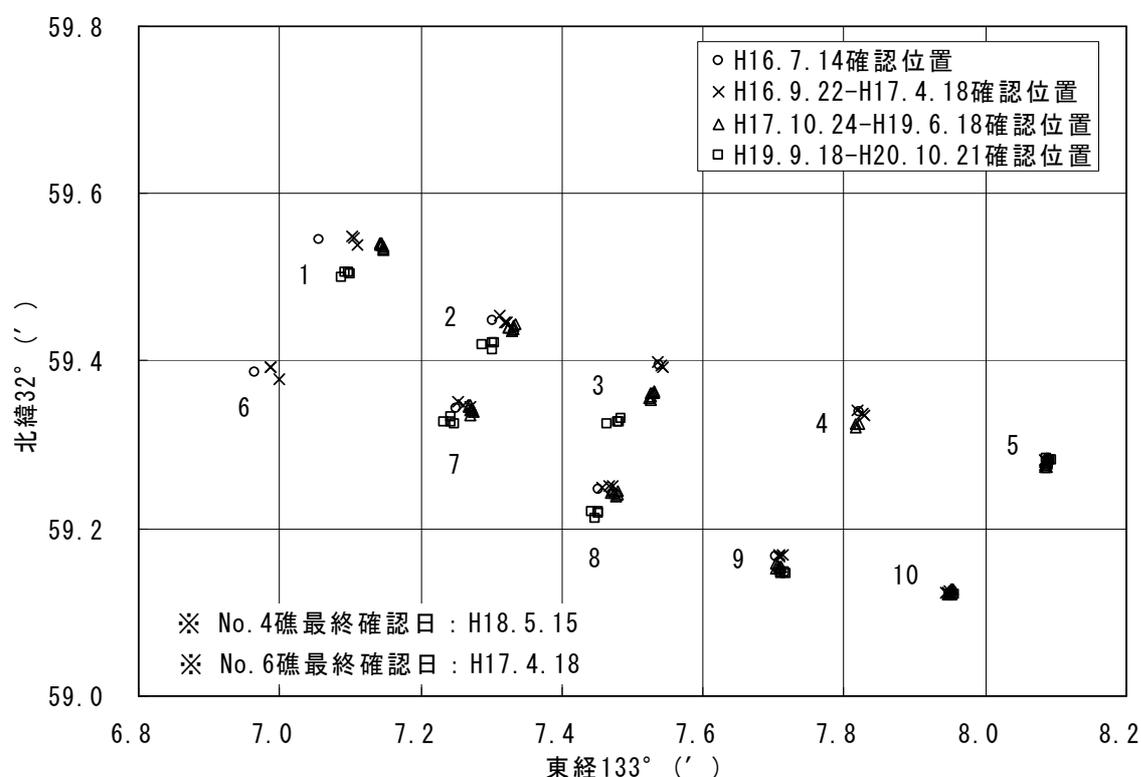


図26 大方地区沿岸型中層魚礁の礁体位置変化状況(平成16年7月～平成20年10月)

表12 大方地区沿岸型中層魚礁礁体位置の変化方向と距離(平成16年7月～平成20年10月)

礁No.	H16.7-9月		H17.4-10月		H19.6-9月	
	方向角(°)	距離(m)	方向角(°)	距離(m)	方向角(°)	距離(m)
1	100	87	106	63	238	97
2	94	31	138	42	243	76
3	235	10	199	64	235	86
4	320	2	207	37		
5	245	9	187	13	69	10
6	107	58				
7	79	29	116	34	249	45
8	80	30	163	16	237	64
9	65	9	226	24	160	14
10	270	8	126	10	157	8

## 2) 安芸地区中層魚礁の位置変化

安芸地区沿岸型中層魚礁は、安芸海底谷谷頭部水深113～130mの海域に平成13年11月7～9日に設置された。礁体確認調査は、平成13年11月11日から平成20年11月20日までの間に18回実施しており、各礁体の確認位置は図2に示すように東西に広がって分布していた。100mを上回る大きな位置変化は、流れによる礁体の振れでは説明ができず、大方地区同様、アンカーの移動が考えられた。そこで礁体確認時の表層流向と礁体上端深度から各礁のアンカー位置を推算して図27に示した。その結果、多くの礁でアンカー推定位置が概ね2群に区分された。

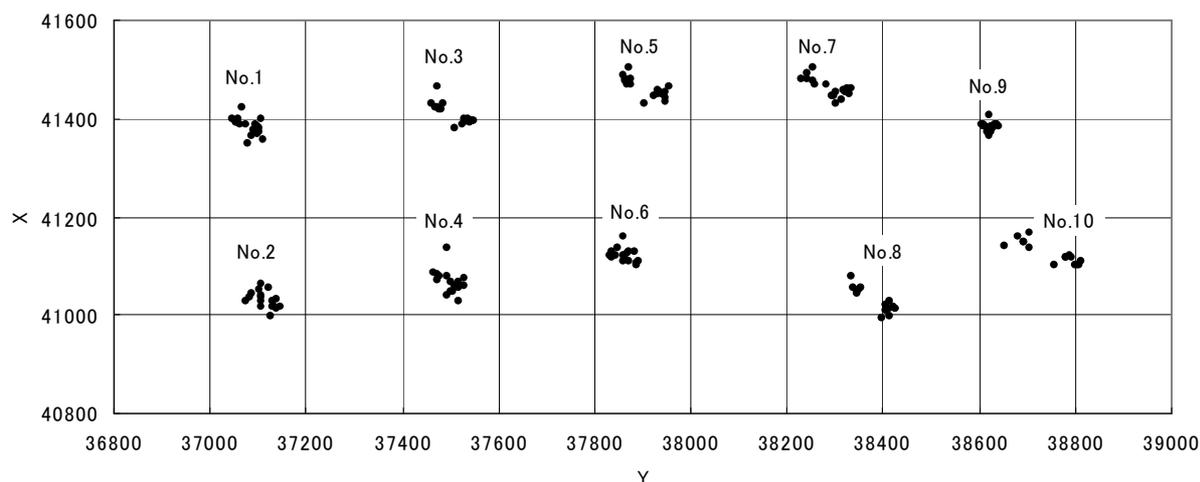


図27 安芸地区沿岸型中層魚礁アンカー推定位置（数字は国交省IV系座標値 単位：m）

アンカー推定位置の分離が最も明瞭なNo. 5, 8礁等では、平成16年6月16日以前と同年11月15日以後とで2分された。そこで、この両期間のアンカー推定位置平均値を用いて変化方向と距離を算出して表13に示すとともに、各礁のアンカー推定位置を平成16年6月以前と同年11月以後に区別して示した（図28）。区分が困難に見えたNo. 2, 9礁も大まかには北西側と南東側に二分できるようであった。アンカー推定位置は、6月以前と7月以後では別々の分布を示し、それぞれの平均位置の位置関係は共通して東南東ないし南東方向であることから平成16年6月と11月の間の期間中にアンカー移動が発生したことは確実に考えられた。この時期は大方地区中層魚礁に大きな移動が生じたのと同じ時期であり、最も考えやすい移動原因はやはり台風6号の通過であった。

表13 安芸地区沿岸型中層魚礁アンカー推定位置の変化方向と距離（平成16年6月～11月）

礁No.	H16.6月以前の平均位置		H16.11月以後の平均位置		H16.6-11月	
	X	Y	X	Y	方向角(°)	距離(m)
1	41,397	37,060	41,373	37,097	123	45
2	41,036	37,096	41,027	37,128	106	33
3	41,429	37,474	41,393	37,534	121	70
4	41,088	37,479	41,054	37,511	137	47
5	41,480	37,869	41,447	37,937	116	75
6	41,129	37,842	41,115	37,875	114	36
7	41,482	38,253	41,449	38,314	118	69
8	41,055	38,345	41,011	38,414	122	82
9	41,387	38,615	41,379	38,628	120	15
10	41,150	38,688	41,110	38,793	111	112

浮魚礁モニタリング調査

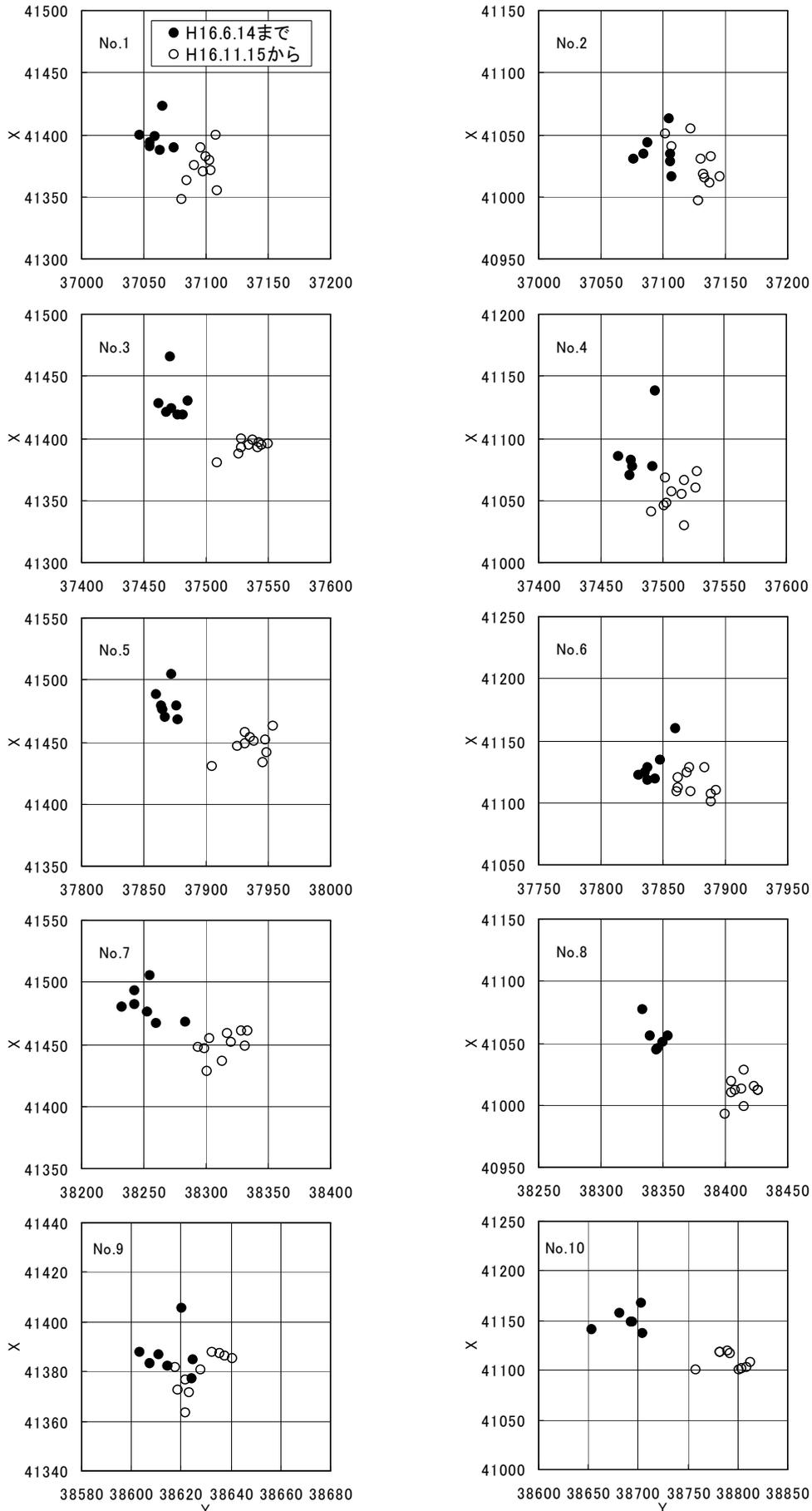


図28 安芸地区沿岸型中層魚礁アンカー推定位置詳細図(数字は国交省IV系座標値 単位:m)

### 3) 沿岸型中層魚礁のアンカー位置

沿岸型中層魚礁では、礁体位置とアンカー位置は通例余り離れていないから、さほどの必要性はないと思われるが、礁体探索に難渋したという話もあるので、操業の利便のため、礁体確認時の流況と礁体沈下程度から推定したアンカー位置を表14に示した。なお、沿岸型中層魚礁のアンカーを直接確認する作業はまだ実施していない。

表14 沿岸型中層魚礁の推定アンカー位置

No.	室戸地区				安芸地区				横浪地区			
	北緯		東経		北緯		東経		北緯		東経	
1	33	18.85	134	3.84	33	22.35	133	53.92	33	22.56	133	32.42
2	33	18.86	134	3.58	33	22.16	133	53.94	33	22.47	133	32.20
3	33	18.88	134	3.34	33	22.36	133	54.20	33	22.35	133	32.55
4	33	18.89	134	3.07	33	22.17	133	54.19	33	22.29	133	32.29
5	33	18.87	134	2.81	33	22.38	133	54.46	33	22.15	133	32.64
6	33	18.64	134	3.86	33	22.20	133	54.42	33	22.09	133	32.37
7	33	18.64	134	3.59	33	22.38	133	54.71	33	21.97	133	32.74
8	33	18.66	134	3.33	33	22.15	133	54.77	33	21.87	133	32.52
9	33	18.65	134	3.07	33	22.35	133	54.91				
10	33	18.67	134	2.82	33	22.20	133	55.01				
No.	佐賀地区				大方地区							
	北緯		東経		北緯		東経					
1	33	2.11	133	13.00	32	59.50	133	7.09				
2	33	1.92	133	12.90	32	59.41	133	7.30				
3	33	2.02	133	13.25	32	59.32	133	7.47				
4	33	1.83	133	13.13								
5	33	1.93	133	13.48	32	59.28	133	8.09				
6	33	1.73	133	13.38								
7												
8	33	1.65	133	13.62	32	59.21	133	7.45				
9	33	1.77	133	13.96	32	59.14	133	7.70				
10	33	1.56	133	13.85	32	59.12	133	7.96				

### 4) 礁体上端深度の推移

一部の沿岸型中層魚礁では、このところ礁体が大きく沈下する事例が目立つようになった。設置から年月が経過して、付着物の着生による余剰浮力の減少が顕著になってきたことも考えられた。そこで、設置時以来の礁体深度確認結果を図29～33に示した。

室戸地区中層魚礁は、平成15年12月に設置され、無流速時の礁体深度は、過去の各礁での最浅値から17～19mとみられた。平成21年3月末現在で5年余りを経過したが、大きな沈下事例はまだ発生していない。平成20年5月に20～23mになったのが最も大きい沈下で、この際の表層流速は1.0ノットであった。この地区の調査は13回実施してきたが、流速が1.0ノットを上回ったことはまだない。この中層魚礁は速い海潮流を想定して、浮力も固定力も十分大きい設計となっている。平成20年11月の表層流速は0.8ノットであったが、礁体上端深度は18～21mに留まった。確認時の礁体の振れも小さく、十分な余剰浮力が保持されていると判断された。

浮魚礁モニタリング調査

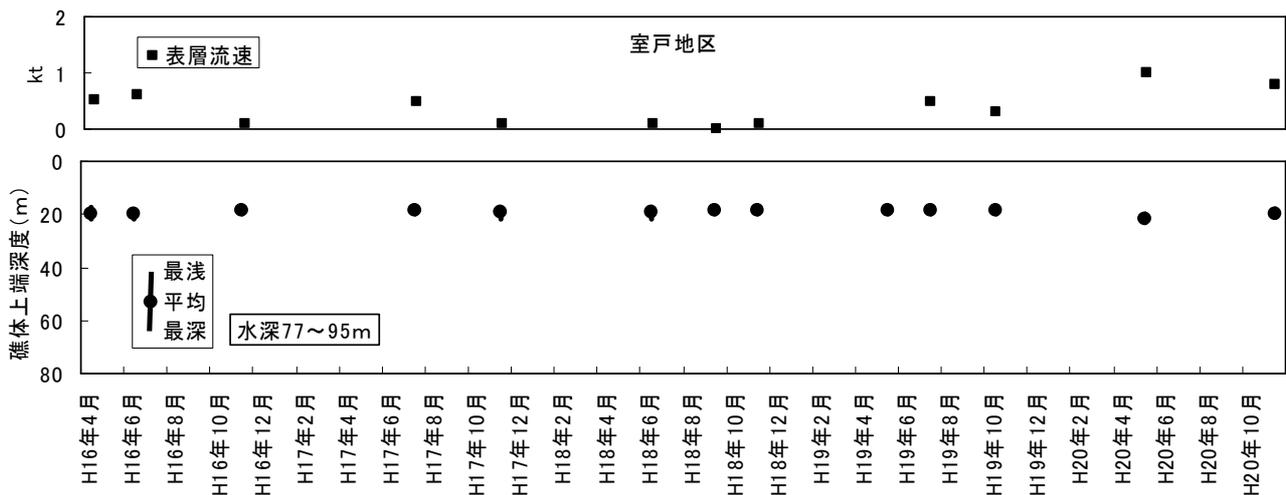


図29 室戸地区沿岸型中層魚礁における礁体上端深度の推移

安芸地区中層魚礁は、平成13年11月に県下で最初に設置された沿岸型中層魚礁で、平成21年3月末現在で7年余りが経過した。無流速時の礁体深度は、過去の各礁での最浅値から23~30mとみられたが、平成20年5月には38~61mにまで大きく沈下した。この際の表層流速は1.1ノットであった。平成18年6月にも表層流速0.6ノットで39~51mまで沈下した。設置当初は、表層流速1.1ノットで礁体深度が27~35mであった。平成20年11月には0.7ノットで水深40mまで沈下したものがあつた。この地区ではこれまで18回調査したうち表層流速が1.0ノットを超えたことが4回あり、最高は1.3ノットであった。この中層魚礁は、礁体の浮力が元来より室戸地区の6割程度しかない設計で、一部の礁では余剰浮力が大幅に減少して、沈下しやすくなつてゐることが考えられた。

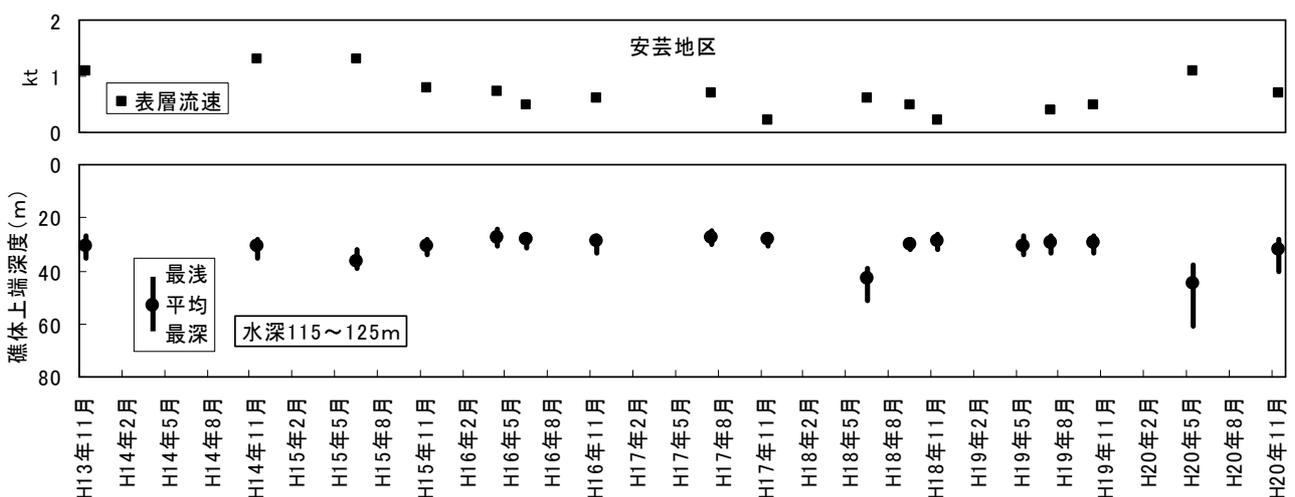


図30 安芸地区沿岸型中層魚礁における礁体上端深度の推移

佐賀地区中層魚礁は、安芸地区と同時期の平成13年11月に設置され、平成21年3月末現在で7年余り経過した。無流速時の礁体深度は、過去の各礁での最浅値から21~25mとみられたが、平成18年9月には27~63mにまで、平成20年4月には24~71mにまで沈下した。この際の表層流速はそれぞれ1.2ノットと0.6ノットであった。平成16年1月には、表層流速0.9ノットで最大

でも31mまでしか沈下していなかったが、平成19年からは表層流速が0.6ノットかそれ以下でも大きな沈下をする事例が出てきた。この中層魚礁も安芸地区同様に礁体の浮力が元々小さい設計であり、一部の礁では余剰浮力が大幅に減少して沈下しやすくなっていることが考えられた。

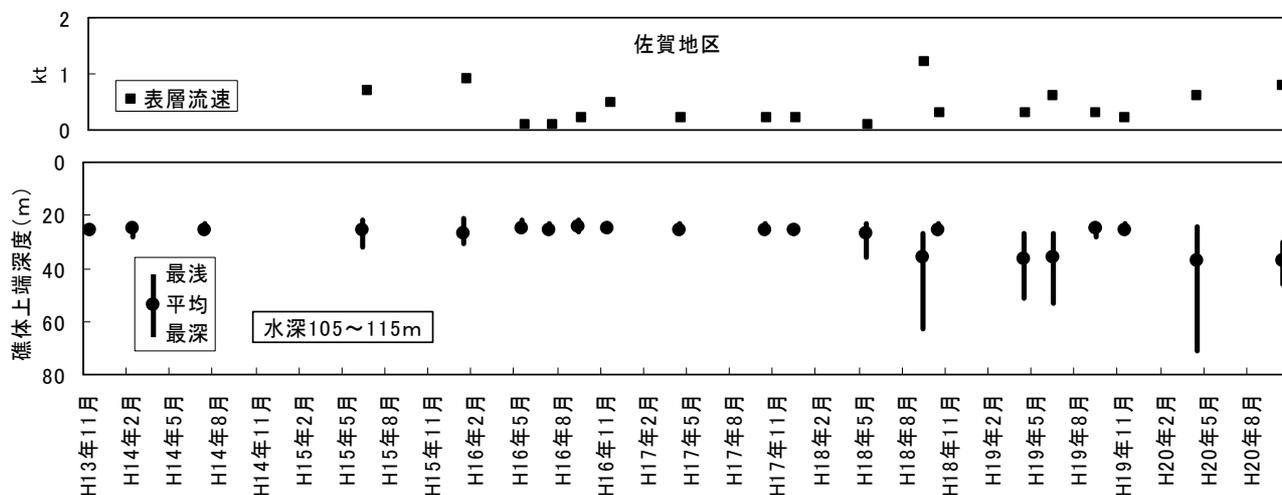


図31 佐賀地区沿岸型中層魚礁における礁体上端深度の推移

大方地区中層魚礁は、室戸地区と同じく平成15年12月に設置され、平成21年3月末現在で5年余りを経過した。無流速時の礁体深度は、過去の各礁での最浅値から16~19mとみられた。アンカーの移動がしばしば発生しているが、大きな沈下事例は全くない。平成20年10月に最高27mになったのが最大の沈下で、この際の表層流速は0.5ノットであった。この中層魚礁は5地区のうちで浮力が最も大きい設計になっている。これまでこの地区の調査を16回実施してきたうちで最高の流速は、平成18年9月の1.1ノットであったが、この時の礁体深度は17~20mであった。確認時の礁体の振れは概して小さく、十分な余剰浮力が保持されていると判断された。

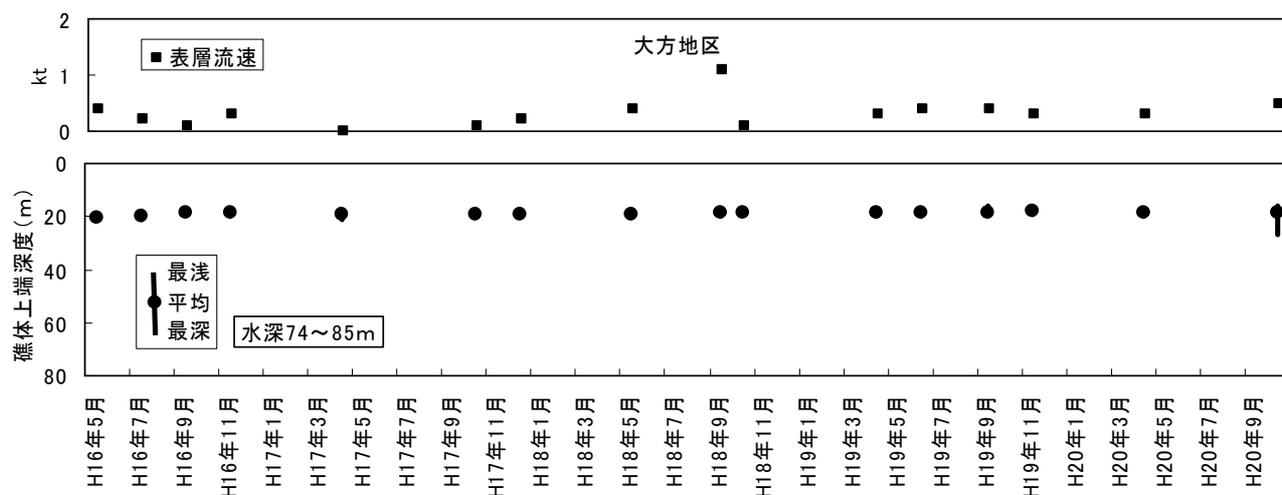


図32 大方地区沿岸型中層魚礁における礁体上端深度の推移

横浪地区中層魚礁は、平成14年12月に設置され、平成21年3月末現在で6年余りを経過したが、大きな沈下事例は発生していない。無流速時の礁体深度は、過去の各礁での最浅値から17

## 浮魚礁モニタリング調査

～18mとみられた。平成17年11月に最深で25mになったのが最大の沈下であった。この中層魚礁は浮力も固定力も比較的大きい設計となっている。この地区の調査は26回実施し、表層流速が1.0ノットを超えたことが3回で、最高は1.4ノットであった。平成19年年7月の表層流速も1.2ノットあったが、礁体上端深度は18～19mであった。その後も礁体深度は19mまでで維持されており、確認時の礁体振れも極めて小さいところから余剰浮力は十分に保持されていると判断された。

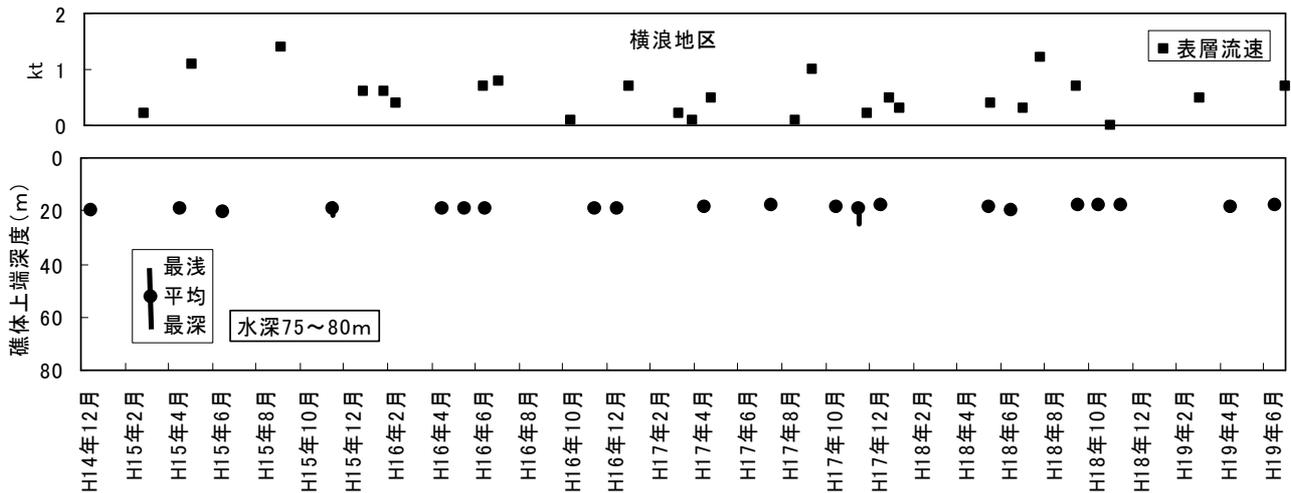


図33 横浪地区沿岸型中層魚礁における礁体上端深度の推移