

# 高層魚礁効果調査

今村 豊<sup>1</sup>

## 目 的

佐井村長後沖に設置された高さ 21m 級の魚礁 8 基及び今別町沖に設置された高さ 21m 級の魚礁 3 基を対象に、計量魚群探知機を用いてウスメバルの蛸集量を推測する。

## 材料と方法

佐井村長後沖において 2013 年 6 月 11 日、9 月 20 日及び 2014 年 2 月 26 日の 3 回、今別沖において 2013 年 6 月 11 日、9 月 19 日及び 2014 年 2 月 24 日の 3 回、試験船青鵬丸(65 トン)により計量魚群探知機(SIMRAD EK500, 38kHz) (図 1) を用いて蛸集状況を調査した。調査は 21m 級の各魚礁の直上を 2 回通過するように約 3 ノットのスピードで航行し、深度約 60cm、水平距離約 140cm の分解能で反射強度を測定した(図 3)。

計量魚群探知機での解析は、解析ソフト Sonar Data Echoview を用いた。まず、セル(分解能の最小単位)毎に反射の強さを示す  $1\text{m}^3$  あたりの体積後方散乱強度(Sv 値、単位は dB)を計算し、画面上に色分けして画像イメージ(エコーグラム)を作成した。魚礁域の識別については、「音響による魚礁蛸集効果評価手法ガイドライン」(水産庁：平成 20 年度水産基盤整備調査委託事業)に示された「実用的な魚礁エコー除去方法」に基づいて行った。具体的には、Sv エコーグラムの表示レベルを変化させて魚礁の輪郭を捉え、その魚礁の輪郭の連続性がなくなる範囲までを魚礁エコーの影響範囲と規定した(図 4)。魚礁への蛸集範囲については、エコーグラムで魚群反応が見られた魚礁の直上から鉛直方向約 10m まで、魚礁の最端から水平方向約 15m までとした(図 5)。

ウスメバルの蛸集尾数は、Sv を後方散乱断面積(TS 値、単位は dB)で除して求めた  $1\text{m}^3$  あたりのウスメバル尾数と魚礁内部を除く蛸集範囲の体積である  $10,122\text{m}^3$  の積から推測した。なお、蛸集範囲の魚群反応を全てウスメバルとした。また、ウスメバルの体長と TS との関係は、兜森・澤田<sup>1)</sup>より以下の関係式を用いた。

$$TS=20\log SL-67.1 \quad (SL:\text{標準体長 (cm)})$$

さらに、佐井村長後沖において 2013 年 6 月 13 日、9 月 20 日及び 12 月 4 日の 3 回、今別沖において 2013 年 6 月 14 日、9 月 19 日及び 12 月 3 日の 3 回、自航式水中 TV カメラロボット(広和株式会社製 MARINE VEGA) (図 2) により、魚礁やその周辺を撮影し蛸集状況を観察した。9 月 20 日の佐井村長後沖での水中カメラ調査については、潮流が極めて早く、水深 50m 付近から潜航しなくなったことから、魚礁とその周辺の蛸集状況を観察できなかった。

---

<sup>1</sup> 青森県農林水産部水産局水産振興課



図 1. 計量魚群探知機 (SIMRAD EK500, 38kHz).

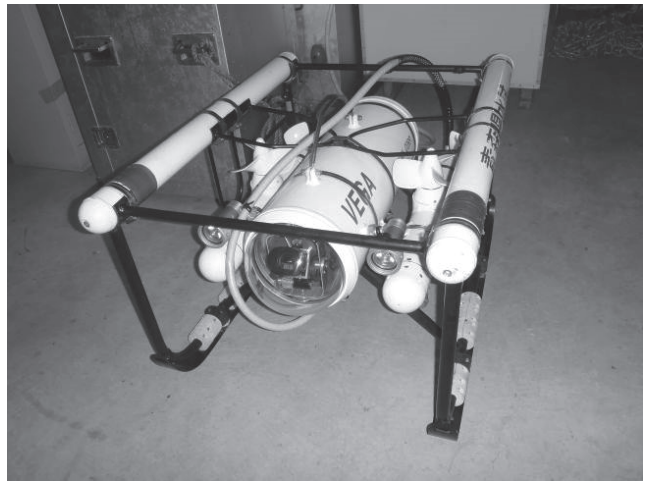


図 2. 自航式水中 TV カメラロボット.

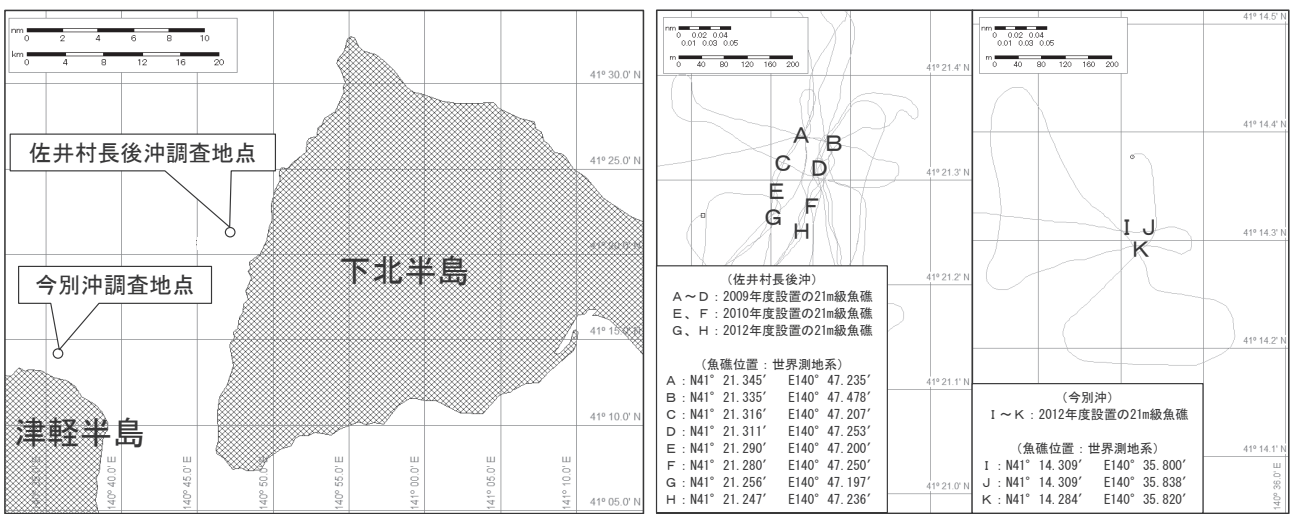


図 3. 計量魚探調査の調査地点及び航跡図（世界測地系）.

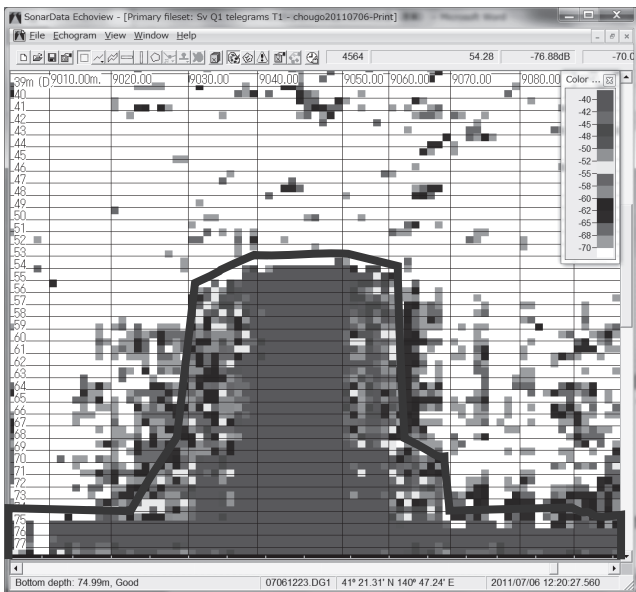


図 4. 黒色の太い線で示した魚礁エコーの影響範囲.

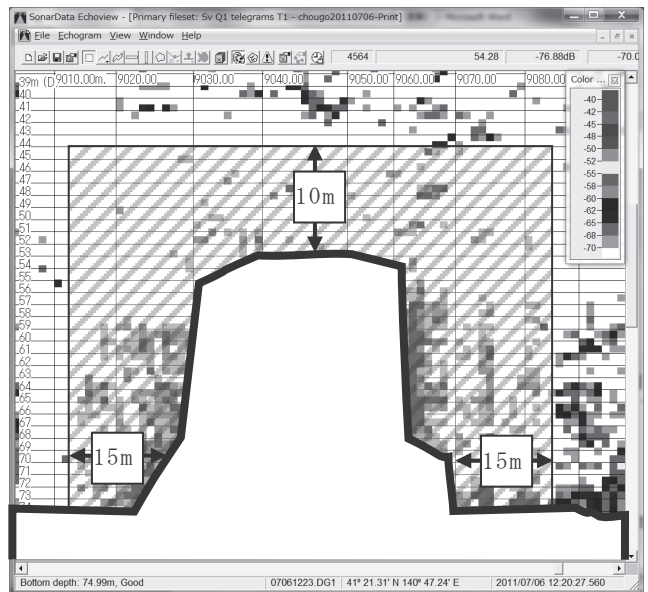


図 5. 解析した蝟集範囲（網掛け表示）.

## 結果と考察

### 1. 佐井村長後沖

#### (1) 第1回計量魚探調査及び水中カメラ調査

計量魚群探知機による Sv 値を表 1 に、エコーグラムを付図 1 に示した。21m 級魚礁の側面と上部に魚群反応が見られ、蛸集魚を全てウスメバルとして、分布密度と蛸集尾数を推測した。蛸集魚を全て 1 歳魚と見なした場合 19~672 尾/礁、2 歳魚と見なした場合 6~209 尾/礁、3 歳魚と見なした場合 4~125 尾/礁、4 歳魚と見なした場合とすると 3~91 尾/礁と推測された (表 2)。

水中カメラでは、魚礁上部を遊泳するウスメバルの群れや、魚礁の鉄骨及び付近で遊泳するキツネメバル、海底で遊泳するアイナメが観察された (付図 7)。水中カメラの接近に対して、ウスメバルは忌避行動を示したが、キツネメバルやアイナメは忌避行動を示さなかった。

表 1. 2013 年 6 月 11 日の佐井村長後沖高層魚礁解析範囲の Sv 値

	A	B	C	D	E	F	G	H
1回目	-78.00	-74.49	-73.12	-72.20	-70.30	-70.23	-71.53	-62.48
2回目	-71.51	-70.75	-73.82	-72.87	-73.97	-70.35	-77.29	-74.55
平均	-74.76	-72.62	-73.47	-72.54	-72.14	-70.29	-74.41	-68.52

表 2. 2013 年 6 月 11 日のウスメバル年齢別換算による分布密度及び蛸集尾数

		A		B		C		D		E		F		G		H	
		分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)
1歳魚	1回目	0.002	19	0.004	42	0.006	58	0.007	72	0.011	111	0.011	113	0.008	84	0.066	672
	2回目	0.008	84	0.010	100	0.005	49	0.006	61	0.005	48	0.011	110	0.002	22	0.004	42
	平均	0.005	51	0.007	71	0.005	54	0.007	67	0.008	79	0.011	111	0.005	53	0.035	357
2歳魚	1回目	0.001	6	0.001	13	0.002	18	0.002	22	0.003	35	0.003	35	0.003	26	0.021	209
	2回目	0.003	26	0.003	31	0.002	15	0.002	19	0.001	15	0.003	34	0.001	7	0.001	13
	平均	0.002	16	0.002	22	0.002	17	0.002	21	0.002	25	0.003	35	0.002	16	0.011	111
3歳魚	1回目	0.000	4	0.001	8	0.001	11	0.001	13	0.002	21	0.002	21	0.002	16	0.012	125
	2回目	0.002	16	0.002	19	0.001	9	0.001	11	0.001	9	0.002	20	0.000	4	0.001	8
	平均	0.001	10	0.001	13	0.001	10	0.001	12	0.001	15	0.002	21	0.001	10	0.007	66
4歳魚	1回目	0.000	3	0.001	6	0.001	8	0.001	10	0.001	15	0.002	15	0.001	11	0.009	91
	2回目	0.001	11	0.001	14	0.001	7	0.001	8	0.001	6	0.001	15	0.000	3	0.001	6
	平均	0.001	7	0.001	10	0.001	7	0.001	9	0.001	11	0.001	15	0.001	7	0.005	48

#### (2) 第2回計量魚探調査及び水中カメラ調査

計量魚群探知機による Sv 値を表 3 に、エコーグラムを付図 2 に示した。21m 級魚礁の側面と上部に魚群反応が見られ、蛸集魚を全てウスメバルとして、分布密度と蛸集尾数を推測した。蛸集魚を全て 1 歳魚と見なした場合 64~1,793 尾/礁、2 歳魚と見なした場合 20~558 尾/礁、3 歳魚と見なした場合 12~333 尾/礁、4 歳魚と見なした場合 9~243 尾/礁と推測された (表 4)。

表 3. 2013 年 9 月 20 日の佐井村長後沖高層魚礁解析範囲の Sv 値

	A	B	C	D	E	F	G	H
1回目	-68.68	-69.25	-68.79	-72.60	-58.22	-67.61	-70.57	-67.19
2回目	-69.15	-71.22	-70.36	-72.68	-69.48	-72.06	-65.60	-66.70
平均	-68.92	-70.24	-69.58	-72.64	-63.85	-69.84	-68.09	-66.95

表 4. 2013 年 9 月 20 日のウスメバル年齢別換算による分布密度及び蛸集尾数

		A		B		C		D		E		F		G		H	
		分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)
1歳魚	1回目	0.016	161	0.014	141	0.016	157	0.006	65	0.177	1,793	0.020	206	0.010	104	0.022	227
	2回目	0.014	145	0.009	90	0.011	110	0.006	64	0.013	134	0.007	74	0.032	328	0.025	254
	平均	0.015	153	0.011	116	0.013	133	0.006	65	0.095	963	0.014	140	0.021	216	0.024	241
2歳魚	1回目	0.005	50	0.004	44	0.005	49	0.002	20	0.055	558	0.006	64	0.003	32	0.007	71
	2回目	0.004	45	0.003	28	0.003	34	0.002	20	0.004	42	0.002	23	0.010	102	0.008	79
	平均	0.005	48	0.004	36	0.004	42	0.002	20	0.030	300	0.004	44	0.007	67	0.007	75
3歳魚	1回目	0.003	30	0.003	26	0.003	29	0.001	12	0.033	333	0.004	38	0.002	19	0.004	42
	2回目	0.003	27	0.002	17	0.002	20	0.001	12	0.002	25	0.001	14	0.006	61	0.005	47
	平均	0.003	28	0.002	21	0.002	25	0.001	12	0.018	179	0.003	26	0.004	40	0.004	45
4歳魚	1回目	0.002	22	0.002	19	0.002	21	0.001	9	0.024	243	0.003	28	0.001	14	0.003	31
	2回目	0.002	20	0.001	12	0.001	15	0.001	9	0.002	18	0.001	10	0.004	44	0.003	34
	平均	0.002	21	0.002	16	0.002	18	0.001	9	0.013	131	0.002	19	0.003	29	0.003	33

(3) 第 3 回計量魚探調査及び水中カメラ調査

計量魚群探知機による Sv 値を表 5 に、エコーグラムを付図 3 に示した。21m 級魚礁の側面と上部に魚群反応が見られ、蛸集魚を全てウスメバルとして、分布密度と蛸集尾数を推測した。蛸集魚を全て 1 歳魚と見なした場合 30~280 尾/礁、2 歳魚と見なした場合 9~87 尾/礁、3 歳魚と見なした場合 6~52 尾/礁、4 歳魚と見なした場合 4~38 尾/礁と推測された (表 6)。

水中カメラを潜航させたところ、潮流の影響により 21m 級魚礁は観察することが出来なかったものの、近くに設置されている小型魚礁を観察することができた。小型魚礁の周辺の海底にトラザメ、周辺及び内部で遊泳するアイナメ、ウマヅラハギ及びキツネメバルが観察されたが、全体的に魚影は薄かった (付図 8)。

表 5. 2014 年 2 月 26 日の佐井村長後沖高層魚礁解析範囲の Sv 値

	A	B	C	D	E	F	G	H
1回目	-75.64	-72.84	-66.28	-71.53	-72.58	-70.51	-75.94	-69.96
2回目	-67.92	-72.27	-73.15	-73.45	-73.76	-73.29	-71.62	-69.23
平均	-71.78	-72.56	-69.72	-72.49	-73.17	-71.90	-73.78	-69.60

表 6. 2014 年 2 月 26 日のウスメバル年齢別換算による分布密度及び蛸集尾数

		A		B		C		D		E		F		G		H	
		分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>3</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)
1歳魚	1回目	0.003	32	0.006	62	0.028	280	0.008	84	0.006	66	0.010	106	0.003	30	0.012	120
	2回目	0.019	192	0.007	71	0.006	58	0.005	54	0.005	50	0.006	56	0.008	82	0.014	142
	平均	0.011	112	0.007	66	0.017	169	0.007	69	0.006	58	0.008	81	0.006	56	0.013	131
2歳魚	1回目	0.001	10	0.002	19	0.009	87	0.003	26	0.002	20	0.003	33	0.001	9	0.004	37
	2回目	0.006	60	0.002	22	0.002	18	0.002	17	0.002	16	0.002	17	0.003	26	0.004	44
	平均	0.003	35	0.002	21	0.005	53	0.002	21	0.002	18	0.002	25	0.002	17	0.004	41
3歳魚	1回目	0.001	6	0.001	11	0.005	52	0.002	16	0.001	12	0.002	20	0.001	6	0.002	22
	2回目	0.004	36	0.001	13	0.001	11	0.001	10	0.001	9	0.001	10	0.002	15	0.003	26
	平均	0.002	21	0.001	12	0.003	31	0.001	13	0.001	11	0.001	15	0.001	10	0.002	24
4歳魚	1回目	0.000	4	0.001	8	0.004	38	0.001	11	0.001	9	0.001	14	0.000	4	0.002	16
	2回目	0.003	26	0.001	10	0.001	8	0.001	7	0.001	7	0.001	8	0.001	11	0.002	19
	平均	0.002	15	0.001	9	0.002	23	0.001	9	0.001	8	0.001	11	0.001	8	0.002	18

2. 今別沖

(1) 第 1 回計量魚探調査及び水中カメラ調査

計量魚群探知機による Sv 値を表 7 に、エコーグラムを付図 4 に示した。21m 級魚礁周辺の魚群反応は薄かった。蛸集魚を全てウスメバルとして、分布密度と蛸集尾数を推測した。蛸集魚を全て 1 歳魚と見なし

た場合 16～66 尾/礁、2 歳魚と見なした場合 5～21 尾/礁、3 歳魚と見なした場合 3～12 尾/礁、4 歳魚と見なした場合 2～9 尾/礁と推測された（表 8）。

水中カメラにより魚礁とその周辺を観察したが、魚類は観察されなかった（付図 9）。

(2) 第 2 回計量魚探調査及び水中カメラ調査

計量魚群探知機による Sv 値を表 7 に、エコーグラムを付図 5 に示した。21m 級魚礁の側面と上部に魚群反応が見られ、蛸集魚を全てウスメバルとして、分布密度と蛸集尾数を推測した。蛸集魚を全て 1 歳魚と見なした場合 114～587 尾/礁、2 歳魚とすると 36～183 尾/礁、3 歳魚とすると 21～108 尾/礁、4 歳魚とすると 16～80 尾/礁と推測された（表 8）。

水中カメラでは、魚礁上部の鉄骨付近及び内部で遊泳するウスメバルが観察され、その他に魚礁下部でキツネメバル及びアイナメが遊泳する状況が観察されたが、佐井村長後地区の魚礁に比べ、魚礁全体への魚類の蛸集は少なかった（付図 10）。

(3) 第 3 回計量魚探調査及び水中カメラ調査

計量魚群探知機による Sv 値を表 7 に、エコーグラムを付図 6 に示した。21m 級魚礁に魚群反応がほとんど見られなかった。蛸集魚を全てウスメバルとして、分布密度と蛸集尾数を推測した。蛸集魚を全て 1 歳魚と見なした場合 13～35 尾/礁、2 歳魚と見なした場合 4～11 尾/礁、3 歳魚と見なした場合 2～7 尾/礁、4 歳魚と見なした場合 2～5 尾/礁と推測された（表 8）。

水中カメラを潜航させたところ、潮流の影響により 21m 級魚礁は観察することが出来なかったものの、近くに設置されている小型魚礁を観察することができた。小型魚礁の内部で遊泳するウスメバル、キツネメバル、ウマヅラハギ及びフグ類が観察されたが、佐井村長後地区の魚礁に比べ、魚礁全体への魚類の蛸集は少なかった（付図 11）。

表 7. 今別沖高層魚礁の解析範囲の Sv 値

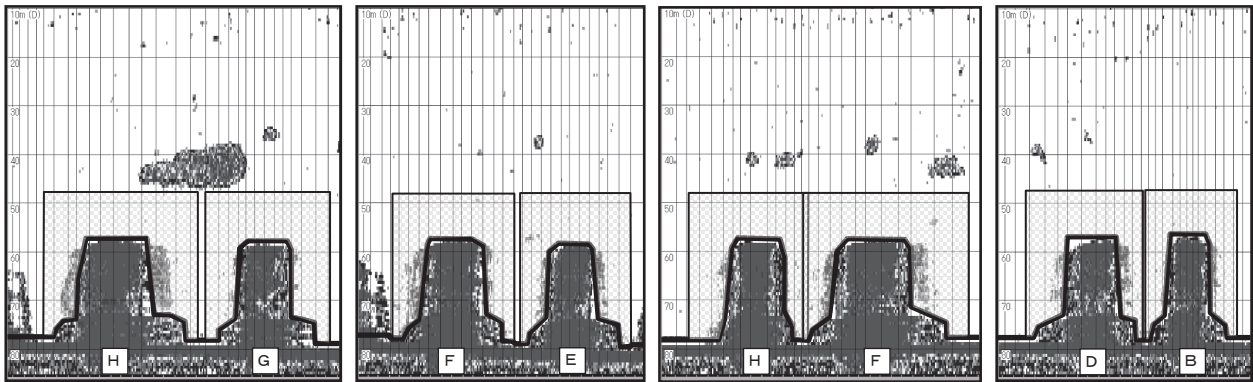
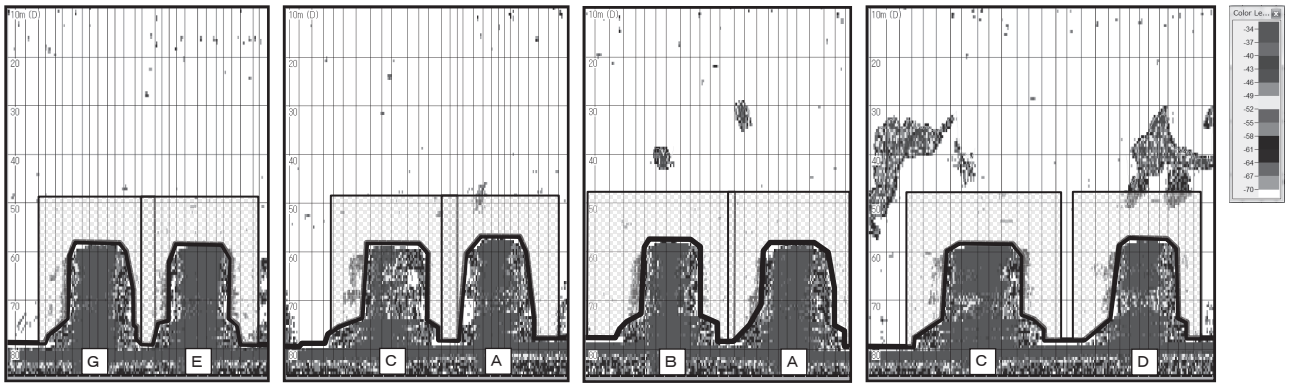
	2013年6月11日			2013年9月29日			2014年2月24日		
	I	J	K	I	J	K	I	J	K
1回目	-78.68	-75.74	-73.42	-63.07	-68.72	-69.14	-79.74	-75.26	-75.39
2回目	-76.12	-76.42	-72.53	-67.00	-70.17	-64.89	-76.63	-78.14	-77.54
平均	-77.40	-76.08	-72.98	-65.04	-69.45	-67.02	-78.19	-76.70	-76.47

表 8. 今別沖高層魚礁のウスメバル年齢別換算による分布密度及び蛸集尾数

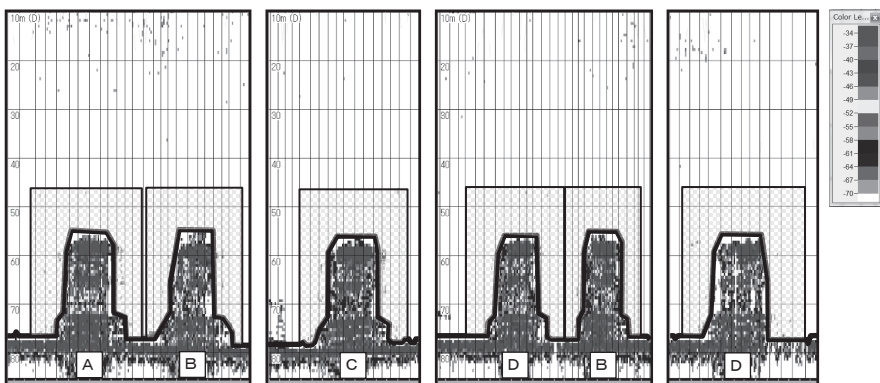
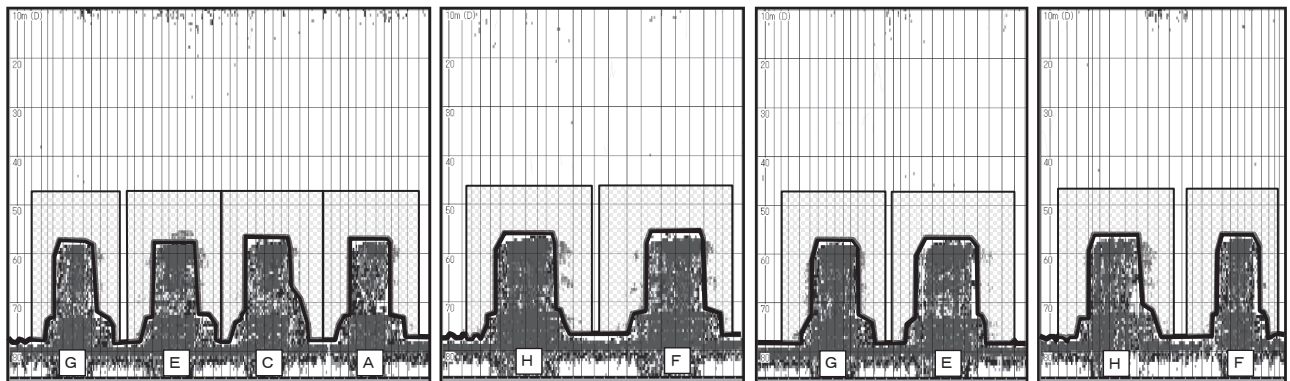
	2013年6月11日						2013年9月29日						2014年2月24日						
	I		J		K		I		J		K		I		J		K		
	分布密度 (尾/m <sup>2</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>2</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>2</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>2</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>2</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>2</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>2</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>2</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	分布密度 (尾/m <sup>2</sup> )	蛸集尾数 (尾/礁)	
1歳魚	1回目	0.002	16	0.003	32	0.005	54	0.058	587	0.016	160	0.014	145	0.001	13	0.004	35	0.003	34
	2回目	0.003	29	0.003	27	0.007	66	0.023	237	0.011	114	0.038	386	0.003	26	0.002	18	0.002	21
	平均	0.002	23	0.003	29	0.006	60	0.041	412	0.014	137	0.026	265	0.002	19	0.003	27	0.003	28
2歳魚	1回目	0.000	5	0.001	10	0.002	17	0.018	183	0.005	50	0.004	45	0.000	4	0.001	11	0.001	11
	2回目	0.001	9	0.001	8	0.002	21	0.007	74	0.004	36	0.012	120	0.001	8	0.001	6	0.001	7
	平均	0.001	7	0.001	9	0.002	19	0.013	128	0.004	43	0.008	83	0.001	6	0.001	8	0.001	9
3歳魚	1回目	0.000	3	0.001	6	0.001	10	0.011	109	0.003	30	0.003	27	0.000	2	0.001	7	0.001	6
	2回目	0.001	5	0.000	5	0.001	12	0.004	44	0.002	21	0.007	72	0.000	5	0.000	3	0.000	4
	平均	0.000	4	0.001	5	0.001	11	0.008	77	0.003	25	0.005	49	0.000	4	0.000	5	0.001	5
4歳魚	1回目	0.000	2	0.000	4	0.001	7	0.008	80	0.002	22	0.002	20	0.000	2	0.000	5	0.000	5
	2回目	0.000	4	0.000	4	0.001	9	0.003	32	0.002	16	0.005	52	0.000	4	0.000	2	0.000	3
	平均	0.000	3	0.000	4	0.001	8	0.006	56	0.002	19	0.004	36	0.000	3	0.000	4	0.000	4

文 献

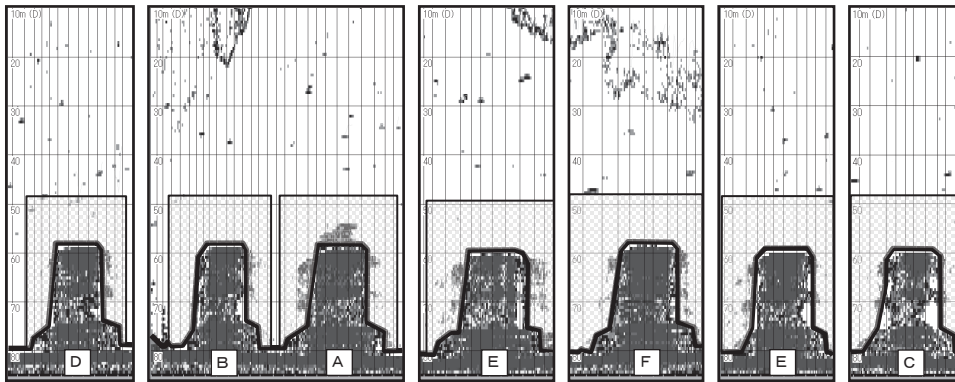
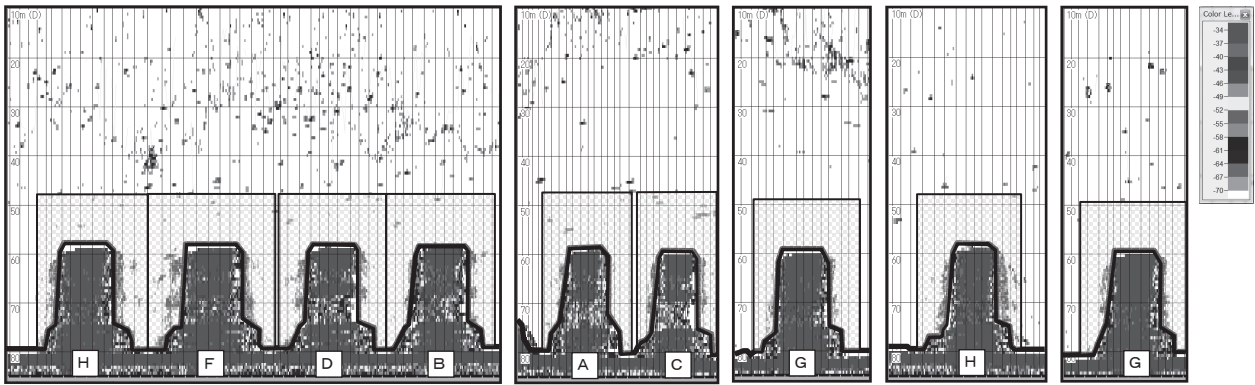
- 1) 兜森良則・澤田浩一（2010）計量魚探を用いた新たな資源評価手法の開発．平成 21 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，11-14.



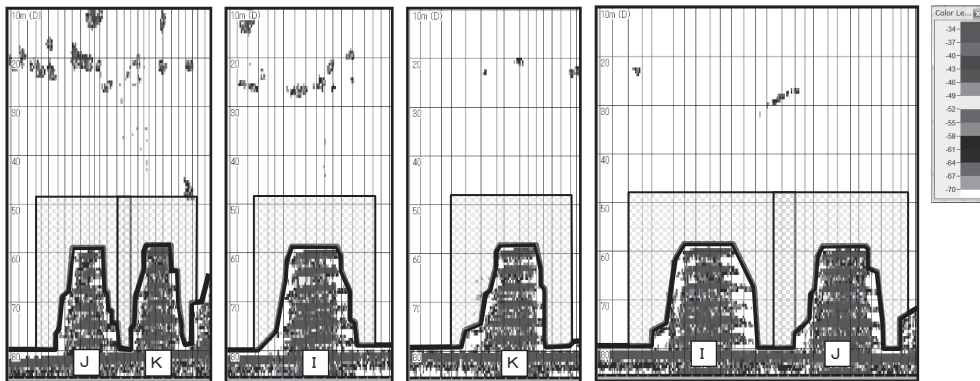
付図 1. 2013 年 6 月 11 日、佐井村長後沖のエコーグラム  
 (黒色太線は魚礁及び海底ライン、解析した蛸集範囲は網掛け囲み)



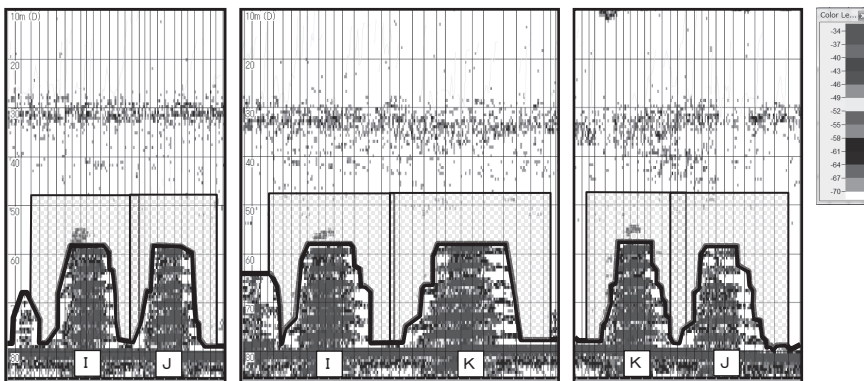
付図 2. 2013 年 9 月 20 日、佐井村長後沖のエコーグラム  
 (黒色太線は魚礁及び海底ライン、解析した蛸集範囲は網掛け囲み)



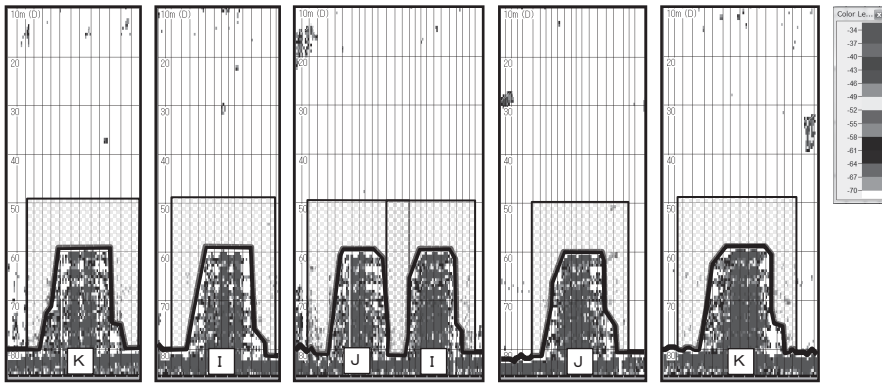
付図 3. 2014年2月26日佐井村長後沖のエコーグラム  
 (黒色太線は魚礁及び海底ライン、解析した蛸集範囲は網掛け囲み)



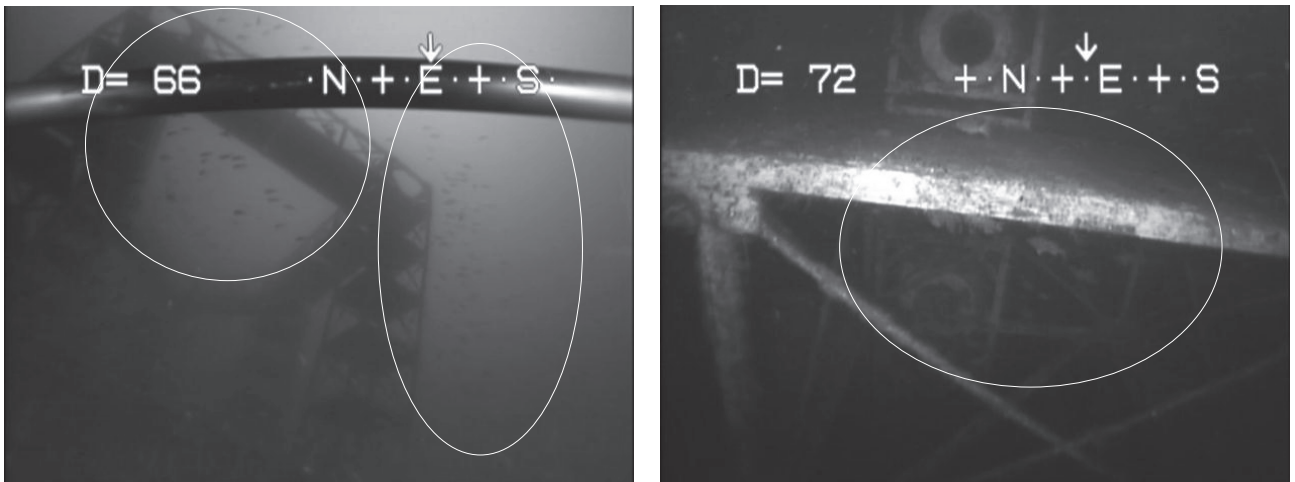
付図 4. 2013年6月11日、今別沖 (黒色太線は魚礁及び海底ライン、解析した蛸集範囲は網掛け囲み)



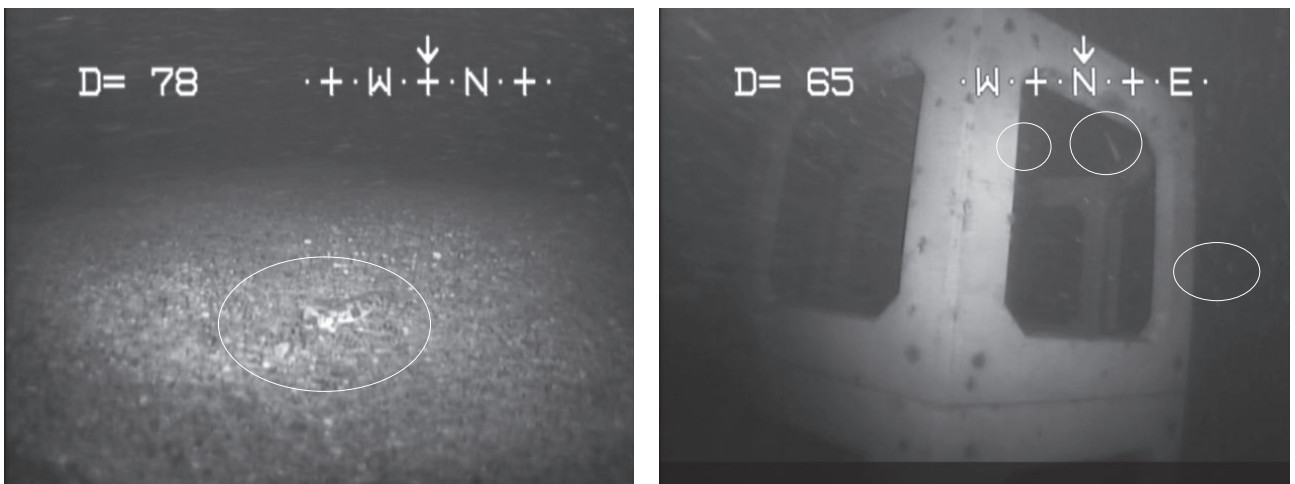
付図 5. 2013年9月19日、今別沖 (黒色太線は魚礁及び海底ライン、解析した蛸集範囲は網掛け囲み)



付図 6. 2014 年 2 月 24 日、今別沖（黒色太線は魚礁及び海底ライン、解析した蛸集範囲は網掛け囲み）

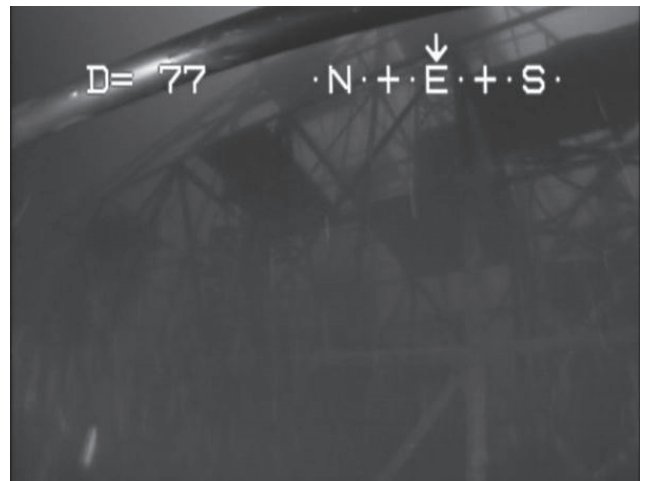
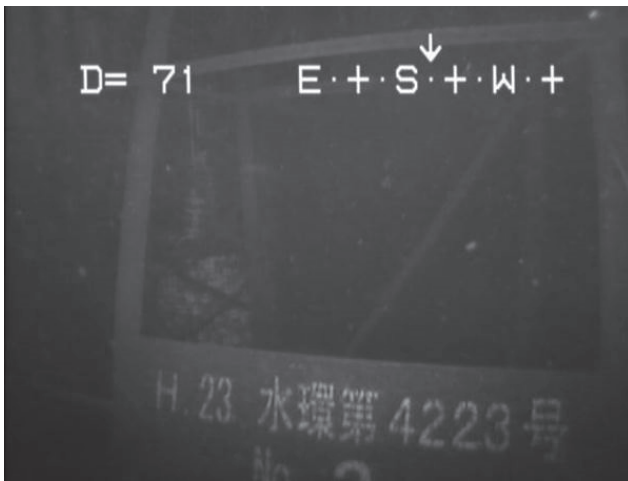


付図 7. 2013 年 6 月 13 日（佐井村長後沖）、魚礁内部に群れるウスメバル（左図）、キツネメバル（右図）

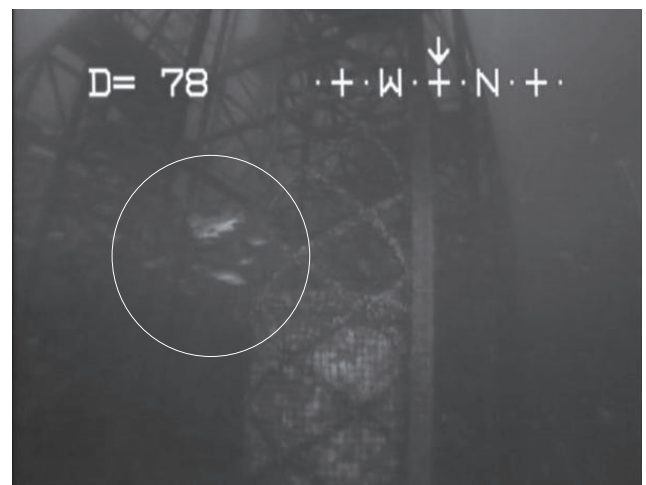


付図 8. 2013 年 12 月 2 日、トラザメ（左図）、ウマヅラハギ（右図）

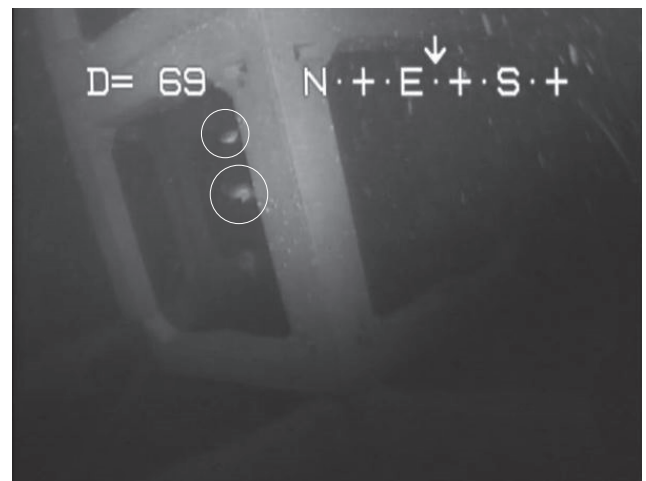
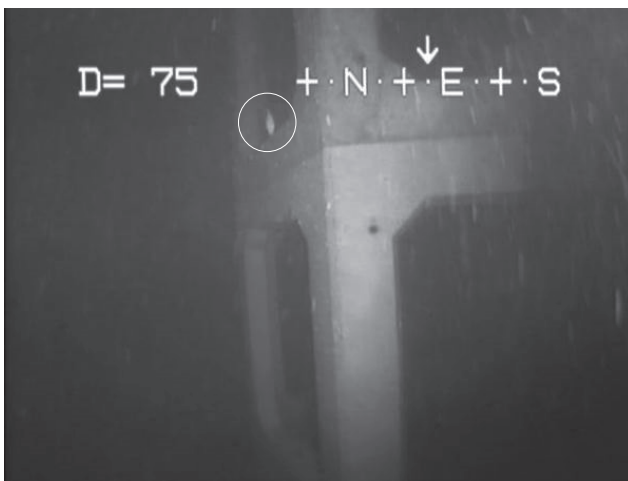




付図 9. 2013 年 6 月 14 日 (今別沖)、高層魚礁上部 (左図)、高層魚礁底層部 (右図)



付図 10. 2013 年 9 月 19 日 (今別沖)、魚礁内部で遊泳するウスメバル (左図) キツネメバル (右図)



付図 11. 2013 年 12 月 3 日 (今別沖)、魚礁内部で遊泳するウスメバルとキツネメバル (左図)、ウマヅラハギ (右図)