

高層魚礁効果調査

竹谷裕平

目 的

今別町沖合（以下、「今別地区」と記す。）、佐井村長後沖合（以下、「長後地区」と記す。）において、平成 26 年度までに設置された 20m 級の増殖礁（以下、「高層魚礁」と記す。）を対象に、計量魚群探知機による蛸集総立積の推定や釣獲調査による魚種の特定等を行う。

材料と方法

1. 計量魚群探知機による蛸集総立積の推定

計量魚群探知機調査について、今別地区は 2015 年 5 月 19 日及び同年 9 月 14 日、同年 12 月 2 日、長後地区は 2015 年 5 月 18 日及び同年 9 月 16 日、同年 12 月 2 日のいずれも昼間に、試験船・青鵬丸（65 トン）に搭載された計量魚群探知機（SIMRAD EK500、38kHz）を用いてウスメバル幼稚魚等の蛸集状況を調査した。調査は、高層魚礁の直上を約 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それぞれ 2 回ずつ測定した。

解析は、Sonar Data Echoview (SonarData Pty Ltd.) を用いた。まず、分解能の最小単位（以下、「セル」と記す。）ごとに 1m³あたりの体積後方散乱強度（以下、「Sv 値」と記す。単位：dB）を計算し、画面上に色分けしてエコーグラム（魚群探知機で得られた画像イメージ）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。即ち、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。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 10m まで、魚礁の最端から水平方向 15m までとし、その範囲内の反応を蛸集量と定めた。蛸集量について、過去のデータ¹⁾と比較した。

ウスメバルの蛸集量の推定は、蛸集範囲の平均 Sv 値をウスメバルの TS（後方散乱断面積、単位：dB）で割り、1m³あたりのウスメバル個体数を算出し、定めた蛸集範囲（魚礁内部を除く）の体積（10,122m³）に引き伸ばして、蛸集個体数を求めた。なお、蛸集範囲の魚群反応を全てウスメバルとし、1 歳魚（SL=7cm、体重 9g）、2 歳魚（SL=12cm、体重 50g）、3 歳魚（SL=15cm、体重 107g）、4 歳魚（SL=18cm、体重 170g）の 4 例で、それぞれ推定した。また、ウスメバルの体長と TS との関係は、兜森・澤田²⁾より以下の関係式を用いた。

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

2. 釣獲調査による魚種の特定及び魚礁漁場漁獲量の評価

釣獲調査は、2015 年 5 月から 2016 年 3 月まで毎月、日の出から日の入りの間に、各地区ごとのべ 4 隻/月の一本釣り漁業を営む標本船を用いて実施した。

各標本船は野帳に操業場所、出港時間、操業開始時刻、操業終了時刻、帰港時間、魚礁利用時間、周辺のその他の操業隻数、釣獲した魚種、釣獲した漁獲量、釣獲した個体数を記録した。

また、標本船の魚種別漁獲量及び操業日数を、月ごとに聴き取りした。さらに、標本船が所属する漁業協同組合では、一本釣り漁業の操業隻数と水揚された魚種別の数量を、月ごとに聴き取りした。なお、今別地区の 3 月分については 1 日から 7 日までのデータを集計して、1 ヶ月分に引き延ばした。長後地区における地区全体の総漁獲量は、期間内の集計が困難であったため、前年度 3 月の値を用いた。

結果と考察

1. 計量魚群探知機による蛸集総立積の推定

(1) 今別地区

計量魚群探知機のエコーグラムでは、高層魚礁の側面や上部に魚群の反応が見られた。

2015年5月の調査では、解析範囲の平均 Sv 値は-73.87dBであった(表1)。全ての蛸集魚をウスメバルと仮定すると、1歳魚の場合は108個体/礁、2歳魚の場合は34個体/礁、3歳魚の場合は20個体/礁、4歳魚の場合は15個体/礁と推定された。

2015年9月の調査では、解析範囲の平均 Sv 値は-68.73dBであった(表2)。全ての蛸集魚をウスメバルと仮定すると、1歳魚の場合は224個体/礁、2歳魚の場合は70個体/礁、3歳魚の場合は42個体/礁、4歳魚の場合は30個体/礁と推定された。

2015年12月の調査では、解析範囲の平均 Sv 値は-66.46dBであった(表3)。全ての蛸集魚をウスメバルと仮定すると、1歳魚の場合は1,531個体/礁、2歳魚の場合は477個体/礁、3歳魚の場合は284個体/礁、4歳魚の場合は208個体/礁と推定された。

(2) 長後地区

計量魚群探知機のエコーグラムでは、高層魚礁の側面や上部に魚群の反応が見られた。

2015年5月の調査では、解析範囲の平均 Sv 値は-68.52dBであった(表4)。全ての蛸集魚をウスメバルと仮定すると、1歳魚の場合は786個体/礁、2歳魚の場合は245個体/礁、3歳魚の場合は146個体/礁、4歳魚の場合は107個体/礁と推定された。

2015年9月の調査では、解析範囲の平均 Sv 値は-66.09dBであった(表5)。全ての蛸集魚をウスメバルと仮定すると、1歳魚の場合は1,852個体/礁、2歳魚の場合は577個体/礁、3歳魚の場合は344個体/礁、4歳魚の場合は251個体/礁と推定された。

2015年12月の調査では、解析範囲の平均 Sv 値は-69.77dBであった(表6)。全ての蛸集魚をウスメバルと仮定すると、1歳魚の場合は144個体/礁、2歳魚の場合は45個体/礁、3歳魚の場合は27個体/礁、4歳魚の場合は20個体/礁と推定された。

(3) 平均推定蛸集量の推移

本調査で得られた各地区の高層魚礁におけるウスメバルの平均蛸集量を1歳魚に換算した値について、過去の調査結果を含めて図1に示した。今別地区では、2013年6月～2014年2月および2015年5月～同年9月の期間は、25～272個体/魚礁と低い値を示した。一方、2014年7月～2015年1月は607～2,364個体/魚礁、2015年12月は1,531個体/魚礁と高い値を示した。長後地区では、2011年3月調査で1,421個体/魚礁という高い値が得られたが、同年7月～2014年5月まで、34-343個体/魚礁と低調に推移した。一方、2014年9月～2015年9月の期間は786～2,057個体/魚礁と高い値が得られた。この結果から、今般の調査対象である高層魚礁は設置後数年を経過して、蛸集効果が徐々に向上していると考えられた。一方、これまでの調査で高い値が得られたのは2014年7月以降であり、季節性等について言及するにはデータが不十分であることから、今後の課題としたい。

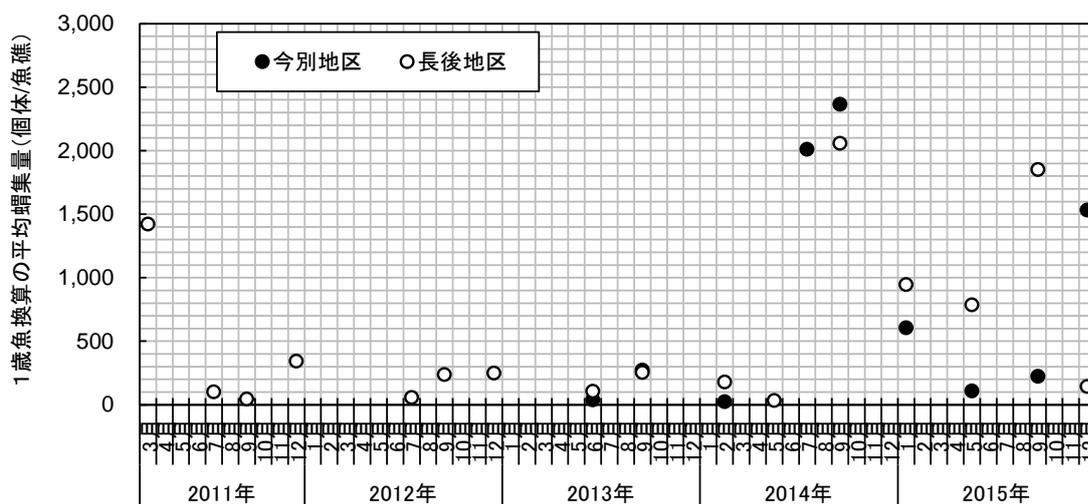


図 1. 高層魚礁におけるウスメバル鯖集量(1歳魚換算)の年推移

表 1. 2015年5月の今別地区高層魚礁における Sv 値並びに推定されたウスメバル分布密度及び鯖集個体数

(1)解析範囲におけるSv値								単位: dB
魚礁記号	1	2	3	4	5	6	平均	
1回目	-74.27	-74.20	-74.02	-73.38	-79.30	-75.25	-75.07	
2回目	-76.36	-82.95	-74.76	-63.15	-73.59	-65.23	-72.67	
平均	-75.32	-78.58	-74.39	-68.26	-76.45	-70.24	-73.87	

(2)分布密度								単位: 個体/m ³
魚礁記号	1	2	3	4	5	6	平均	
1歳魚	1回目	0.004	0.004	0.005	0.005	0.001	0.004	0.004
	2回目	0.003	0.001	0.004	0.057	0.005	0.035	0.017
	平均	0.004	0.003	0.004	0.031	0.003	0.019	0.011
2歳魚	1回目	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000	0.001	0.001
	2回目	0.001	0.000	0.001	0.018	0.002	0.011	0.005
	平均	0.001	0.001	0.001	0.010	0.001	0.006	0.003
3歳魚	1回目	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
	2回目	0.001	0.000	0.001	0.011	0.001	0.007	0.003
	平均	0.001	0.000	0.001	0.006	0.001	0.004	0.002
4歳魚	1回目	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001
	2回目	0.000	0.000	0.001	0.008	0.001	0.005	0.002
	平均	0.000	0.000	0.001	0.004	0.000	0.003	0.001

(3)鯖集個体数								単位: 個体/礁
魚礁記号	1	2	3	4	5	6	平均	
1歳魚	1回目	44	45	47	55	14	36	40
	2回目	27	6	40	576	52	357	176
	平均	36	26	43	315	33	196	108
2歳魚	1回目	14	14	15	17	4	11	13
	2回目	9	2	12	179	16	111	55
	平均	11	8	14	98	10	61	34
3歳魚	1回目	8	8	9	10	3	7	7
	2回目	5	1	7	107	10	66	33
	平均	7	5	8	59	6	36	20
4歳魚	1回目	6	6	6	7	2	5	5
	2回目	4	1	5	78	7	48	24
	平均	5	3	6	43	4	27	15

表 2. 2015 年 9 月の今別地区高層魚礁における Sv 値並びに推定されたウスメバル分布密度及び蜻集個体数

(1)解析範囲におけるSv値 単位: dB

魚礁記号	1	2	3	4	5	6	平均
1回目	-63.68	-68.86	-71.33	-64.28	-66.88	-76.36	-68.56
2回目	-63.34	-71.08	-69.53	-73.41	-67.15	-68.90	-68.90
平均	-63.51	-69.97	-70.43	-68.84	-67.02	-72.63	-68.73

(2)分布密度 単位: 個体/m³

魚礁記号	1	2	3	4	5	6	平均	
1歳魚	1回目	0.050	0.015	0.009	0.044	0.024	0.003	0.024
	2回目	0.055	0.009	0.013	0.005	0.023	0.015	0.020
	平均	0.052	0.012	0.011	0.025	0.023	0.009	0.022
2歳魚	1回目	0.016	0.005	0.003	0.014	0.008	0.001	0.008
	2回目	0.017	0.003	0.004	0.002	0.007	0.005	0.006
	平均	0.016	0.004	0.003	0.008	0.007	0.003	0.007
3歳魚	1回目	0.009	0.003	0.002	0.008	0.004	0.001	0.004
	2回目	0.010	0.002	0.002	0.001	0.004	0.003	0.004
	平均	0.010	0.002	0.002	0.005	0.004	0.002	0.004
4歳魚	1回目	0.007	0.002	0.001	0.006	0.003	0.000	0.003
	2回目	0.007	0.001	0.002	0.001	0.003	0.002	0.003
	平均	0.007	0.002	0.001	0.003	0.003	0.001	0.003

(3)蜻集個体数 単位: 個体/礁

魚礁記号	1	2	3	4	5	6	平均	
1歳魚	1回目	510	155	88	445	244	28	245
	2回目	552	93	133	54	229	153	202
	平均	531	124	110	249	237	90	224
2歳魚	1回目	159	48	27	138	76	9	76
	2回目	172	29	41	17	71	48	63
	平均	165	39	34	78	74	28	70
3歳魚	1回目	95	29	16	83	45	5	45
	2回目	103	17	25	10	43	28	38
	平均	99	23	20	46	44	17	42
4歳魚	1回目	69	21	12	60	33	4	33
	2回目	75	13	18	7	31	21	27
	平均	72	17	15	34	32	12	30

表 3. 2015 年 12 月の今別地区高層魚礁における Sv 値並びに推定されたウスメバル分布密度及び蜻集個体数

(1)解析範囲におけるSv値								単位: dB
魚礁記号	1	2	3	4	5	6	平均	
1回目	-60.19	-67.58	-69.73	-61.45	-76.96	-69.68	-67.60	
2回目	-50.38	-71.90	-74.37	-54.33	-76.72	-64.28	-65.33	
平均	-55.28	-69.74	-72.05	-57.89	-76.84	-66.98	-66.46	

(2)分布密度								単位: 個体/m ³
魚礁記号	1	2	3	4	5	6	平均	
1歳魚	1回目	0.113	0.021	0.012	0.084	0.002	0.013	0.041
	2回目	1.078	0.008	0.004	0.434	0.003	0.044	0.262
	平均	0.595	0.014	0.008	0.259	0.002	0.028	0.151
2歳魚	1回目	0.035	0.006	0.004	0.026	0.001	0.004	0.013
	2回目	0.336	0.002	0.001	0.135	0.001	0.014	0.082
	平均	0.185	0.004	0.003	0.081	0.001	0.009	0.047
3歳魚	1回目	0.021	0.004	0.002	0.016	0.000	0.002	0.008
	2回目	0.200	0.001	0.001	0.081	0.000	0.008	0.049
	平均	0.111	0.003	0.002	0.048	0.000	0.005	0.028
4歳魚	1回目	0.015	0.003	0.002	0.011	0.000	0.002	0.006
	2回目	0.146	0.001	0.001	0.059	0.000	0.006	0.035
	平均	0.081	0.002	0.001	0.035	0.000	0.004	0.021

(3)蜻集個体数								単位: 個体/礁
魚礁記号	1	2	3	4	5	6	平均	
1歳魚	1回目	1,140	208	127	852	24	128	413
	2回目	10,911	77	43	4,392	25	445	2,649
	平均	6,025	142	85	2,622	25	286	1,531
2歳魚	1回目	355	65	39	265	7	40	129
	2回目	3,398	24	14	1,368	8	138	825
	平均	1,877	44	26	817	8	89	477
3歳魚	1回目	212	39	24	158	4	24	77
	2回目	2,027	14	8	816	5	83	492
	平均	1,120	26	16	487	5	53	284
4歳魚	1回目	155	28	17	116	3	17	56
	2回目	1,479	10	6	596	3	60	359
	平均	817	19	12	356	3	39	208

表 4. 2015 年 5 月の長後地区高層魚礁における Sv 値並びに推定されたウスメバル分布密度及び蝟集個体数

(1)解析範囲におけるSv値									
									単位: dB
魚礁記号	A	B	C	D	E	F	G	H	平均
1回目	-69.92	-76.14	-71.29	-67.18	-63.64	-74.56	-70.39	-60.75	-69.23
2回目	-72.53	-51.81	-72.83	-75.32	-67.99	-57.56	-69.85	-74.59	-67.81
平均	-71.22	-63.98	-72.06	-71.25	-65.82	-66.06	-70.12	-67.67	-68.52

(2)分布密度										
									単位: 個体/m ³	
魚礁記号	A	B	C	D	E	F	G	H	平均	
1歳魚	1回目	0.012	0.003	0.009	0.023	0.051	0.004	0.011	0.099	0.026
	2回目	0.007	0.774	0.006	0.003	0.019	0.206	0.012	0.004	0.129
	平均	0.009	0.388	0.007	0.013	0.035	0.105	0.011	0.052	0.078
2歳魚	1回目	0.004	0.001	0.003	0.007	0.016	0.001	0.003	0.031	0.008
	2回目	0.002	0.241	0.002	0.001	0.006	0.064	0.004	0.001	0.040
	平均	0.003	0.121	0.002	0.004	0.011	0.033	0.004	0.016	0.024
3歳魚	1回目	0.002	0.001	0.002	0.004	0.009	0.001	0.002	0.018	0.005
	2回目	0.001	0.144	0.001	0.001	0.003	0.038	0.002	0.001	0.024
	平均	0.002	0.072	0.001	0.002	0.006	0.020	0.002	0.010	0.014
4歳魚	1回目	0.002	0.000	0.001	0.003	0.007	0.001	0.001	0.013	0.004
	2回目	0.001	0.105	0.001	0.000	0.003	0.028	0.002	0.001	0.017
	平均	0.001	0.053	0.001	0.002	0.005	0.014	0.002	0.007	0.011

(3)蝟集個体数										
									単位: 個体/礁	
魚礁記号	A	B	C	D	E	F	G	H	平均	
1歳魚	1回目	121	29	88	228	514	42	109	1,002	267
	2回目	66	7,835	62	35	189	2,087	123	41	1,305
	平均	94	3,932	75	131	352	1,064	116	522	786
2歳魚	1回目	38	9	28	71	160	13	34	312	83
	2回目	21	2,440	19	11	59	650	38	13	406
	平均	29	1,224	23	41	110	331	36	162	245
3歳魚	1回目	23	5	16	42	96	8	20	186	50
	2回目	12	1,456	12	6	35	388	23	8	242
	平均	17	731	14	24	65	198	22	97	146
4歳魚	1回目	16	4	12	31	70	6	15	136	36
	2回目	9	1,062	8	5	26	283	17	6	177
	平均	13	533	10	18	48	144	16	71	107

表 5. 2015 年 9 月の長後地区高層魚礁における Sv 値並びに推定されたウスメバル分布密度及び蝟集個体数

(1)解析範囲におけるSv値									
									単位: dB
魚礁記号	A	B	C	D	E	F	G	H	平均
1回目	-67.69	-67.77	-67.24	-66.04	-69.20	-66.51	-61.94	-67.20	-66.70
2回目	-67.65	-70.88	-65.69	-70.73	-46.62	-65.84	-69.99	-66.46	-65.48
平均	-67.67	-69.33	-66.46	-68.38	-57.91	-66.17	-65.97	-66.83	-66.09

(2)分布密度										
									単位: 個体/m ³	
魚礁記号	A	B	C	D	E	F	G	H	平均	
1歳魚	1回目	0.020	0.020	0.022	0.029	0.014	0.026	0.075	0.022	0.029
	2回目	0.020	0.010	0.032	0.010	2.558	0.031	0.012	0.027	0.337
	平均	0.020	0.015	0.027	0.020	1.286	0.028	0.043	0.024	0.183
2歳魚	1回目	0.006	0.006	0.007	0.009	0.004	0.008	0.023	0.007	0.009
	2回目	0.006	0.003	0.010	0.003	0.797	0.010	0.004	0.008	0.105
	平均	0.006	0.005	0.008	0.006	0.400	0.009	0.014	0.008	0.057
3歳魚	1回目	0.004	0.004	0.004	0.005	0.003	0.005	0.014	0.004	0.005
	2回目	0.004	0.002	0.006	0.002	0.475	0.006	0.002	0.005	0.063
	平均	0.004	0.003	0.005	0.004	0.239	0.005	0.008	0.005	0.034
4歳魚	1回目	0.003	0.003	0.003	0.004	0.002	0.004	0.010	0.003	0.004
	2回目	0.003	0.001	0.004	0.001	0.347	0.004	0.002	0.004	0.046
	平均	0.003	0.002	0.004	0.003	0.174	0.004	0.006	0.003	0.025

(3)蝟集個体数										
									単位: 個体/礁	
魚礁記号	A	B	C	D	E	F	G	H	平均	
1歳魚	1回目	203	199	225	296	143	266	760	227	290
	2回目	205	97	321	101	25,889	310	119	269	3,414
	平均	204	148	273	198	13,016	288	440	248	1,852
2歳魚	1回目	63	62	70	92	45	83	237	71	90
	2回目	64	30	100	31	8,063	97	37	84	1,063
	平均	63	46	85	62	4,054	90	137	77	577
3歳魚	1回目	38	37	42	55	27	49	141	42	54
	2回目	38	18	60	19	4,811	58	22	50	634
	平均	38	27	51	37	2,419	54	82	46	344
4歳魚	1回目	27	27	30	40	19	36	103	31	39
	2回目	28	13	44	14	3,510	42	16	36	463
	平均	28	20	37	27	1,765	39	60	34	251

表 6. 2015 年 12 月の長後地区高層魚礁における Sv 値並びに推定されたウスメバル分布密度及び蛸集個体数

(1)解析範囲におけるSv値									
									単位: dB
魚礁記号	A	B	C	D	E	F	G	H	平均
1回目	-66.61	-69.49	-66.49	-66.58	-73.86	-68.19	-66.83	-68.82	-68.36
2回目	-71.22	-71.36	-69.02	-70.15	-71.58	-72.36	-71.71	-72.03	-71.18
平均	-68.91	-70.42	-67.76	-68.37	-72.72	-70.28	-69.27	-70.42	-69.77

(2)分布密度										
									単位: 個体/m ³	
魚礁記号	A	B	C	D	E	F	G	H	平均	
1歳魚	1回目	0.026	0.013	0.026	0.026	0.005	0.018	0.024	0.015	0.019
	2回目	0.009	0.009	0.015	0.011	0.008	0.007	0.008	0.007	0.009
	平均	0.017	0.011	0.021	0.019	0.007	0.012	0.016	0.011	0.014
2歳魚	1回目	0.008	0.004	0.008	0.008	0.002	0.006	0.008	0.005	0.006
	2回目	0.003	0.003	0.005	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003
	平均	0.005	0.003	0.006	0.006	0.002	0.004	0.005	0.004	0.004
3歳魚	1回目	0.005	0.002	0.005	0.005	0.001	0.003	0.005	0.003	0.004
	2回目	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002
	平均	0.003	0.002	0.004	0.003	0.001	0.002	0.003	0.002	0.003
4歳魚	1回目	0.003	0.002	0.004	0.003	0.001	0.002	0.003	0.002	0.003
	2回目	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	平均	0.002	0.001	0.003	0.003	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002

(3)蛸集個体数										
									単位: 個体/礁	
魚礁記号	A	B	C	D	E	F	G	H	平均	
1歳魚	1回目	260	134	267	261	49	180	247	156	194
	2回目	90	87	149	115	83	69	80	75	93
	平均	175	110	208	188	66	125	164	115	144
2歳魚	1回目	81	42	83	81	15	56	77	49	61
	2回目	28	27	46	36	26	22	25	23	29
	平均	54	34	65	59	20	39	51	36	45
3歳魚	1回目	48	25	50	49	9	34	46	29	36
	2回目	17	16	28	21	15	13	15	14	17
	平均	32	21	39	35	12	23	30	21	27
4歳魚	1回目	35	18	36	35	7	24	34	21	26
	2回目	12	12	20	16	11	9	11	10	13
	平均	24	15	28	25	9	17	22	16	20

2. 釣獲調査による魚種の特定

(1) 今別地区

今年度、当該地区で釣獲された魚種では、ウスメバル 25.5 kg、クロソイ 28.1 kg が目立った（図 5）。ウスメバルは周年釣獲され、特に 9 月 2.1 kg、12～3 月 1.8～8.8 kg、クロソイは 5 月 14.6 kg、2 月 7.4 kg とそれぞれ多く、季節性が認められた。その他に、アイナメやキツネメバルが釣獲された。

(2) 長後地区

今年度、当該地区で釣獲された魚種では、アイナメ 32.4 kg、キツネメバル 25.5 kg、マダイ 14.8 kg、ヒラメ 22.6 kg、ブリ 23.0 kg が目立った（図 5）。アイナメは 2 月に 20.0 kg、マダイは 7～8 月に 2.5～12.3 kg、ヒラメは 9 月に 10.0 kg、1 月に 8.7 kg、ブリは 5～7・10～11 月に 3.3～6.5 kg とそれぞれ多く、季節性が認められた。キツネメバルは周年釣獲された。一方、ウスメバルは 6 月 1.0 kg、12 月 0.6 kg と限定的であった。

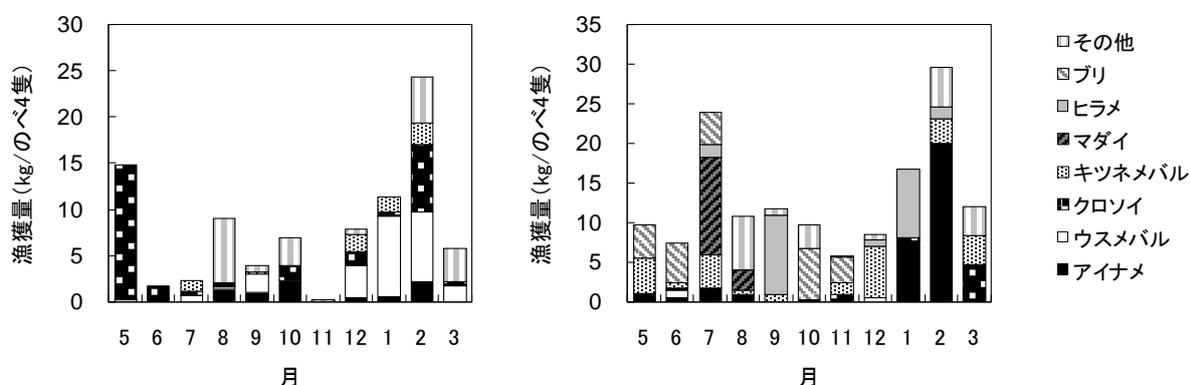


図 5 高層魚礁における釣獲調査結果(左:今別地区、右:長後地区)

本県におけるウスメバルの漁獲量は 1996 年頃から増加傾向に転じて、2010 年までの間は 390-646 トンと高位で推移していたが、2011 年以降は減少傾向に転じ、2014 年は 1981 年以降では最低水準の 185 トン、2015 年が 244 トンと低位で推移しており、本種の資源動向が懸念されている。

今後も同様の調査を継続して、ウスメバル等魚類の資源動向をモニタリングするとともに、高層魚礁の効果を調査する必要があると考えられた。

文 献

- 1) 竹谷裕平（2016）高層魚礁効果調査．平成 26 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告、85-95.
- 2) 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.