

アカイカ漁場探査シミュレーションモデル開発事業

佐藤晋一・田中淳也

目 的

中型イカ釣船のアカイカ操業をサポートするため、これまでの調査で蓄積したアカイカに関するデータや、衛星や再解析モデルによる大気・海洋のデータ等を用い、アカイカ漁場形成予測を行うことが可能なシミュレーションモデルの開発を目指す。

材料と方法

図 1 に示した太平洋海域において、試験船開運丸（208 トン）でイカ釣り試験と海洋観測（水温・塩分観測、潮流観測、クロロフィル a・栄養塩用の採水、動物プランクトンの採集）を実施した。また、資源評価の基礎資料となる八戸港のアカイカ漁獲量を取りまとめ、中型イカ釣船の標本船調査を実施した。

1 アカイカ漁場探査シミュレーションモデル開発検討会

アカイカの精度の高い漁場形成予測が可能なシミュレーションモデルを開発するため、アカイカ漁場探査シミュレーションモデル開発検討会を開催した。

2 漁獲調査

平成 22 年 11 月、12 月及び平成 23 年 1 月に日没～日出まで、開運丸に設置しているイカ釣機(SE-1K2: (株) 三明) を 7 台～14 台使用し、約 2 時間～12 時間のイカ釣操業を行った。各操業地点において CTD (SBE-911plus: シーバード社) による水深 1000m 以浅の水温・塩分観測と ADCP (RD 社) による潮流観測、ニスキン採水器による採水(クロロフィル a・栄養塩)を実施した。動物プランクトンの採集は改良型ノルパックネットを使用し、ワイヤー長 150m の鉛直曳きを行った。動物プランクトンの同定は北海道大学大学院水産科学院海洋生物学講座に依頼した。

3 標本船調査

八戸港及び大畑港に所属する中型イカ釣船を標本船とする調査を行った。調査項目は漁獲月日・漁獲位置(緯度経度)・使用イカ釣機台数・1 ケースの重量(kg)・表面水温(℃)・入れ尾数別のケース数(個)とした。

結果と考察

1 アカイカ漁場探査シミュレーションモデル開発検討会

平成 22 年 7 月 9 日、11 月 5 日及び平成 23 年 2 月 17 日にそれぞれ(独)水産総合研究センター中央水産研究所にて開催した。参集範囲は京都大学、(独)水産総合研究センター遠洋水産研究所、(財)日本海洋振興財団むつ海洋研究所、(独)海洋研究開発機構とし、シミュレーションモデルの開発状況・協議・事業の成果物の検討、入力データの整理・提供、試験船での調査計画、今後の事業展開などについて話し合った。

2 漁獲調査

調査月・回次、操業地点の結果を表 1 及び付表 1～4 に示した。また漁獲状況(CPUE)を図 2 に、外套

背長組成を図3に示した。11月調査(第1次調査)における各操業地点でのアカイカ漁獲尾数は1~161尾、CPUEは0.02~2.48(尾/台/時間)、12月調査(第2次調査)における漁獲尾数は5~766尾、CPUEは0.06~4.47(尾/台/時間)、1月(第3次調査)における漁獲尾数は0~21尾、CPUEは0~0.19(尾/台/時間)であった。また、漁獲されたアカイカの外套背長は、11月調査では21~48cm、12月調査では19~43cm、1月調査では28~43cmであった。

3 アカイカ漁獲量調査(資料:県統計)

昭和49年(1974年)から平成22年(2010年)に八戸市に水揚げされたアカイカ漁獲量を図4に示した(資料:県統計)。2010年の八戸市の漁獲量は3,766tで、前年比34.8%であった。これは平成22年1月~3月に三陸沖合で漁獲された冬春生まれ群と、平成22年7月~8月にかけて東経170度以東を中心とする海域で漁獲された秋生まれ群がともに前年に比べ不調であったためと考えられた。

4 標本船調査

中型イカ釣船のアカイカの操業状況を図5に示した。これをみると操業海域は平成22年12月は津軽暖流と親潮第1分枝の境目付近にみられた。平成23年1月は親潮が弱かったため、親潮第1分枝の南端付近の潮境付近で操業が行われていた。また、2月は親潮南方の混合域中の暖水付近で操業が行われ、アカイカの漁場は沿岸域から親潮の南へ向かって南東方向に移動したと考えられた。

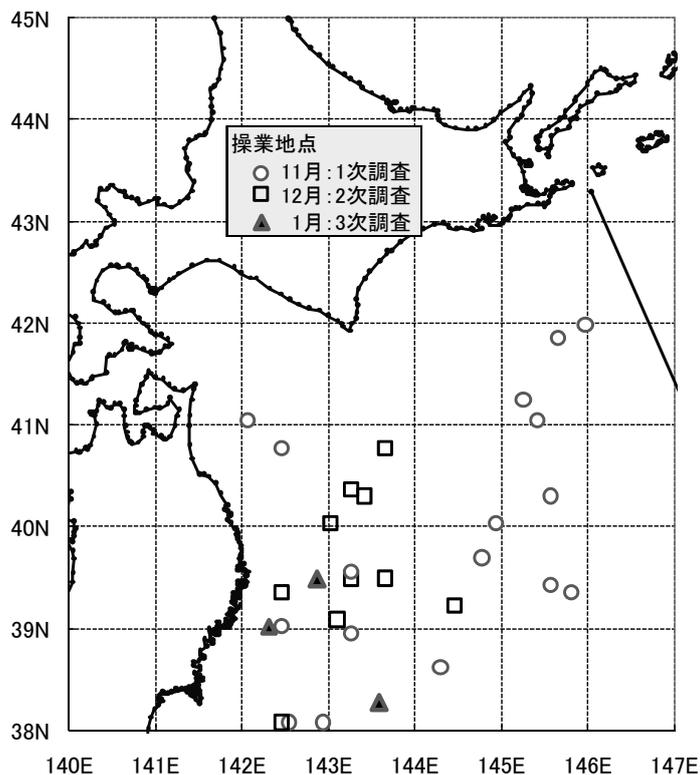


図1 時期別調査海域

表1 漁獲調査実施状況

	1次調査	2次調査	3次調査
操業期間	平成22年11月11日~22日	平成22年12月7日~21日	平成23年1月15日~21日
操業回数	17回	10回	3回
操業時間	2.0~12.0時間	6.8~12.5時間	6.9~12.0時間
漁獲尾数	1~161尾	5~766尾	0~21尾
CPUE	0.02~2.48尾(尾/台/時間)	0.06~4.47尾(尾/台/時間)	0~0.19尾(尾/台/時間)
外套背長組成	21~48cm	19~43cm	28~43cm

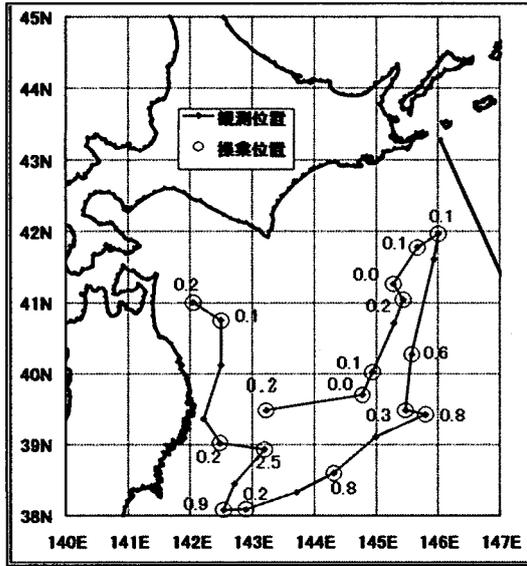


図 2-1 アカイカの CPUE (11月)

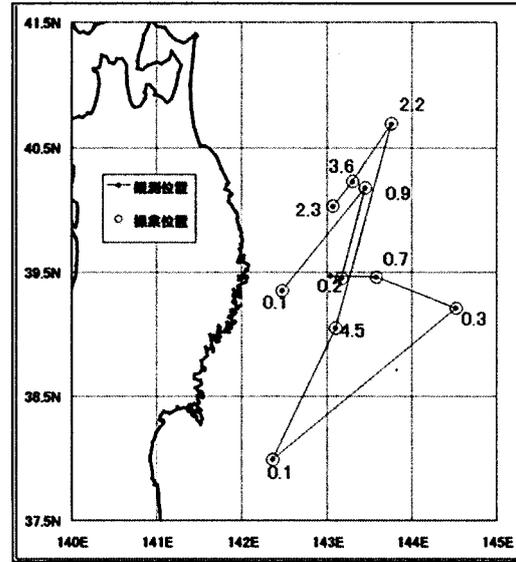


図 2-2 アカイカの CPUE (12月)

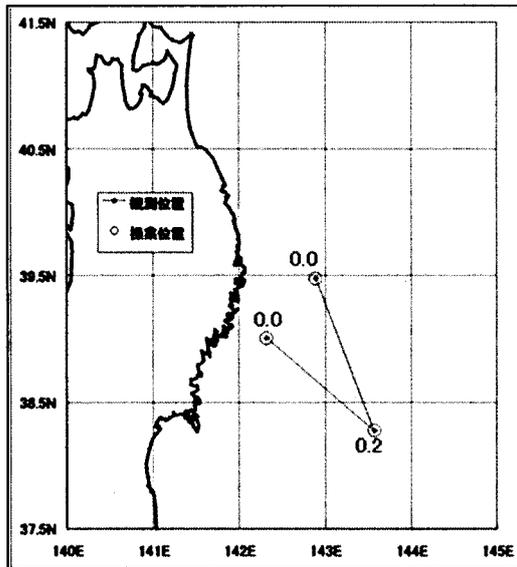


図 2-3 アカイカの CPUE (1月)

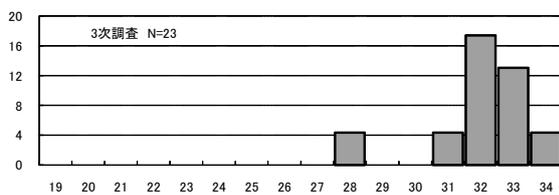
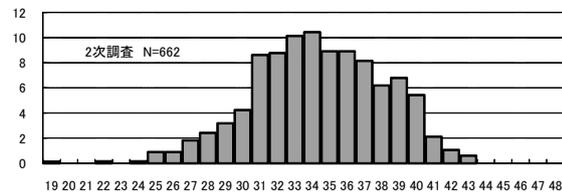
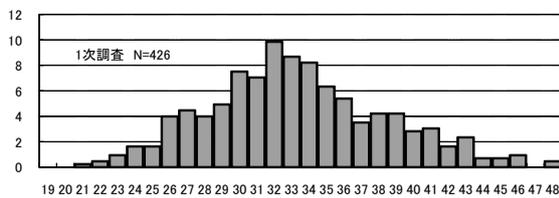


図 3 調査時期別のアカイカ外套背長組成

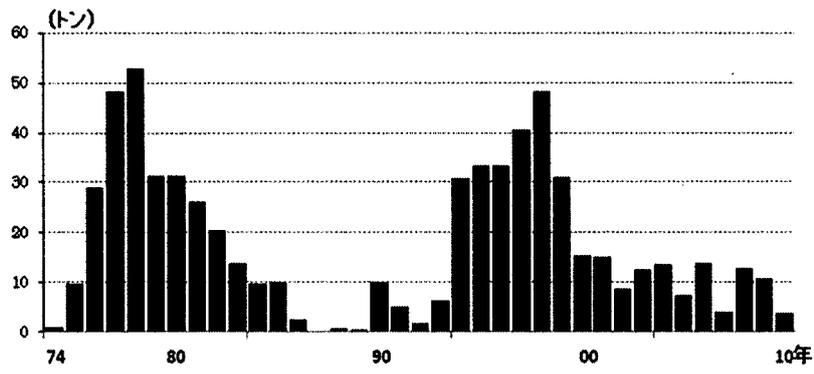


図4 八戸市に水揚げされたアカイカ漁獲量の推移 (資料：県統計)

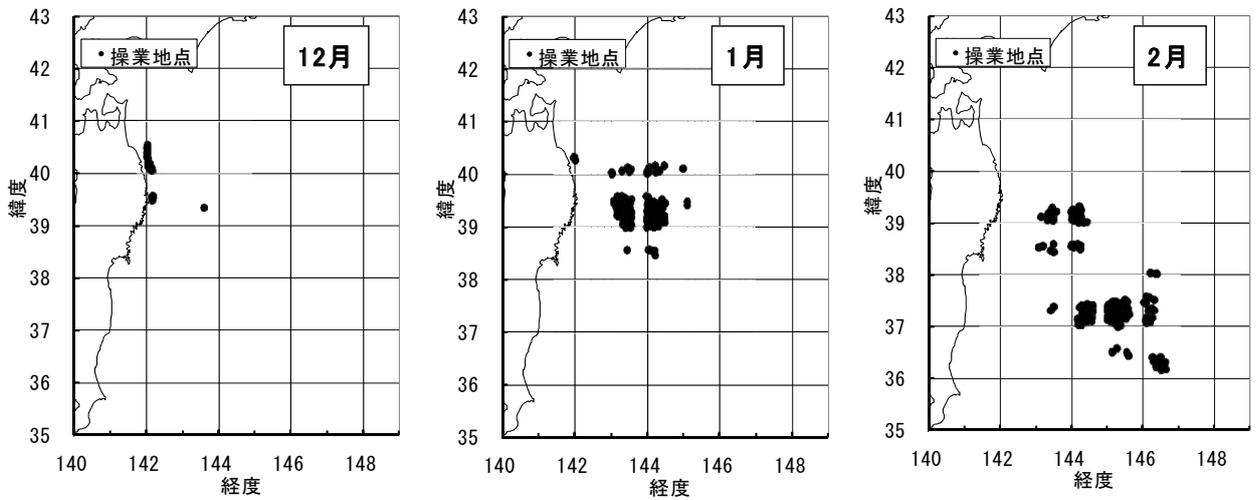


図5 中型いか釣船による時期別アカイカ作業海域

付表 1 調査結果 (11月:1次調査)

調査月:回次		11月:1次調査										
操業地点		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
操業開始月日		11月11日	11月11日	11月13日	11月13日	11月14日	11月14日	11月15日	11月16日	11月16日	11月17日	
操業緯度 N		40-56.7	40-45.2	39-00.7	38-56.0	38-05.0	38-05.8	38-36.2	39-24.8	39-28.5	40-16.6	
操業経度 E		142-02.3	142-30.1	142-30.1	143-12.3	142-32.4	142-54.4	144-14.3	145-48.2	145-28.7	145-35.2	
操業開始時刻		17:30	22:10	17:00	22:30	17:00	22:10	17:00	17:00	22:00	17:00	
操業終了時刻		19:40	5:00	19:50	5:00	20:00	4:00	5:00	19:50	4:00	4:10	
操業時間(h)		2.2	6.8	2.8	6.5	3.0	5.8	12.0	2.8	6.0	11.2	
天候・雲量		C-9	BC-5	C-9	BC-3	C-10	BC-5	A-10	C-10	C-10	BC-6	
風向・風力		WNW-4	W-4	ESE-3	S-3	WNW-3	W-3	NNW-4	N-3	N-2	E-2	
気温(°C)		9.5	10.2	14.7	15.2	16.9	17.4	11.4	8.7	8.6	10.5	
気圧(hpa)		1020.5	1022.0	1029.3	1029.0	1019.2	1018.0	1015.5	1023.6	1024.5	1024.0	
船の流れ		SSW-3M	SE-2M	SE-7M	NNE-10.8M	WSW-2M	S-7M	W-15M	SSW-4M	SSW-8M	SE-4M	
水 温 °C	0m	14.3	15.1	16.1	16.4	17.6	17.2	16.3	14.8	16.1	14.0	
	10m	15.01	15.40	16.29	16.49	17.52	17.14	16.30	14.87	16.22	13.94	
	20m	15.03	15.38	16.29	16.46	17.51	16.76	16.30	14.87	16.16	13.54	
	30m	14.99	15.33	16.16	16.11	17.51	16.76	16.30	14.87	15.94	13.26	
	50m	14.11	14.52	15.81	14.25	17.52	16.69	15.50	14.52	15.91	12.76	
	75m	14.04	12.51	14.89	14.25	17.52	16.45	14.72	14.29	15.35	12.82	
	100m	13.85	10.26	12.19	12.92	17.52	16.20	14.74	13.21	16.55	11.69	
	150m	13.20	5.14	6.56	10.73	15.26	12.74	11.39	4.52	13.18	9.00	
	200m	9.34	3.26	4.78	9.09	10.19	10.37	8.06	3.00	10.81	4.75	
	300m	3.10	2.80	3.16	6.21	5.88	5.30	3.78	3.19	5.66	4.14	
	400m	2.76	3.09	3.14	5.52	3.27	5.08	3.54	3.75	3.45	3.29	
	500m	3.25	3.35	3.35	5.13	3.76	4.99	3.36	4.28	3.97	3.73	
塩 分	600m	3.41	3.29	3.40	4.52	3.35	4.26	3.69	3.88	4.07	3.57	
	700m	3.32	3.16	3.34	3.94	3.55	3.92	3.62	3.42	3.50	3.60	
	800m	3.12	2.96	3.22	3.62	3.36	3.43	3.34	3.38	3.27	3.41	
	900m	2.91	2.82	3.07	3.30	3.23	3.15	3.11	3.07	3.12	3.04	
	1000m	-	2.71	2.91	3.09	2.96	2.97	2.86	2.90	3.21	2.99	
	5m	33.640	33.553	33.542	33.545	33.477	33.573	33.613	33.550	33.628	33.646	
	10m	33.640	33.553	33.541	33.545	33.477	33.574	33.614	33.553	33.628	33.654	
	20m	33.640	33.554	33.542	33.539	33.483	33.552	33.615	33.555	33.625	33.659	
	30m	33.646	33.556	33.521	33.490	33.487	33.555	33.614	33.554	33.629	33.630	
	50m	33.733	33.519	33.488	33.342	33.488	33.547	33.551	33.514	33.671	33.560	
	75m	33.729	33.312	33.424	33.637	33.488	33.521	33.566	33.499	33.629	33.650	
	100m	33.728	33.749	33.380	33.689	33.487	33.513	34.311	34.014	34.413	34.204	
150m	33.796	33.488	33.732	34.194	33.729	33.937	34.270	33.325	34.292	33.973		
200m	33.684	33.462	33.652	34.043	33.708	34.160	33.893	33.378	34.160	33.411		
300m	33.438	33.590	33.574	33.905	33.759	33.781	33.572	33.609	33.659	33.723		
400m	33.616	33.786	33.733	34.018	33.658	33.995	33.698	33.840	33.628	33.772		
500m	33.876	33.988	33.906	34.119	33.895	34.157	33.870	34.060	33.873	33.989		
600m	34.029	34.117	34.040	34.199	33.962	34.205	34.049	34.131	34.049	34.090		
700m	34.155	34.222	34.140	34.245	34.104	34.268	34.171	34.186	34.089	34.202		
800m	34.239	34.289	34.228	34.298	34.219	34.303	34.237	34.281	34.181	34.287		
900m	34.306	34.351	34.289	34.334	34.305	34.358	34.303	34.300	34.257	34.308		
1000m	-	34.394	34.353	34.379	34.371	34.391	34.366	34.354	34.342	34.371		
機械台数		9	9	9	10	14	7	9	9	9	14	
糸数		9	9	9	10	14	7	9	9	9	14	
ア カ イ カ	尾数	4	7	5	16	39	7	84	20	15	97	
	CPUE	0.21	0.11	0.2	2.48	0.93	0.17	0.78	0.78	0.28	0.62	
	外套背長 (cm)	MAX	45	35	38	42	37	35	48	37	36	41
		MIN	37	30	24	24	22	25	31	26	21	23
		モード	39	31	31	34	30	—	39	32	32	32
	漁獲経過	~3h	4	6	5	4	39	—	17	20	—	65
~6h		—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	
~9h		—	1	—	63	—	3	21	—	7	7	
~10h ~最終		—	—	—	94	—	4	26	—	8	10	

調査月:回次		11月:1次調査							
操業地点		11	12	13	14	15	16	17	
操業開始月日		11月18日	11月18日	11月19日	11月19日	11月20日	11月20日	11月21日	
操業緯度 N		41-58.9	41-47.3	41-16.0	41-02.4	40-01.2	39-42.5	39-29.7	
操業経度 E		146-01.3	145-40.3	145-17.0	145-26.7	144-56.8	144-46.9	143-13.8	
操業開始時刻		17:00	21:20	17:00	22:10	17:00	22:20	17:00	
操業終了時刻		19:00	4:00	19:50	4:30	19:50	4:30	2:30	
操業時間(h)		2.0	6.7	2.8	6.3	2.8	6.2	9.5	
天候・雲量		BC-1	BC-3	BC-3	BC-4	C-10	C-10	BC-2	
風向・風力		N-1	NE-2	SW-2	SW-3	SSE-2	SSW-3	S-2	
気温(°C)		8.2	8.4	9.9	10.7	13.3	14.3	15.3	
気圧(hpa)		1022.5	1023.0	1021.7	1022.0	1019.3	1020.0	1020.0	
船の流れ		NE-2M	NNW-4M	NNE-3.5M	NNE-3M	ESE-6M	SE-5.3M	N-14M	
水 温 °C	0m	11.1	11.3	13.4	14.6	16.5	16.5	16.4	
	10m	11.18	11.51	13.21	14.85	16.68	16.43	16.47	
	20m	11.14	11.53	12.76	14.51	16.68	16.55	16.42	
	30m	11.16	11.51	12.29	14.09	16.68	17.08	16.38	
	50m	11.20	9.97	11.12	12.29	15.44	16.88	16.39	
	75m	5.52	7.33	8.06	8.81	15.04	17.22	16.35	
	100m	4.51	5.13	5.89	5.21	14.93	17.30	14.68	
	150m	2.88	3.05	3.04	4.01	13.87	16.37	12.45	
	200m	2.31	2.84	2.54	2.65	12.36	14.70	9.16	
	300m	2.45	2.82	2.79	4.41	3.23	10.87	5.44	
	400m	2.88	3.13	3.24	3.70	2.85	7.60	3.76	
	500m	3.18	3.27	3.59	3.30	3.17	4.36	4.44	
塩 分	5m	33.237	33.057	33.504	33.664	33.554	33.986	33.966	
	10m	33.262	33.055	33.486	33.666	33.617	33.986	33.964	
	20m	33.309	33.080	33.483	33.673	33.618	34.025	33.957	
	30m	33.325	33.090	33.525	33.778	33.621	34.232	33.951	
	50m	33.362	33.165	33.588	33.676	33.582	34.177	33.954	
	75m	33.336	33.279	33.652	33.540	33.617	34.313	33.943	
	100m	33.381	33.354	33.533	33.469	33.659	34.421	33.612	
	150m	33.340	33.343	33.376	33.542	33.771	34.633	34.014	
	200m	33.377	33.469	33.474	33.455	34.037	34.518	33.836	
	300m	33.564	33.662	33.691	33.854	33.387	34.184	33.721	
	400m	33.753	33.851	33.871	33.909	33.560	33.872	33.684	
	500m	33.922	33.994	34.068	33.985	33.745	33.682	33.956	
600m	34.088	34.113	34.183	34.161	33.966	33.788	33.999		
700m	34.217	34.230	34.247	34.229	34.123	33.961	34.111		
800m	34.278	34.319	34.299	34.308	34.191	34.117	34.154		
900m	34.314	34.369	34.346	34.337	34.258	34.175	34.253		
1000m	34.348	34.415	34.398	34.382	34.314	34.260	34.348		
機械台数		14	9	9	9	9	9	14	
系数		14	9	9	9	9	9	14	
アカイカ	尾数		4	3	1	12	3	1	24
	CPU		0.14	0.05	0.04	0.2	0.12	0.02	0.18
	外套背長 (cm)	MAX	40	41	33	34	34	25	40
		MIN	32	35	33	23	22	25	26
	漁獲経過	モード	—	—	—	—	—	—	29
		~3h	4	0	1	0	3		16
~6h			1		8			0	
~9h			2		4			2	
~10h							6		
~最終									

付表2 調査結果 (12月及び1月:2次及び3次調査)

調査月:回次		12月:2次調査										1月:3次調査		
操業地点		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3
操業開始月日	12月7日	12月9日	12月10日	12月12日	12月15日	12月16日	12月17日	12月17日	12月18日	12月19日	1月15日	1月19日	1月20日	
操業緯度 N	40-02.3	40-14.3	40-41.8	39-03.3	37-59.4	39-13.1	39-27.9	39-28.5	39-27.4	40-11.2	39-28.6	38-16.7	39-00.4	
操業経度 E	143-04.6	143-18.3	143-45.8	143-06.3	142-21.7	144-31.4	143-35.1	143-02.4	143-10.4	143-27.5	142-53.4	143-34.4	142-19.1	
操業開始時刻	22:15	17:00	16:45	16:45	16:45	16:45	16:30	16:30	16:30	16:30	17:15	17:00	17:00	
操業終了時刻	05:00	05:10	24:00	05:00	02:30	05:00	04:45	05:00	03:30	02:00	00:10	05:00	00:30	
操業時間(h)	6.8	12.2	7.3	12.3	9.8	12.3	12.3	12.5	11.0	9.5	6.9	12.0	7.5	
天候・雲量	C-10	C-10	C-9	BC-2	O-10	R-10	C-7	BC-4	BC-3	BC-2	C-10	C-8	BC-3	
風向・風力	NW-5	NNW-6	WNW-4	WSW-5	NW-5	ESE-2	NNW-6	W-5	W-1	W-5	W-4	NW-4	WNW-9	
気温(°C)	7.6	5.6	5.4	7.6	4.8	5.2	6.5	5.5	9.1	6.0	3.5	4.6	1.7	
気圧(hpa)	1008.0	1003.0	1016.5	1023.5	1008.0	1009.9	1011.0	1012.0	1009.3	1026.0	1005.0	1013.0	1007.4	
船の流れ														
水 温 °C	0m	14.3	14.5	14.7	15.2	14.1	14.9	14.1	15.5	15.3	13.1	10.9	12.4	10.3
	10m	15.20	14.50	14.63	14.17	15.55	15.29	14.16	15.55	15.43	13.75	11.38	13.24	10.80
	20m	15.17	14.50	14.18	14.16	15.55	14.99	14.18	15.56	15.40	13.78	11.40	13.23	10.80
	30m	15.16	14.39	14.00	14.13	15.52	14.49	14.18	15.55	15.34	13.77	11.40	12.32	10.80
	50m	15.17	13.98	13.81	13.56	15.33	14.44	14.16	15.55	14.84	13.76	11.37	9.15	10.80
	75m	12.78	13.42	13.70	10.05	13.02	14.41	13.56	15.33	14.44	13.72	11.28	8.60	10.81
	100m	11.24	11.01	13.33	9.22	12.34	12.81	10.05	13.02	14.40	13.67	11.25	8.96	10.81
	150m	9.10	7.95	11.81	7.34	9.09	10.51	8.42	10.67	11.20	12.08	11.17	6.43	10.00
	200m	6.59	5.67	9.81	6.87	7.22	8.60	6.02	8.32	9.38	9.26	10.25	5.04	8.94
	300m	4.41	3.72	6.89	5.81	4.72	5.72	6.05	5.40	6.10	5.73	7.49	4.90	6.72
	400m	4.81	3.66	4.43	4.85	4.73	4.40	4.98	3.75	4.43	4.16	5.55	4.59	4.48
	500m	3.85	3.84	4.15	3.98	3.73	4.24	4.18	3.76	3.92	3.66	4.16	3.99	3.97
塩 分	5m	33.838	34.034	33.957	34.045	33.758	34.010	33.953	34.083	33.899	34.067	33.996	34.396	33.968
	10m	33.838	34.031	33.957	34.045	33.758	34.010	33.952	34.081	33.901	34.063	33.996	34.397	33.968
	20m	33.832	34.031	33.958	34.046	33.758	34.011	33.953	34.076	33.898	34.063	33.995	34.396	33.968
	30m	33.828	34.033	33.956	34.037	33.759	33.930	33.954	34.064	33.896	34.062	33.995	34.220	33.968
	50m	33.596	34.025	33.956	34.026	33.756	33.841	33.953	33.996	33.892	33.905	33.994	33.728	33.968
	75m	33.528	33.993	33.959	34.103	33.726	33.811	33.836	33.951	33.885	33.566	33.985	33.654	33.970
	100m	33.173	33.665	33.983	34.290	33.931	33.792	33.891	34.008	33.876	33.379	33.980	33.868	33.976
	150m	33.438	34.102	34.102	34.205	34.177	34.120	33.998	34.203	34.295	33.378	33.961	33.758	33.829
	200m	33.246	34.062	33.967	33.933	33.810	34.190	33.785	34.132	34.071	33.740	33.808	33.698	33.866
	300m	33.645	33.560	33.673	33.886	33.717	34.065	34.033	33.947	33.821	33.552	33.988	33.905	33.940
	400m	33.747	33.708	33.742	34.010	33.838	33.960	34.040	33.899	33.805	33.752	33.933	34.048	33.801
	500m	33.952	33.891	33.950	33.942	34.012	33.971	34.066	33.968	33.880	33.919	33.903	34.094	33.910
600m	34.110	34.044	34.027	34.048	34.080	34.126	34.113	34.187	34.024	34.062	34.029	34.209	33.927	
700m	34.181	34.127	34.120	34.164	34.167	34.200	34.253	34.182	34.121	34.154	34.046	34.279	34.077	
800m	34.235	34.227	34.199	34.253	34.216	34.272	34.317	34.249	34.215	34.236	34.175	34.315	34.161	
900m	34.298	34.300	34.258	34.315	34.264	34.298	34.336	34.299	34.274	34.301	34.251	34.364	-	
1000m	34.352	34.347	34.312	34.352	-	34.347	34.369	34.343	34.329	-	34.329	34.392	-	
機械台数	7	12	14	14	9	9	13	7	13	9	9	12	7	
系数	7	12	14	14	9	9	13	7	13	9	9	12	7	
ア カ イ カ	尾数	110	530	226	766	10	30	113	17	133	5	2	21	0
	CPU	2.33	3.63	2.23	4.47	0.11	0.27	0.71	0.19	0.93	0.06	0.03	0.19	0
	MAX	43	41	42	42	42	42	40	40	43	33	39	43	-
	MIN	22	26	25	26	19	33	25	31	31	30	32	28	-
	モード	33,34	34	33	35~37	31	39	32	37	39	31	-	-	-
	漁獲経過	~20h	40	50	59	4	13	85	10	24	4	-	6	-
~22h	127	59	45	0	6	16	0	17	1	1	3	-		
~00h	2	44	117	39	0	7	7	2	7	1	7	-		
~02h	14	130	161	161	6	4	5	1	52	1	1	1		
~05h	94	189	462	462					33					

付表3 クロロフィル a、栄養塩観測結果 (11月:1次調査)

調査月・回次		操業地点																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
クロロフィルa	0m	0.158	0.455	0.590	0.710	0.499	0.409	0.090	0.084	0.149	0.151	0.314	0.180	1.115	0.764	0.558		
	20m	0.129	0.482	0.518	0.562	0.438	0.423	0.143	0.086	0.121	0.124	0.405	0.161	0.938	0.217	0.554		
	30m	0.149	0.453	0.599	0.602	0.433	0.451	0.139	0.090	0.132	0.179	0.380	0.122	0.652	0.084	0.638		
	40m	0.084	0.429	0.464	0.415	0.504	0.414	0.099	0.087	0.148	0.152	0.373	0.145	0.373	0.052	0.217		
	50m	0.061	0.347	0.496	0.447	0.713	0.252	0.064	0.084	0.189	0.130	0.314	0.038	0.093	0.081	0.236		
	75m	0.127	0.237	0.074	0.168	0.380	0.210	0.048	0.069	0.126	0.103	0.049	0.034	0.025	0.071	0.179		
	100m	0.203	0.046	0.130	0.186	0.269	0.094	0.009	0.013	0.106	0.005	0.009	0.008	0.007	0.013	0.080		
	150m	0.135	0.009	0.052	0.074	0.075	0.048	0.003	0.007	0.005	0.005	0.007	0.015	0.008	0.025	0.038		
	200m	0.025	0.006	0.011	0.001	0.016	0.019	0.003	0.002	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.007	0.022		
	硝酸態窒素	0m	2.99	1.94	1.29		0.91		1.53	2.29		3.37	5.31		2.86		1.16	
20m		2.72	1.60	1.41		1.03		1.62	1.99		3.94	6.08		4.18		1.05		1.79
30m		2.79	1.74	1.19		1.01		1.21	2.36		3.79	6.44		4.72		1.02		1.95
40m		3.11	2.09	1.35		1.01		2.08	2.68		3.66	6.26		7.09		2.27		1.84
50m		3.79	2.07	1.34		1.03		2.37	2.42		5.10	5.05		9.03		2.35		1.69
75m		4.24	2.96	1.43		0.98		3.29	2.94		5.29	14.75		12.81		2.91		1.95
100m		3.61	9.97	3.37		1.01		3.32	6.30		7.03	19.49		16.10		2.75		2.21
150m		4.19	11.94	11.31		4.29		12.16	14.18		15.11	21.66		23.81		5.01		6.14
200m		9.31	15.19	18.70		8.64		14.57	20.26		19.77	26.79		28.16		5.34		11.65
亜硝酸態窒素		0m	0.22	0.44	0.47		0.53		0.44	0.40		0.31	0.15		0.26		0.34	
	20m	0.18	0.36	0.50		0.60		0.47	0.35		0.29	0.16		0.29		0.32		0.49
	30m	0.19	0.38	0.45		0.60		0.35	0.41		0.27	0.18		0.24		0.31		0.54
	40m	0.17	0.44	0.51		0.62		0.51	0.46		0.25	0.18		0.30		0.45		0.51
	50m	0.14	0.41	0.48		0.64		0.49	0.41		0.33	0.13		0.08		0.38		0.54
	75m	0.17	0.43	0.44		0.60		0.40	0.47		0.26	0.04		0.02		0.34		0.53
	100m	0.16	0.05	0.30		0.62		0.06	0.25		0.01	0.01		0.01		0.26		0.46
	150m	0.14	0.03	0.04		0.05		0.04	0.04		0.00	0.00		0.01		0.15		0.03
	200m	0.08	0.03	0.06		0.04		0.03	0.03		0.00	0.00		0.00		0.03		0.02
	アンモニア酸態窒素	0m	1.14	0.32	1.09		2.06		0.65	0.37		0.83	1.38		0.47		0.30	
20m		2.37	1.56	0.56		0.54		0.56	0.76		1.66	0.85		0.52		0.75		0.59
30m		1.63	0.72	0.98		0.46		0.96	0.55		1.27	0.84		1.02		0.42		1.58
40m		1.19	2.09	0.75		0.47		0.79	0.53		1.87	0.76		0.84		0.60		0.38
50m		0.97	1.32	0.77		0.51		0.46	0.57		0.40	0.66		0.85		1.56		0.99
75m		1.22	0.60	1.18		0.55		0.61	0.69		1.34	0.97		1.02		0.73		0.88
100m		1.10	1.22	0.91		0.45		0.45	0.48		0.72	0.42		1.04		0.45		1.07
150m		1.41	1.25	0.52		0.50		0.50	0.52		0.40	0.61		0.58		1.42		0.77
200m		0.66	0.58	1.31		0.48		0.34	0.52		1.07	0.24		0.46		0.43		0.74
ケイ酸態ケイ素		0m	0.21	0.18	0.15		0.13		0.16	0.25		0.27	0.58		0.32		0.10	
	20m	0.24	0.17	0.16		0.16		0.18	0.21		0.34	0.64		0.32		0.10		0.19
	30m	0.25	0.18	0.15		0.13		0.14	0.26		0.35	0.67		0.50		0.10		0.17
	40m	0.28	0.21	0.17		0.12		0.22	0.29		0.37	0.64		0.67		0.17		0.20
	50m	0.34	0.25	0.17		0.07		0.23	0.26		0.44	0.51		0.79		0.18		0.19
	75m	0.38	0.38	0.22		0.14		0.35	0.33		0.46	1.21		1.08		0.19		0.21
	100m	0.34	1.02	0.40		0.12		0.68	0.61		0.68	1.61		1.32		0.20		0.17
	150m	0.37	1.25	1.19		0.40		1.00	1.32		1.17	1.77		1.95		0.35		0.46
	200m	0.87	1.54	1.71		0.80		1.32	1.90		1.59	2.19		1.87		0.42		0.93
	リン酸態リン	0m	4.72	3.97	2.93		2.11		3.25	4.78		5.18	10.64		6.92		1.91	
20m		4.45	3.15	3.38		2.66		3.40	4.11		5.86	11.50		8.62		1.72		3.24
30m		4.55	3.38	2.87		2.56		2.18	5.03		5.85	12.30		9.53		1.57		3.44
40m		4.94	4.22	3.60		2.65		4.22	5.77		5.81	11.99		12.85		3.45		3.28
50m		6.13	4.22	3.89		2.71		4.59	5.04		8.58	9.35		13.92		3.42		3.50
75m		7.13	6.66	4.86		2.48		6.38	6.28		8.42	23.53		19.53		4.10		3.57
100m		6.15	17.99	6.71		2.60		12.19	11.26		9.65	32.85		26.59		3.55		3.34
150m		6.99	21.79	18.57		6.93		20.55	25.68		23.13	40.67		44.20		6.87		8.02
200m		16.44	30.95	36.40		14.46		26.75	40.17		33.61	53.82		55.90		6.78		18.06

付表4 クロロフィル a、栄養塩観測結果 (12、1月: 2、3次調査)

調査月・回次		12月: 2次調査										1月: 3次調査		
操業地点		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3
クロロフィルa	0m	0.499	0.416	0.423	0.686	0.518	0.698	-	0.695	0.566	-	0.358	0.713	0.376
	20m	0.438	0.445	0.426	0.670	0.554	0.676	-	0.622	0.527	-	0.356	0.721	0.391
	30m	0.433	0.429	0.446	0.632	0.585	0.520	-	0.628	0.456	-	0.425	0.609	0.390
	40m	0.504	0.390	0.441	0.582	0.556	0.428	-	0.646	-	-	0.367	1.180	0.362
	50m	0.713	0.443	0.436	0.622	0.514	0.413	-	0.630	-	-	0.351	0.469	0.422
	75m	0.380	0.394	0.428	0.447	0.262	0.346	-	0.532	-	-	0.329	0.322	0.343
	100m	0.269	0.302	0.361	0.021	0.059	0.267	-	0.045	-	-	0.363	0.071	0.334
	150m	0.075	0.005	0.011	0.003	0.005	0.027	-	0.003	-	-	0.336	0.006	0.327
	200m	0.016	0.013	0.018	0.005	0.006	0.023	-	0.002	-	-	0.174	0.011	0.123
	硝酸態窒素 NO ₃ -N	0m	3.09	3.00	3.13	2.74	2.98	2.60	2.83	2.88	3.88	3.25	6.13	5.68
20m		2.55	2.93	3.01	2.66	3.01	1.94	3.17	2.76	3.91	3.48	5.98	5.69	4.01
30m		2.78	2.77	2.46	3.08	3.16	3.36	2.77	2.82	3.92	2.39	4.50	6.36	4.43
40m		2.88	3.14	2.37	2.78	2.90	3.70	2.80	3.11	3.95	2.28	6.12	7.71	3.97
50m		5.61	3.17	2.71	2.80	3.08	2.82	2.94	3.13	3.94	4.05	5.25	8.97	3.48
75m		6.77	3.37	3.02	4.30	3.41	4.01	3.67	2.81	3.95	6.87	4.04	9.47	5.63
100m		9.41	5.62	2.52	12.95	7.85	4.25	11.21	4.29	4.50	9.78	6.14	15.64	2.58
150m		15.10	8.53	10.92	16.52	18.54	9.41	16.65	15.66	13.84	13.32	5.70	21.63	6.53
200m		20.88	17.36	14.98	19.97	22.02	17.57	19.64	18.70	15.13	16.63	8.02	24.90	8.83
亜硝酸態窒素 NO ₂ -N		0m	0.32	0.38	0.39	0.29	0.35	0.29	0.33	0.36	0.31	0.27	0.05	0.23
	20m	0.31	0.36	0.31	0.31	0.35	0.23	0.40	0.34	0.31	0.30	0.04	0.23	0.02
	30m	0.34	0.35	0.26	0.35	0.36	0.38	0.34	0.35	0.31	0.21	0.02	0.21	0.02
	40m	0.36	0.39	0.25	0.32	0.34	0.34	0.34	0.33	0.31	0.19	0.04	0.17	0.01
	50m	0.38	0.39	0.28	0.33	0.36	0.25	0.36	0.32	0.31	0.28	0.03	0.15	0.01
	75m	0.31	0.40	0.32	0.29	0.36	0.31	0.27	0.38	0.31	0.33	0.02	0.13	0.03
	100m	0.25	0.36	0.28	0.01	0.06	0.31	0.06	0.23	0.32	0.34	0.05	0.01	0.00
	150m	0.03	0.04	0.01	0.00	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.14	0.05	0.00	0.04
	200m	0.06	0.03	0.03	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.06	0.07	0.00	0.02
	栄養塩 アンモニア酸態窒素 NH ₄ -N	0m	0.59	0.53	0.99	0.65	2.15	0.41	0.35	0.41	0.24	0.43	0.38	0.29
20m		0.50	0.62	0.69	0.43	0.39	0.42	0.34	0.28	0.67	0.37	0.32	0.24	0.22
30m		1.21	0.50	1.07	0.40	0.73	7.20	0.44	0.36	0.25	0.52	0.32	0.74	0.45
40m		1.46	0.44	0.79	0.46	0.37	1.01	0.35	0.23	0.22	0.37	0.23	0.31	0.37
50m		0.96	0.78	0.84	0.50	0.32	0.32	0.36	0.13	0.22	0.35	0.19	0.21	0.36
75m		0.58	0.58	0.83	0.43	0.38	0.40	0.28	0.36	0.19	0.42	0.09	0.24	0.28
100m		1.00	0.65	0.86	0.29	0.38	0.32	0.64	0.25	0.17	0.49	0.20	0.20	0.17
150m		0.68	1.68	0.54	0.41	0.29	0.38	0.29	0.20	0.21	0.43	0.35	0.22	0.23
200m		0.47	1.04	1.42	0.46	0.34	0.34	0.26	0.19	0.29	0.43	0.30	0.14	0.24
ケイ酸態ケイ素 SiO ₂ -Si		0m	0.25	0.25	0.24	0.22	0.29	0.25	0.24	0.27	0.29	0.30	9.24	8.98
	20m	0.20	0.27	0.23	0.23	0.23	0.21	0.28	0.26	0.33	0.33	9.13	9.03	5.62
	30m	0.21	0.25	0.19	0.26	0.25	0.36	0.27	0.27	0.33	0.25	6.47	10.31	6.22
	40m	0.24	0.26	0.19	0.25	0.27	0.32	0.25	0.28	0.34	0.25	9.23	12.72	5.59
	50m	0.45	0.26	0.21	0.25	0.25	0.26	0.28	0.20	0.33	0.35	7.57	15.09	5.03
	75m	0.56	0.29	0.23	0.34	0.29	0.33	0.28	0.26	0.29	0.57	5.62	16.07	8.14
	100m	0.82	0.42	0.22	0.91	0.59	0.35	0.84	0.32	0.34	0.86	9.12	25.93	3.23
	150m	1.22	0.63	0.85	1.09	1.35	0.70	1.21	1.12	1.00	1.10	8.38	38.26	9.79
	200m	1.70	1.18	1.06	1.49	1.68	1.27	1.45	1.38	1.13	1.34	12.82	46.71	14.53
	リン酸態リン PO ₄ -P	0m	4.28	4.35	4.85	3.49	5.20	3.63	4.07	4.50	5.83	5.12	0.50	0.46
20m		3.70	4.31	4.23	3.84	5.30	2.73	4.68	4.28	5.89	5.67	0.50	0.47	0.41
30m		4.18	3.91	3.17	4.65	5.44	5.06	4.06	4.49	5.93	3.64	0.44	0.55	0.34
40m		4.37	4.54	3.02	4.10	5.11	5.53	4.12	4.73	5.95	3.30	0.52	0.64	0.36
50m		9.90	4.61	3.67	4.19	5.45	4.12	4.40	4.74	5.98	6.35	0.44	0.73	0.35
75m		11.80	4.95	4.23	5.91	5.37	5.88	5.21	4.30	5.96	12.42	0.41	0.78	0.48
100m		17.40	9.19	3.28	17.23	11.20	6.26	15.24	5.91	6.84	18.31	0.49	1.22	0.25
150m		26.71	11.10	14.91	26.09	29.21	12.56	25.10	23.73	19.63	25.11	0.47	1.66	0.48
200m		38.28	28.21	23.83	33.91	37.40	27.46	33.35	30.49	23.92	29.45	0.65	1.92	0.83