

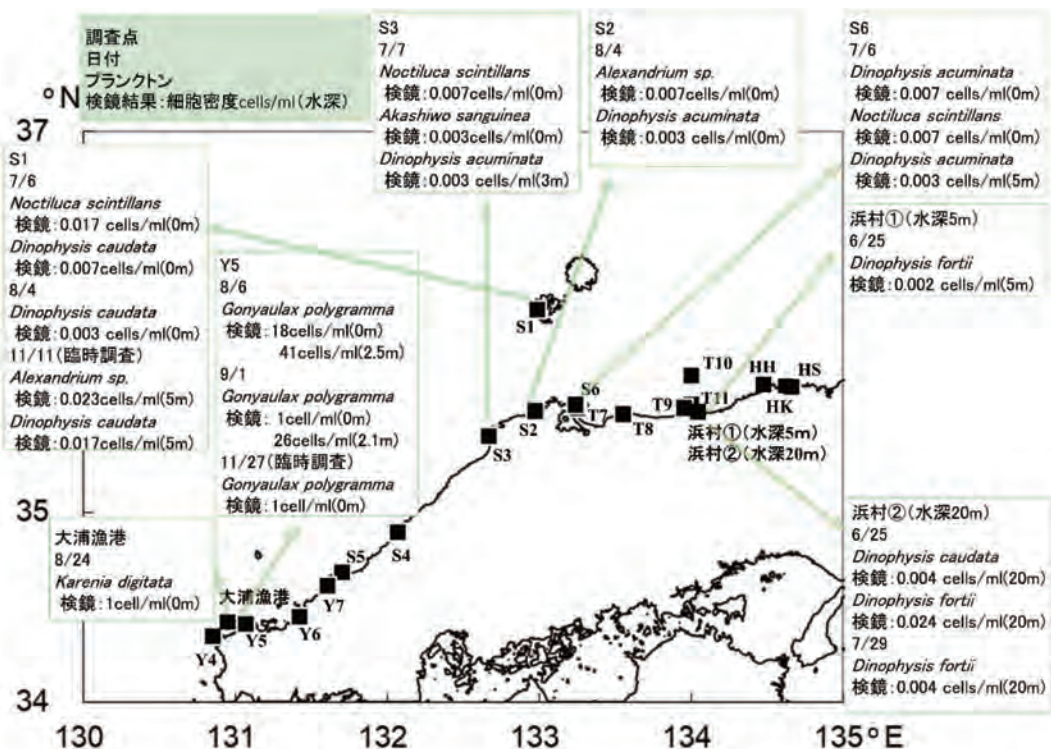


図 8-2 沿岸調査におけるその他有害種の出現状況（臨時調査を含む）

表 1 *C. polykrikoides* の検鏡結果と LAMP 法による検出結果

兵庫県										
Date	調査場所 (水深)	C.polykrikoides (cells/ml)	LAMP法 濁度判定結果	反応時間	LAMP法 蛍光目視判定結果①	LAMP法 蛍光目視判定結果②	LAMP法 最終判定結果	水温 (℃)	塩分	備考
2020.7.27	H6 (0m)	ND	-		-	未実施	-	24.10	33.64	
2020.7.27	H6 (20m)	ND	-		-	未実施	-	18.57	34.36	
2020.7.28	H1 (0m)	ND	-		-	未実施	-	24.60	32.59	
2020.7.28	H1 (20m)	ND	-		-	未実施	-	23.51	33.59	
2020.7.28	H2 (0m)	ND	-		-	未実施	-	24.50	33.05	
2020.7.28	H2 (20m)	ND	-		-	未実施	-	22.97	34.10	
2020.7.28	H3 (0m)	ND	-		-	未実施	-	24.60	33.36	
2020.7.28	H3 (20m)	ND	-		-	未実施	-	21.24	34.34	
2020.7.28	H4 (0m)	ND	-		-	未実施	-	24.20	33.85	
2020.7.28	H4 (20m)	ND	-		-	未実施	-	21.92	34.12	
2020.7.28	H5 (0m)	ND	-		-	未実施	-	24.20	33.86	
2020.7.28	H5 (20m)	ND	-		-	未実施	-	18.90	34.26	
2020.8.25	H1 (0m)	ND	-		+	-	-	28.70	32.22	
2020.8.25	H1 (20m)	ND	-		-	未実施	-	25.62	32.36	
2020.8.25	H1 (56m)	ND	-		-	未実施	-	22.43	33.95	
2020.8.25	H2 (0m)	ND	+	19分	+	未実施	+	28.70	32.26	
2020.8.25	H2 (20m)	ND	+	23分	+	未実施	+	27.83	32.34	
2020.8.25	H2 (40m)	ND	-		-	未実施	-	22.82	33.66	
2020.8.25	H3 (0m)	ND	+	20分	+	未実施	+	28.50	32.25	
2020.8.25	H3 (20m)	ND	+	26分	-	-	+	26.54	32.53	
2020.8.25	H3 (40m)	ND	-		-	未実施	-	21.94	33.91	
2020.8.25	H4 (0m)	ND	-	57分	-	-	-	27.80	32.50	
2020.8.25	H4 (20m)	ND	-		-	未実施	-	25.00	32.88	
2020.8.25	H4 (32m)	ND	-		-	未実施	-	21.71	34.12	
2020.8.25	H5 (0m)	ND	-		-	未実施	-	28.60	32.52	
2020.8.25	H5 (20m)	ND	-		-	未実施	-	24.61	33.73	
2020.8.25	H5 (48m)	ND	-		-	未実施	-	17.22	34.25	
2020.8.25	H6 (0m)	ND	-		-	未実施	-	29.10	32.68	
2020.8.25	H6 (20m)	ND	-		-	未実施	-	23.98	33.10	
2020.8.25	H6 (29m)	ND	+	46分	-	-	-	21.57	33.46	
2019.12.11	HS (0m)	ND	+	52分	-	-	-	15.7	33.12	
2020.1.24	〃	ND	-		-	未実施	-	12.9	33.42	
2020.3.13	〃	ND	-		-	未実施	-	13.3	33.87	
2020.4.8	〃	ND	-		-	未実施	-	14.7	33.77	
2020.4.30	〃	ND	-		-	未実施	-	16.6	34.92	
2020.5.27	〃	ND	-		-	未実施	-	18.6	34.48	
2020.6.8	〃	ND	+	24分	-	-	+	20.9	34.49	
2020.7.14	〃	ND	+	19分	+	未実施	+	23.3	26.63	
2020.7.31	〃	0.02	+	16分	+	未実施	+	26.9	31.25	
2020.8.27	〃	0.02	+	18分	+	未実施	+	30.4	32.43	
2020.10.7	〃	ND	-		未実施	未実施	-	22.8	32.83	
2020.10.28	〃	ND	-		未実施	未実施	-	20.2	32.75	
2020.8.3	HK (0m)	1.39	+	20分	+	未実施	+	-	-	(貝毒調査定点) 香住: 500mlを濃縮検鏡
2020.8.3	HH (0m)	0.01	-		-	未実施	-	-	-	(貝毒調査定点) 浜坂: 500mlを濃縮検鏡
2020.8.3	HK (0m)	10cells	+	18分	-	-	+	-	-	上記、香住からC.polykrikoides計10細胞を取り出したもの
2020.8.3	HH (0m)	(0.01)	+	21分	+	未実施	+	-	-	上記、浜坂の残りの試水200mlをろ過したもの
Positive Control		100	+	22分						

表 1 (つづき)

鳥取県							山口県						
Date	調査場所 (水深)	C.polykrikoides (cells/ml)	LAMP法 蛍光目視判定結果	水温 (℃)	塩分	備考	Date	調査場所 (水深)	C.polykrikoides (cells/ml)	LAMP法 蛍光目視判定結果	水温 (℃)	塩分	備考
2020.6.24	T6(0m)	ND	-	24.69	32.22		2020.8.5	Y1(0m)	ND	+	25.00	32.31	
2020.6.24	T6(20m)	ND	-	23.27	33.28		2020.8.5	Y1(20m)	ND	-	23.10	32.60	
2020.7.29	T1(0m)	ND	-	24.69	32.22		2020.8.5	Y2(0m)	ND	-	24.40	32.60	
2020.7.29	T1(20m)	ND	-	23.27	33.28		2020.8.5	Y2(20m)	ND	-	21.14	33.35	
2020.7.29	T2(0m)	ND	-	24.29	32.70		2020.8.5	Y2(48m)	ND	-	16.70	34.29	
2020.7.29	T2(20m)	ND	-	22.50	33.20		2020.8.5	Y3(0m)	ND	-	23.60	32.42	
2020.7.29	T3(0m)	ND	-	24.55	32.70		2020.8.5	Y3(20m)	ND	-	19.21	33.46	
2020.7.29	T3(20m)	ND	-	23.50	32.95		2020.8.5	Y3(56m)	ND	-	16.04	34.37	
2020.7.29	T4(0m)	ND	-	23.82	32.53		2020.9.10	Y1(0m)	ND	-	25.40	33.10	
2020.7.29	T4(20m)	ND	-	23.19	32.95		2020.9.10	Y1(20m)	ND	-	24.92	33.03	
2020.7.29	T5(0m)	ND	-	23.88	-		2020.9.10	Y2(0m)	ND	-	24.30	33.19	
2020.7.29	T5(20m)	ND	-	22.97	32.86		2020.9.10	Y2(20m)	ND	-	24.00	33.15	
2020.9.1	T1(0m)	ND	-	28.50	31.95		2020.9.10	Y3(0m)	ND	-	23.00	33.14	
2020.9.1	T1(20m)	ND	-	25.09	32.63		2020.9.10	Y3(20m)	ND	-	22.95	33.11	
2020.9.1	T2(0m)	ND	-	28.40	32.11		2020.9.10	Y3(43m)	ND	-	22.50	33.15	
2020.9.1	T2(20m)	ND	-	23.57	33.03		2020.7.20	Y6(0m)	ND	-	24.40	32.43	
2020.9.1	T3(0m)	ND	-	27.40	32.35		2020.7.20	Y6(2.9m)	ND	-	24.30	32.52	
2020.9.1	T3(20m)	ND	-	23.35	33.19		2020.7.20	Y7(0m)	ND	-	25.30	32.73	
2020.9.1	T4(0m)	ND	-	27.30	31.95		2020.7.20	Y7(1.5m)	ND	-	25.20	33.02	
2020.9.1	T4(20m)	ND	-	19.05	33.17		2020.7.20	Y4(0m)	ND	-	26.40	32.17	
2020.9.1	T5(0m)	ND	-	26.40	32.96		2020.7.20	Y4(2.0m)	ND	-	26.30	32.13	
2020.9.1	T5(20m)	ND	-	21.04	33.10		2020.7.20	Y5(0m)	ND	-	25.90	33.26	
2020.7.27	T7(0m)	ND	-	24.30	28.90		2020.7.20	Y5(2.0m)	ND	-	24.50	33.39	
2020.7.29	T8(0m)	ND	-	24.20	-		2020.8.6	Y6(0m)	ND	-	26.80	32.09	
2020.7.29	T9(0m)	ND	-	24.50	-		2020.8.6	Y6(2.5m)	ND	-	27.10	32.12	
2020.7.29	T10(0m)	ND	-	24.00	31.04		2020.8.6	Y7(0m)	ND	-	27.50	31.12	
2020.7.29	T10(10m)	ND	-	23.50	33.27		2020.8.6	Y7(1.5m)	ND	+	27.10	31.96	
2020.7.29	T11(0m)	ND	-	24.90	30.68		2020.8.6	Y4(0m)	ND	-	28.50	32.00	
2020.7.29	T11(10m)	ND	-	24.10	32.76		2020.8.6	Y4(2.5m)	ND	-	28.40	32.01	
2020.8.24	T7(0m)	0.013	+	28.50	32.50		2020.8.6	Y5(0m)	ND	-	28.20	32.28	
2020.8.26	T8(0m)	ND	-	27.70	-		2020.8.6	Y5(2.5m)	ND	-	27.60	32.49	
2020.8.26	T9(0m)	ND	-	29.90	-		2020.9.1	Y6(0m)	ND	-	29.50	32.29	
2020.8.26	T10(0m)	ND	-	28.72	32.26		2020.9.1	Y6(2.9m)	ND	-	29.20	32.33	
2020.8.26	T10(10m)	ND	-	28.30	32.28		2020.9.1	Y7(0m)	ND	-	29.70	32.21	
2020.8.26	T11(0m)	ND	-	28.76	32.11		2020.9.1	Y7(1.2m)	ND	-	29.10	32.16	
2020.8.26	T11(10m)	ND	-	27.40	32.23		2020.9.1	Y4(0m)	ND	-	29.40	32.50	
2020.9.24	T7(0m)	ND	-	24.30	30.70		2020.9.1	Y4(2.0m)	ND	-	28.90	32.63	
2020.9.29	T10(0m)	ND	-	24.18	32.96		2020.9.1	Y5(0m)	ND	+	29.40	32.37	
2020.9.29	T10(10m)	ND	-	23.92	32.97		2020.9.1	Y5(2.1m)	ND	-	28.60	32.71	
2020.9.29	T11(0m)	ND	-	24.20	31.92		2020.11.20	Y7(0m)	ND	未実施	19.60	-	
2020.9.29	T11(10m)	ND	-	24.44	32.85		2020.11.20	Y7(2.0m)	ND	未実施	19.20	-	
2020.9.30	T8(0m)	ND	-	23.80	-		2020.11.20	Y4(0m)	ND	未実施	19.30	-	海水を 検鏡
2020.9.30	T9(0m)	-	-	-	-		2020.11.20	Y4(2.0m)	ND	未実施	19.20	-	
							2020.11.20	Y6(0m)	ND	未実施	19.30	-	
							2020.11.20	Y6(3.0m)	ND	未実施	19.10	-	
							2020.11.20	Y5(0m)	ND	未実施	19.80	-	
							2020.11.20	Y5(2.0m)	ND	未実施	19.90	-	
							2020.11.27	Y7(0m)	ND	-	17.70	-	
							2020.11.27	Y7(2.0m)	ND	-	17.20	-	
							2020.11.27	Y4(0m)	ND	-	18.20	-	
							2020.11.27	Y4(2.5m)	ND	-	18.10	-	
							2020.11.27	Y6(0m)	ND	-	18.00	-	
							2020.11.27	Y6(3.0m)	ND	-	17.80	-	
							2020.11.27	Y5(0m)	ND	-	18.00	-	
							2020.11.27	Y5(2.0m)	ND	-	17.60	-	

表2 *K. mikimotoi* の検鏡結果と LAMP 法による検出結果

兵庫県						
Date	調査場所 (水深)	K.mikimotoi (cells/ml)	LAMP法 蛍光目視判定結果	水温 (℃)	塩分	備考
2020.7.27	H6 (0m)	ND	-	24.10	33.64	
2020.7.27	H6 (20m)	ND	-	18.57	34.36	
2020.7.28	H1 (0m)	ND	-	24.60	32.59	
2020.7.28	H1 (20m)	ND	-	23.51	33.59	
2020.7.28	H2 (0m)	ND	-	24.50	33.05	
2020.7.28	H2 (20m)	ND	-	22.97	34.10	
2020.7.28	H3 (0m)	ND	-	24.60	33.36	
2020.7.28	H3 (20m)	ND	-	21.24	34.34	
2020.7.28	H4 (0m)	ND	-	24.20	33.85	
2020.7.28	H4 (20m)	ND	-	21.92	34.12	
2020.7.28	H5 (0m)	ND	-	24.20	33.86	
2020.7.28	H5 (20m)	ND	-	18.90	34.26	
2020.8.25	H1 (0m)	ND	+	28.70	32.22	
2020.8.25	H1 (20m)	ND	-	25.62	32.36	
2020.8.25	H1 (56m)	ND	-	22.43	33.95	
2020.8.25	H2 (0m)	ND	-	28.70	32.26	
2020.8.25	H2 (20m)	ND	-	27.83	32.34	
2020.8.25	H2 (40m)	ND	-	22.82	33.66	
2020.8.25	H3 (0m)	ND	+	28.50	32.25	
2020.8.25	H3 (20m)	ND	-	26.54	32.53	
2020.8.25	H3 (40m)	ND	-	21.94	33.91	
2020.8.25	H4 (0m)	ND	-	27.80	32.50	
2020.8.25	H4 (20m)	ND	-	25.00	32.88	
2020.8.25	H4 (32m)	ND	-	21.71	34.12	
2020.8.25	H5 (0m)	ND	-	28.60	32.52	
2020.8.25	H5 (20m)	ND	-	24.61	33.73	
2020.8.25	H5 (48m)	ND	-	17.22	34.25	
2020.8.25	H6 (0m)	ND	-	29.10	32.68	
2020.8.25	H6 (20m)	ND	-	23.98	33.10	
2020.8.25	H6 (29m)	ND	-	21.57	33.46	
2019.12.11	HS (0m)	ND	未実施	15.7	33.12	
2020.1.24	"	ND	未実施	12.9	33.42	
2020.3.13	"	ND	未実施	13.3	33.87	
2020.4.8	"	ND	未実施	14.7	33.77	
2020.4.30	"	ND	未実施	16.6	34.92	
2020.5.27	"	ND	未実施	18.6	34.48	
2020.6.8	"	ND	未実施	20.9	34.49	
2020.7.14	"	ND	未実施	23.3	26.63	
2020.7.31	"	ND	未実施	26.9	31.25	
2020.8.27	"	ND	未実施	30.4	32.43	
2020.10.7	"	ND	未実施	22.8	32.83	
2020.10.28	"	ND	未実施	20.2	32.75	

鳥取県						
Date	調査場所 (水深)	K.mikimotoi (cells/ml)	LAMP法 蛍光目視判定結果	水温 (℃)	塩分	備考
2020.6.24	T6 (0m)	ND	-	24.69	32.22	
2020.6.24	T6 (20m)	ND	-	23.27	33.28	
2020.7.29	T1 (0m)	ND	-	24.69	32.22	
2020.7.29	T1 (20m)	ND	-	23.27	33.28	
2020.7.29	T2 (0m)	ND	-	24.29	32.70	
2020.7.29	T2 (20m)	ND	-	22.50	33.20	
2020.7.29	T3 (0m)	ND	-	24.55	32.70	
2020.7.29	T3 (20m)	ND	-	23.50	32.95	
2020.7.29	T4 (0m)	ND	-	23.82	32.53	
2020.7.29	T4 (20m)	ND	-	23.19	32.95	
2020.7.29	T5 (0m)	ND	-	23.88	-	
2020.7.29	T5 (20m)	ND	-	22.97	32.86	
2020.9.1	T1 (0m)	ND	-	28.50	31.95	
2020.9.1	T1 (20m)	ND	-	25.09	32.63	
2020.9.1	T2 (0m)	ND	-	28.40	32.11	
2020.9.1	T2 (20m)	ND	-	23.57	33.03	
2020.9.1	T3 (0m)	ND	-	27.40	32.35	
2020.9.1	T3 (20m)	ND	-	23.35	33.19	
2020.9.1	T4 (0m)	ND	-	27.30	31.95	
2020.9.1	T4 (20m)	ND	-	19.05	33.17	
2020.9.1	T5 (0m)	ND	-	26.40	32.96	
2020.9.1	T5 (20m)	ND	-	21.04	33.10	
2020.7.27	T7 (0m)	ND	-	24.30	28.90	
2020.7.29	T8 (0m)	ND	未実施	24.20	-	
2020.7.29	T9 (0m)	ND	未実施	24.50	-	
2020.7.29	T10 (0m)	ND	未実施	24.00	31.04	
2020.7.29	T10 (10m)	ND	未実施	23.50	33.27	
2020.7.29	T11 (0m)	ND	未実施	24.90	30.68	
2020.7.29	T11 (10m)	ND	未実施	24.10	32.76	
2020.8.24	T7 (0m)	ND	-	28.50	32.50	
2020.8.26	T8 (0m)	ND	未実施	27.70	-	
2020.8.26	T9 (0m)	ND	未実施	29.90	-	
2020.8.26	T10 (0m)	ND	未実施	28.72	32.26	
2020.8.26	T10 (10m)	ND	未実施	28.30	32.28	
2020.8.26	T11 (0m)	ND	未実施	28.76	32.11	
2020.8.26	T11 (10m)	ND	未実施	27.40	32.23	
2020.9.24	T7 (0m)	ND	-	24.30	30.70	
2020.9.29	T10 (0m)	ND	未実施	24.18	32.96	
2020.9.29	T10 (10m)	ND	未実施	23.92	32.97	
2020.9.29	T11 (0m)	ND	未実施	24.20	31.92	
2020.9.29	T11 (10m)	ND	未実施	24.44	32.85	
2020.9.30	T8 (0m)	ND	未実施	23.80	-	
2020.9.30	T9 (0m)	ND	未実施	23.90	-	

島根県						
Date	調査場所 (水深)	K.mikimotoi (cells/ml)	LAMP法 濁度計判定結果	水温 (℃)	塩分	備考
2020.7.22	SA (0m)	ND	-	23.70	32.75	
2020.7.22	SA (20m)	ND	-	21.06	33.76	
2020.7.22	SB (0m)	ND	-	23.90	32.73	
2020.7.22	SB (20m)	ND	-	22.82	33.06	
2020.8.25	SA (0m)	ND	-	24.80	31.99	
2020.8.25	SA (20m)	ND	-	20.31	33.96	
2020.8.25	SB (0m)	ND	-	27.80	32.25	
2020.8.25	SB (20m)	ND	-	22.23	32.92	
2020.7.6	S1 (0m)	ND	-	23.20	32.70	
2020.7.6	S1 (5m)	ND	-	23.10	33.50	
2020.7.6	S6 (0m)	ND	-	23.85	33.20	
2020.7.6	S6 (5m)	ND	-	23.39	33.44	
2020.7.7	S2 (0m)	ND	-	23.30	31.89	
2020.7.7	S2 (5m)	ND	-	23.07	33.48	
2020.7.7	S3 (0m)	ND	-	23.45	28.19	
2020.7.7	S3 (3m)	ND	-	23.07	31.95	
2020.7.9	S4 (0m)	ND	-	24.70	33.54	
2020.7.9	S4 (2m)	ND	-	24.60	33.87	
2020.7.9	S5 (0m)	ND	-	25.50	31.07	
2020.7.9	S5 (5m)	ND	-	23.90	32.86	
2020.8.4	S1 (0m)	ND	-	25.10	-	
2020.8.4	S1 (5m)	ND	-	24.90	-	
2020.8.4	S2 (0m)	ND	-	26.37	25.55	
2020.8.4	S2 (5m)	ND	-	26.19	31.71	
2020.8.4	S3 (0m)	ND	-	27.42	27.37	
2020.8.4	S3 (2m)	ND	-	27.17	30.21	
2020.8.4	S6 (0m)	ND	-	26.67	31.87	
2020.8.4	S6 (5m)	ND	-	26.42	31.98	
2020.8.6	S4 (0m)	ND	-	27.00	32.38	
2020.8.6	S4 (5m)	ND	-	26.40	32.83	
2020.8.6	S5 (0m)	ND	-	27.50	32.72	
2020.8.6	S5 (2m)	ND	-	27.10	32.75	
2020.9.9	S1 (0m)	ND	-	26.50	32.40	
2020.9.9	S1 (5m)	ND	-	26.40	32.40	
2020.9.10	S2 (0m)	ND	-	25.20	17.74	
2020.9.10	S2 (5m)	ND	-	27.16	32.80	
2020.9.10	S3 (0m)	ND	-	26.81	32.13	
2020.9.10	S3 (2m)	ND	-	27.13	21.48	
2020.9.10	S6 (0m)	ND	-	26.83	32.75	
2020.9.10	S6 (5m)	ND	-	26.66	32.77	
2020.9.17	S4 (0m)	ND	-	25.78	33.62	
2020.9.17	S4 (5m)	ND	-	25.78	33.61	
2020.9.17	S5 (0m)	ND	-	25.76	32.77	
2020.9.17	S5 (2m)	ND	-	25.74	33.00	
2020.11.11	S1 (5m)	ND	-	19.20	-	

表2 (つづき)

山口県						
Date	調査場所 (水深)	K.mikimotoi (cells/ml)	LAMP法 蛍光目視判定結果	水温 (°C)	塩分	備考
2020.8.5	Y1 (0m)	ND	-	25.00	32.31	
2020.8.5	Y1 (20m)	ND	-	23.10	32.60	
2020.8.5	Y2 (0m)	ND	-	24.40	32.60	
2020.8.5	Y2 (20m)	ND	-	21.14	33.35	
2020.8.5	Y2 (48m)	ND	-	16.70	34.29	
2020.8.5	Y3 (0m)	ND	-	23.60	32.42	
2020.8.5	Y3 (20m)	ND	-	19.21	33.46	
2020.8.5	Y3 (56m)	ND	-	16.04	34.37	
2020.9.10	Y1 (0m)	ND	-	25.40	33.10	
2020.9.10	Y1 (20m)	ND	-	24.92	33.03	
2020.9.10	Y2 (0m)	ND	-	24.30	33.19	
2020.9.10	Y2 (20m)	ND	-	24.00	33.15	
2020.9.10	Y3 (0m)	ND	-	23.00	33.14	
2020.9.10	Y3 (20m)	ND	-	22.95	33.11	
2020.9.10	Y3 (43m)	ND	-	22.50	33.15	
2020.7.20	Y6 (0m)	ND	-	24.40	32.43	
2020.7.20	Y6 (2.9m)	ND	-	24.30	32.52	
2020.7.20	Y7 (0m)	ND	-	25.30	32.73	
2020.7.20	Y7 (1.5m)	ND	-	25.20	33.02	
2020.7.20	Y4 (0m)	ND	-	26.40	32.17	
2020.7.20	Y4 (2.0m)	ND	-	26.30	32.13	
2020.7.20	Y5 (0m)	ND	-	25.90	33.26	
2020.7.20	Y5 (2.0m)	ND	+	24.50	33.39	
2020.8.6	Y6 (0m)	ND	-	26.80	32.09	
2020.8.6	Y6 (2.5m)	ND	-	27.10	32.12	
2020.8.6	Y7 (0m)	ND	-	27.50	31.12	
2020.8.6	Y7 (1.5m)	ND	-	27.10	31.96	
2020.8.6	Y4 (0m)	ND	-	28.50	32.00	
2020.8.6	Y4 (2.5m)	ND	-	28.40	32.01	
2020.8.6	Y5 (0m)	ND	-	28.20	32.28	
2020.8.6	Y5 (2.5m)	ND	-	27.60	32.49	
2020.9.1	Y6 (0m)	ND	-	29.50	32.29	
2020.9.1	Y6 (2.9m)	ND	-	29.20	32.33	
2020.9.1	Y7 (0m)	ND	-	29.70	32.21	
2020.9.1	Y7 (1.2m)	ND	-	29.10	32.16	
2020.9.1	Y4 (0m)	ND	-	29.40	32.50	
2020.9.1	Y4 (2.0m)	ND	-	28.90	32.63	
2020.9.1	Y5 (0m)	ND	-	29.40	32.37	
2020.9.1	Y5 (2.1m)	ND	-	28.60	32.71	
2020.11.20	Y7 (0m)	ND	未実施	19.60	-	
2020.11.20	Y7 (2.0m)	ND	未実施	19.20	-	生
2020.11.20	Y4 (0m)	ND	未実施	19.30	-	海
2020.11.20	Y4 (2.0m)	ND	未実施	19.20	-	水
2020.11.20	Y6 (0m)	ND	未実施	19.30	-	を
2020.11.20	Y6 (3.0m)	ND	未実施	19.10	-	検
2020.11.20	Y5 (0m)	ND	未実施	19.80	-	鏡
2020.11.20	Y5 (2.0m)	ND	未実施	19.90	-	
2020.11.27	Y7 (0m)	ND	未実施	17.70	-	
2020.11.27	Y7 (2.0m)	ND	未実施	17.20	-	
2020.11.27	Y4 (0m)	ND	未実施	18.20	-	
2020.11.27	Y4 (2.5m)	ND	未実施	18.10	-	
2020.11.27	Y6 (0m)	ND	未実施	18.00	-	
2020.11.27	Y6 (3.0m)	ND	未実施	17.80	-	
2020.11.27	Y5 (0m)	ND	未実施	18.00	-	
2020.11.27	Y5 (2.0m)	ND	未実施	17.60	-	

1) 有害赤潮プランクトンの出現動態監視および予察技術開発 オ. 九州北部海域

長崎県総合水産試験場
山砥稔文, 山本佳奈, 中島吉洋
佐賀県玄海水産振興センター
吉田賢二, 牟田圭司
九州大学総合理工学研究所
山口創一
水産研究・教育機構 水産資源研究所
青木一弘

1 全体計画

(1) 目的

近年、伊万里湾を中心とする九州北部海域においてカレニア等鞭毛藻による有害赤潮が発生し、魚介類がへい死する漁業被害が発生していることから、各機関が連携して広域共同モニタリングを実施することにより、有害赤潮の監視体制の強化、発生機構の解明と発生予測技術の開発並びに被害防止技術の開発を行い、有害赤潮等による漁業被害の防止と健全な海洋生態系の保全に資することを目的とする。

2 令和2年度計画及び結果

(1) 目的

全体計画と同じ

(2) 方法

1) 長崎県海域における赤潮モニタリング（長崎県総合水産試験場）

【定点調査】

① 調査定点

伊万里湾内 8 定点 (Stn.1~8 : 図 1 と表 1 参照)。福島東岸 8 定点 (初 1~8 : 図 1 と表 1 参照)。

② 調査回数

伊万里湾内 8 定点については 7 月上旬~8 月下旬にかけて、原則 1 回/週。福島東岸 8 定点については 4 月下旬~8 月下旬にかけて、原則 1 回/週。

③ 調査項目

伊万里湾内 8 定点

- ・多項目水質計 (AAQ-RINKO175, JFE アドバンテック) による鉛直観測 (水温, 塩分, クロロフィル蛍光値)
- ・プランクトン検鏡 (0, 5, 10 m およびクロロフィル蛍光極大層)
- ・オートアナライザー (QuAAtro2HR, ビーエルテック) による栄養塩分析 (0, 5, 10, 20 m の $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{SiO}_2\text{-Si}$)

福島東岸 8 定点

- ・有害プランクトンセンサー（AHI センサー，JFE アドバンテック）および ASTD（ASTD687，JFE アドバンテック）による鉛直観測（水温，塩分，クロロフィル蛍光値，FSI）
- ・プランクトン検鏡（FSI もしくはクロロフィル蛍光極大層）

【定点連続観測】

図 1 および表 1 の Stn.15 の養殖筏において実施する。

- ① テレメーター（水温，塩分，クロロフィル蛍光，濁度）によるリアルタイムモニタリング
 - ・設置期間：6 月～9 月（4 ヶ月間）
 - ・設置水深：1.5，5 m，10 m30 分毎にデータを取得し，関係機関に専用 Web サイト上で自動送信。
テレメーターの装置概要は，「国立研究開発法人 水産研究・教育機構（2020）」を参照されたい。

2) 佐賀県海域における赤潮モニタリング（佐賀県玄海水産振興センター）

【定点調査】

- ① 調査定点
伊万里湾内 6 定点。（Stn.9～14：図 1 と表 1 参照）
- ② 調査回数
6～9 月：週 1 回程度。 5 月及び 10 月～3 月：月 1 回程度。
- ③ 調査項目
(水質) 水温，塩分，DO，pH，栄養塩（NO₃-N，NO₂-N，NH₄-N，PO₄-P，SiO₂-Si）
クロロフィル蛍光，透明度，水色
(プランクトン) 有害赤潮プランクトンの同定・計数
- ④ 調査層
0，2.5，5，10，B-1 m
水温，塩分，クロロフィル蛍光，DO については多項目水質計（AAQ-RINKO176，JFE アドバンテック）による鉛直測定を実施
栄養塩についてはオートアナライザー（QuAAtro39，ビーエルテック）により分析

3) 2012-2018 年における赤潮発生年の海洋環境条件の解析（水産研究・教育機構）

カレンアミキモトイ赤潮の発生規模を大規模発生（最大細胞密度 10000 cells/ml 以上かつ継続日数 30 日以上），小規模発生（最大細胞密度 1000 cells/ml 以上かつ継続日数 15 日以上），その他の 3 つに大分し，近年の発生傾向を整理した。

赤潮発生年の春季（2～4 月）および夏季（5～7 月）の海洋環境条件について解析を行った。これらの解析結果は，Aoki et al. (2020)にも記載されている。解析には環境省水環境総合情報サイトの海域・流入河川の 0.5 m 深の全窒素・全磷，大浦浜における水温・塩分，Permanent Service for Mean Sea level の仮屋と済州の月平均海面水位，気象庁

の厳原検潮所の特別海面水位，気象庁アメダス伊万里・松浦局の雨量・気温・日照時間，NCEP/NCAR 根室と上海の海面気圧，気象庁の Meso Scale Model の風・雨量の再解析値を解析に用いた。これらのうち，大浦浜における水温・塩分は 2004～2018 年，気象庁の Meso Scale Model は 2003～2018 年，それ以外は 1999～2018 年のデータを使用した。本報告では，根室と上海の海面気圧をモンスーンインデックス(MOI)と呼ぶ。対馬暖流流量と水位差には正の相関関係があることが報告されており（Takikawa and Yoon 2005），伊万里湾沖の対馬暖流の強度を評価するために仮屋と済州の海面水位差を用いた。

環境省水環境総合情報サイトの海域データのうち，有田・伊万里川合流地点，木須・楠久中間点，久原貯木上，福田・浦ノ崎中間点，湾奥，福島大橋の 6 測点を湾東部とし，湾央，湾口，松浦沖（1），松浦沖（2）の 4 測点を湾西部とした。志佐川の工業用水取水堰，伊万里川の道祖瀬橋，有田川の又川井堰のデータを流入河川の代表値とした。各測点名は水環境総合サイトに準じた。

R の MASS パッケージを用いて，抽出された環境要因を利用した小・大規模発生年とその他の年の判別分析を行った（R Core Team 2018）。

カレンア赤潮発生と東部海域の底層栄養塩および DO の関係を示すために，2012～2019 年における Stn. 11-13（図 1）の DO および溶存態窒素濃度および溶存態リン濃度の観測データを使用した。*Karenia mikimotoi* の窒素およびリンの増殖速度の半飽和乗数 (K_n , K_p) を $0.68 \mu\text{M}$ および $0.14 \mu\text{M}$ とし（山口 1994），下式を用いることで栄養塩の過不足状態（G）を評価した。

$$G = \min (N/(N+K_n), P/(P+K_p))$$

N, P は観測された溶存態窒素濃度および溶存態リン濃度である。

(3) 結果及び考察

1) 植物プランクトンの出現状況

令和 2 年度は伊万里湾において赤潮の発生は無かった。

令和 2 年 4 月 1 日から 8 月 28 日における *K. mikimotoi* の水平分布を図 2 に示す。ここで示す細胞密度は，各層およびクロロフィル蛍光値極大層での採水・検鏡で確認された最高値である。*K. mikimotoi* は 5 月 25 日に福島東岸で LAMP 法にて初認された。その後 7 月にかけて全湾的に 1 cell/mL 程度出現したが，赤潮化することは無かった。なお，本報告における *K. mikimotoi* の赤潮の定義については，山砥・石田（2016）に基づく警戒基準値の 500 cells/mL 以上とする。その後，8 月以降は細胞の出現は無かった。

2) 水質

① 水温

湾西部，湾中部，湾東部の代表定点 Stn.1，Stn.7，Stn.10 および Stn.14 における令和 2 年 6 月 2 日から 8 月 25 日までの表層（0.5 m）および底層（B-1 m）の水温の推移を図 3 に示す。表層水温は $21.5 \sim 31.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，底層水温は $18.6 \sim 26.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ の範囲で推移した。

② 塩分

湾西部，湾中部，湾東部の代表定点 Stn.1, Stn.7, Stn.10 および Stn.14 における令和 2 年 6 月 2 日から 8 月 25 日までの表層（0.5 m）および底層（B-1 m）の塩分の推移を図 4 に示す。表層塩分は 7.1～33.5，底層塩分は 32.1～34.1 の範囲で推移した。

④ DO

湾西部，湾中部，湾東部の代表定点 Stn.1, Stn.7, Stn.10 および Stn.14 における令和 2 年 6 月 2 日から 8 月 25 日までの表層（0.5 m）および底層（B-1 m）の DO の推移を図 5 に示す。表層 DO は 89.4～129.7 %，底層 DO は 48.0～94.5 %の範囲で推移した。

⑤ DIN

湾西部，湾中部，湾東部の代表定点 Stn.1, Stn.7, Stn.10 および Stn.14 における令和 2 年 6 月 2 日から 8 月 25 日までの表層（0.5 m）および 10 m 層の DIN の推移を図 6 に示す。表層 DIN は定量限界以下～30.16 μM ，10 m 層 DIN は定量限界以下～23.63 μM の範囲で推移した。

⑥ PO₄-P

湾西部，湾中部，湾東部の代表定点 Stn.1, Stn.7, Stn.10 および Stn.14 における令和 2 年 6 月 2 日から 8 月 25 日までの表層（0.5 m）および 10 m 層の PO₄-P の推移を図 7 に示す。表層 PO₄-P は定量限界以下～0.92 μM ，10 m 層 PO₄-P は定量限界以下～0.63 μM の範囲で推移した。

⑦ 水温（定点連続水温）

Stn.15 の水深 1.5 m 層・5 m 層・10 m 層における令和 2 年 6 月 17 日から 9 月 28 日までの日平均水温を図 8 に示す。1.5 m 層は 23.0～30.1 $^{\circ}\text{C}$ ，5 m 層は 22.4～28.9 $^{\circ}\text{C}$ ，10 m 層は 21.6～29.9 の範囲で推移した。

3) *K. mikimotoi* 赤潮と環境要因の関係

① 令和 2 年初期発生調査

2017 年以降毎年のように赤潮化していた *K. mikimotoi* は今年度赤潮化せず，その他の有害プランクトンの発生も無かった。近年赤潮化が早く，平成 30 年，31 年と 6 月中には赤潮化していたため（表 2），令和 2 年度は佐賀県および長崎県共同で 4 月下旬から 8 月にかけて初期発生海域と考えられる福島東岸において初期発生調査を実施した。4～6 月の初期調査の結果 *K. mikimotoi* 遊泳細胞は検出されなかったが，5 月 25 日に LAMP 法にて出現が確認された。別途実施している冬季調査の結果（表 3）からも湾内に本種越冬細胞がいたことがうかがえる。

例年との違いとしては冬季の気温は高かったが，4 月と 7 月は例年より低く推移しており，越冬細胞自体は多かったものの，増殖が開始される 4 月の水温が低く推移したため増殖が抑制された可能性がある。

② 2012～2018 年における赤潮発生年の海洋環境条件の解析

2012～2018 年では 2016 年を除く年で，小・大規模発生であった一方，1999～2011 年では 1999 年，2000 年，2006 年の三ヵ年しか小・大規模な赤潮は発生しておらず，2012 年以降の発生の高頻度化が確認できた。春季・夏季の東部・西部海域の全窒素濃度および全リン濃度が赤潮の小・大規模発生年とその他の年で有意差があるか解析した結果，有意水準 5%で有意と認められたのは，春季東部海域の全窒素濃度のみであり，小・大規

模発生年の春季東部海域の全窒素濃度はその他の年と比べて高い傾向にあり、2010 年以降高濃度であった（表 4; 図 14）。春季の流入河川の全窒素濃度は、2010 年以降の増加は確認できず、近年の春季東部海域における全窒素濃度増加の要因とは考えられなかった。一方、春季東部海域の全窒素濃度と春季降雨量に有意な正相関が確認でき、さらに春季降雨量と MOI に有意な負相関が確認できた（図 15）。小・大規模発生年とその他の年の降水量分布と風系の差をみると、小・大規模発生年春季では東シナ海の黒潮流域の降水バンドが九州西岸にまで広がっていたことと弱北風であったことが確認できた（図 16）。低 MOI および弱北風条件により、黒潮流域で発生した雲帯が九州周辺に移入し易かった結果、多雨および高全窒素濃度となったと推測される。

M₂ 潮汐振幅も赤潮の小・大規模発生年とその他の年で有意差が確認された。M₂ 潮汐振幅と仮屋と済州の春季海面水位差には有意な正相関が確認され、潮汐振幅が大きく、水位差が大きい（対馬暖流流量が多いと推定された）年に小・大規模な赤潮が発生する傾向にあった。一方、湾東部の大浦浜の春季水温および塩分には小・大規模発生年とその他の年で有意差は確認できず、潮汐振幅および海面水位差が湾内の水温・塩分環境に直接影響したとは考えられなかった。加えて、M₂ 潮汐振幅と春季東部海域の全窒素濃度には有意な相関関係は認められなかった。

以上の結果を踏まえて、春季東部海域の全窒素濃度と M₂ 潮汐振幅および春季海面水位差を用いて、赤潮の小・大規模発生年とその他の年の直線判別分析を行った結果、双方とも正解率が 8 割であった（図 17）。1999～2018 年のデータを使用した上記手法を用いて本年度の発生について予測した結果、2020 年はその他の年と判定された。実際、赤潮は発生しておらず、的中していた（図 18）。上記予測では、全窒素濃度は観測値、M₂ 潮汐振幅は M₂ 潮汐振幅の 18.6 年周期性を基づいた推算値を用いた。

上記のように簡便な赤潮の中長期予測技術を考案したが、各環境要因がカレニア赤潮発生にどのように影響したかは不明な点が多い。当海域で度々初期発生が確認されている春季東部海域（西山ら 2013; 山砥ら 2016; Aoki et al. 2017）の全窒素濃度が高い年が小・大規模発生年であることから、カレニアの初期個体群増殖に好適環境が整った年が小・大規模発生になると解釈することができる。一方、M₂ 潮汐振幅および春季海面水位差が大きい事が、赤潮の小・大規模発生にどう寄与したのかは、解釈が非常に難しい。それは、春季東部海域の水温・塩分・全窒素濃度と M₂ 潮汐振幅および春季海面水位差に関係は認められず、カレニアの増殖環境に影響したとは考えられないからである。一つの可能性としては、黒潮の分岐流である対馬暖流の勢力が強い年が小・大規模発生年であることから、対馬暖流が強く、黒潮上流域から伊万里湾に初期個体群を輸送することで小・大規模発生になったと推測することができる。しかし、その推測を裏付ける伊万里湾沖合のデータは得られていない。また、初期個体群の動態把握の一環である越冬細胞の調査は当海域では開始されたばかりである。今度初期個体群に関わるデータを蓄積することによって、さらなる解析を進める必要がある。また、黒潮上流域である中国や東南アジア等のカレニア赤潮発生の状況も勘案しつつ、研究の深化を図る必要があるだろう。

③2012～2019 年における底層環境と赤潮発生の関係解析

2012～2019 年のうち、2014, 2015, 2017, 2018 年では佐賀県海域で赤潮出現した前後で下層栄養塩環境が好転していた (図 19)。2012 年と 2013 年は、赤潮出現前後の栄養塩データがないことから本解析の対象としては不適であり、また 2016 年は赤潮が非発生であることから、本海域でカレニア赤潮が出現した殆どの年で、栄養塩環境の好転と同期した赤潮出現がみられたと解釈することができる。また、栄養塩条件好転と底層 DO 低下が同時に起こっている例もみられ、底泥から栄養塩が供給された可能性が考えられる。また、底層 DO が 3 mg/l および 4 mg/l 以下になる時期と赤潮出現時期が近い年が多く、赤潮出現期間と低 DO 期間に明瞭な関係は見られなかったという結果も得た (図 20)。以上のことから、底層からの栄養塩供給が赤潮の出現時期の増殖に寄与をしていると考えられた。一方で、赤潮が発生しなかった 2016 年でも底層栄養塩環境の好転はみられ、夏季の栄養塩環境条件だけがその年の赤潮の発生・非発生を決定するわけではないと考えられる。

引用文献

- Aoki K, Kameda T, Yamatogi T, Ishida N, Hirae S, Kawaguchi M, Syutou T. Spatio-temporal variations in bloom of the red-tide dinoflagellate *Karenia mikimotoi* in Imari Bay, Japan, in 2014: Factors controlling horizontal and vertical distribution. *Mar. Pollut. Bull.* 2017; **124**: 130-138.
- Aoki K, Yamatogi T, Hirae S, Yamamoto K, Yoshida K, Muta K. Increased occurrence of red-tides of fish-killing dinoflagellate *Karenia mikimotoi* and related environmental conditions in Imari Bay, Japan. *Regional Studies in Mar. Sci.* 2020; **39**:101470.
- 国立研究開発法人 水産研究・教育機構. 九州北部海域におけるカレニア等有害赤潮の監視システムの構築. 平成 31 年度漁場環境改善推進事業 赤潮及び貧酸素水塊の広域自動モニタリング技術の開発報告書, 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所, 長崎. 2020 ; 45-52.
- 西山嘉乃, 河口真弓, 吉田幸史, 野口浩介, 寺田雅彦, 明田川貴子, 江口泰蔵. 2012 年夏季に伊万里湾佐賀県海域で発生した *Karenia mikimotoi* 赤潮. 佐賀県玄海水産振興センター研究報 2013 ; 6: 31-62.
- R Core Team. *A language and environment for statistical computing*. R Core Team, Geneva. 2018.
- Takikawa T, Yoon JH. Volume transport through the Tsushima Straits estimated from sea level difference. *J. Oceanogr.* 2005; **61**: 699-708.
- 山口峰生. *Gymnodinium nagasakiense* の赤潮発生機構と発生予知に関する生理生態学的研究. 南西海区水産研究所研究報告 1994 ; **27**: 251-394.
- 山砥稔文, 石田直也. 島嶼海域での低密度赤潮による新たな漁業被害の発生. 「有害有毒プラシクトンの科学」(今井一郎・山口峰生・松岡数充編) 恒星社厚生閣, 東京. 2016 ; 131-138.
- 山砥稔文・石田直也・平江想・杉原志貴・鎌田正幸・西山嘉乃・青木一弘. 2012 年伊万里湾で発生した有害渦鞭毛藻 *Karenia mikimotoi* 赤潮の環境特性と養殖トラフグの大量斃死. 藻類 2016 ; **64**: 94-101.

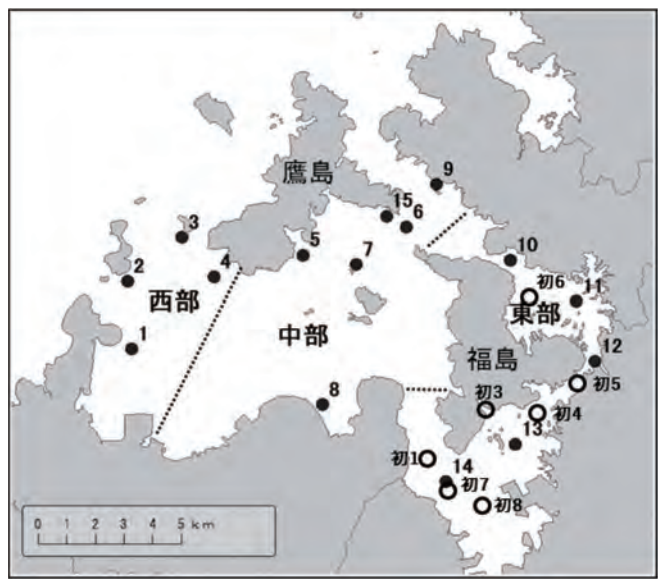


図 1 伊万里湾における調査定点

表 1 伊万里湾における調査定点座標

定点番号	緯度経度	
	北緯	東経
1 (城山下)	33°22' 56.64"	129°41' 22.92"
2 (青島南)	33°24' 13.68"	129°41' 18.24"
3 (魚固島南)	33°25' 04.08"	129°42' 32.04"
4 (船唐津沖)	33°24' 18.36"	129°43' 15.24"
5 (浦下沖)	33°24' 42.12"	129°45' 15.48"
6 (初崎沖)	33°25' 13.80"	129°47' 35.52"
7 (山島東)	33°24' 31.32"	129°46' 27.48"
8 (今福沖)	33°21' 51.12"	129°45' 40.32"
9 (晴気)	33°26' 03.00"	129°48' 16.80"
10 (阿漕)	33°24' 34.80"	129°49' 55.80"
11 (大浦浜)	33°23' 47.40"	129°51' 24.60"
12 (波多津)	33°22' 38.40"	129°51' 49.20"
13 (福島南)	33°21' 03.60"	129°50' 00.60"
14 (伊万里港入口)	33°20' 21.60"	129°48' 26.40"
15 (南ヶ崎)	33°25' 26.40"	129°47' 09.24"

定点番号	緯度経度	
	北緯	東経
初 1	33°20' 45.60"	129°48' 3.60"
初 2	33°20' 56.40"	129°49' 15.60"
初 3	33°21' 43.20"	129°49' 22.80"
初 4	33°21' 39.60"	129°50' 27.60"
初 5	33°22' 12.00"	129°51' 21.60"
初 6	33°23' 34.8"	129°50' 6.00"

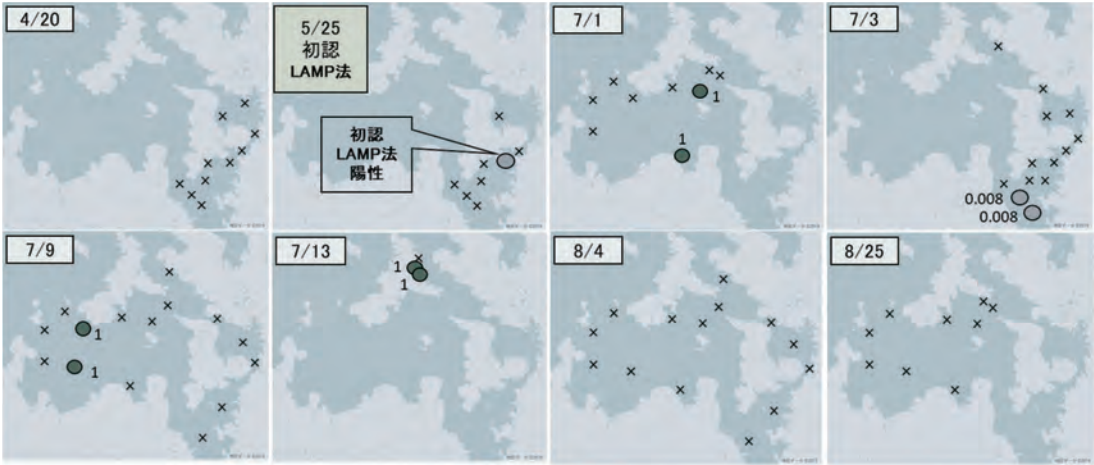


図 2 *K. mikimotoi* の水平分布 (複数層採水による最高細胞密度 cells/ml)

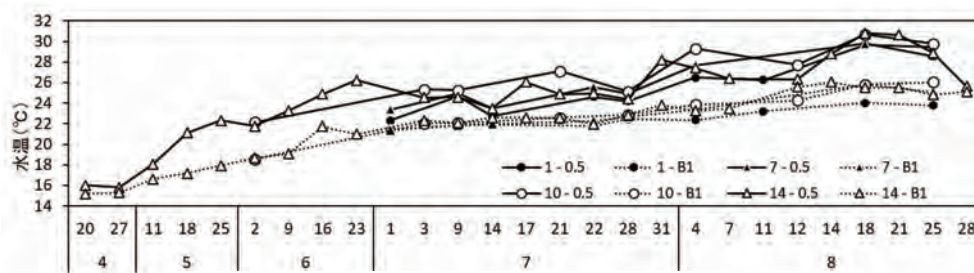


図3 Stn.1, 7, 10, 14における水温の推移

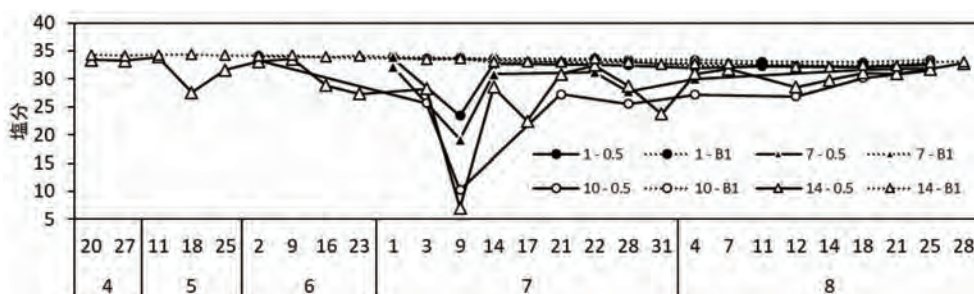


図4 Stn.1, 7, 10, 14における塩分の推移

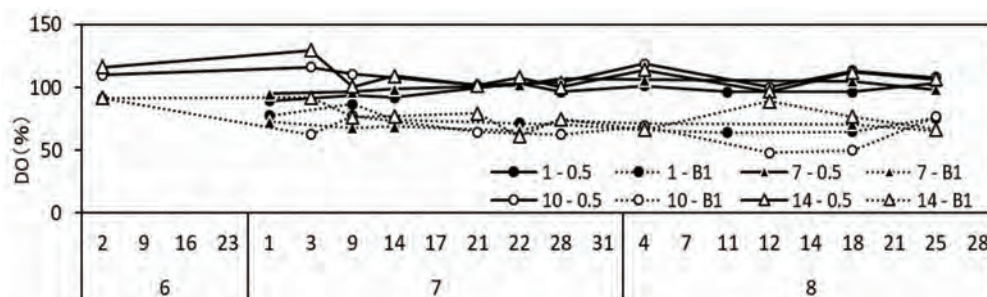


図5 Stn.1, 7, 10, 14におけるDOの推移

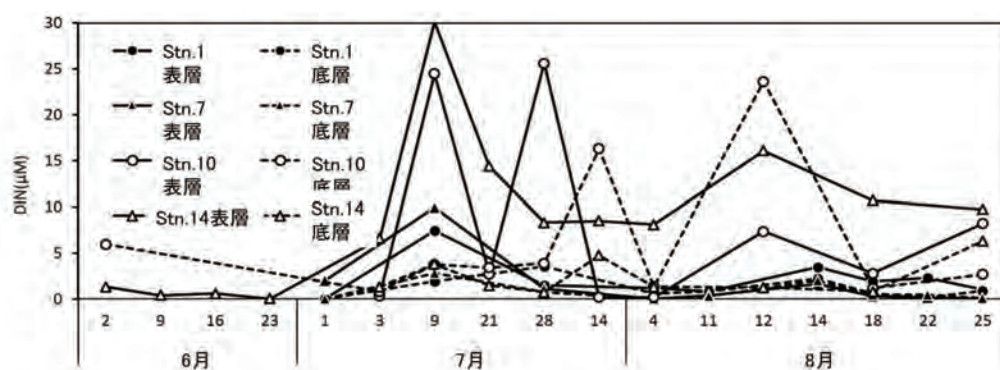


図6 Stn.1, 7, 10, 14におけるDINの推移

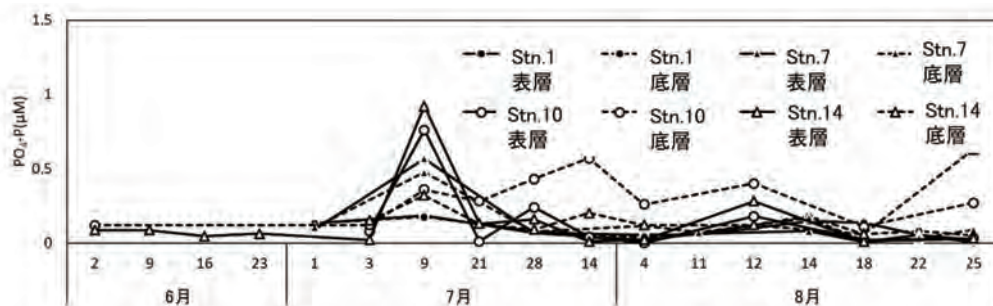


図7 Stn.1, 7, 10, 14における $\text{PO}_4\text{-P}$ の推移