

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

兵庫県						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 (°C)	塩分	クロロフィルa ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	Date	調査場所 (水深)	C. polykrikoides (cells/ml)	LAMP法 蛍光目視判定結果	水温 (°C)	塩分
2021.7.26	H6(0m)	ND	-	28.4	32.83	0.09	2021.8.2	Y1(0m)	ND	-	28.5	32.50
2021.7.26	H6(20m)	ND	-	21.8	34.17	0.19	2021.8.2	Y1(20m)	ND	-	24.72	33.58
2021.7.27	H1(0m)	ND	-	27.0	32.41	0.30	2021.8.2	Y2(0m)	ND	-	28.5	32.29
2021.7.27	H1(20m)	ND	-	23.4	33.52	0.14	2021.8.2	Y2(20m)	ND	-	23.32	33.40
2021.7.27	H2(0m)	ND	-	28.0	33.19	0.16	2021.8.2	Y3(0m)	ND	+	28.5	33.05
2021.7.27	H2(20m)	ND	-	23.0	33.93	0.13	2021.8.2	Y3(20m)	ND	-	23.31	33.92
2021.7.27	H3(0m)	ND	-	27.6	33.35	0.17	2021.9.9	Y1(0m)	ND	+	27.0	32.40
2021.7.27	H3(20m)	ND	-	23.1	34.03	0.18	2021.9.9	Y1(20m)	ND	-	26.69	32.59
2021.7.27	H4(0m)	ND	-	28.2	33.98	0.20	2021.9.9	Y2(0m)	ND	-	25.7	31.85
2021.7.27	H4(20m)	ND	-	22.9	34.31	0.38	2021.9.9	Y2(20m)	ND	-	25.38	31.89
2021.7.27	H5(0m)	ND	-	28.4	33.51	0.11	2021.9.9	Y3(0m)	ND	-	25.3	32.26
2021.7.27	H5(20m)	ND	-	22.2	34.33	0.58	2021.9.9	Y3(20m)	ND	-	25.60	32.41
2021.9.14	H1(0m)	ND	-	25.6	32.20	0.19	2021.9.9	Y3(43m)	ND	-	19.67	34.21
2021.9.14	H1(20m)	ND	+	25.3	32.73	0.28	2021.7.6	Y6(0m)	ND	-	24.0	33.40
2021.9.14	H2(0m)	ND	-	25.7	32.27	0.24	2021.7.6	Y6(2.0m)	ND	-	23.8	33.56
2021.9.14	H2(20m)	ND	-	25.9	32.29	0.24	2021.7.6	Y7(0m)	ND	-	24.6	32.94
2021.9.14	H3(0m)	ND	-	25.8	32.15	0.21	2021.7.6	Y7(0.6m)	ND	-	24.5	33.60
2021.9.14	H3(20m)	ND	-	25.9	32.16	0.23	2021.7.6	Y4(0m)	ND	-	24.4	33.85
2021.9.14	H4(0m)	ND	-	25.7	32.18	0.27	2021.7.6	Y4(1.5m)	ND	-	24.2	33.85
2021.9.14	H4(20m)	ND	-	25.8	32.23	0.21	2021.7.6	Y5(0m)	ND	-	24.3	33.55
2021.9.14	H5(0m)	ND	-	24.9	32.74	0.16	2021.7.6	Y5(1.7m)	ND	-	24.1	33.92
2021.9.14	H5(20m)	ND	-	25.2	32.80	0.24	2021.8.18	Y6(0m)	ND	-	25.0	31.62
2021.9.14	H6(0m)	ND	-	25.2	32.80	0.16	2021.8.18	Y6(3.2m)	ND	-	25.0	32.47
2021.9.14	H6(20m)	ND	-	24.5	33.42	0.22	2021.8.18	Y7(0m)	ND	-	24.9	28.56
2021.1.28	HS(0m)	ND	-	11.0	32.66	0.47	2021.8.18	Y7(2.0m)	ND	-	24.9	32.81
2021.3.1	HS(0m)	ND	-	13.2	34.17	0.84	2021.8.18	Y4(0m)	ND	-	25.8	31.24
2021.4.9	HS(0m)	ND	-	14.6	34.18	0.69	2021.8.18	Y4(1.9m)	ND	-	25.5	32.04
2021.5.11	HS(0m)	ND	+	17.1	34.55	0.77	2021.8.18	Y5(0m)	ND	-	25.5	29.15
2021.6.7	HS(0m)	ND	-	21.0	34.12	1.51	2021.8.18	Y5(2.1m)	ND	-	25.0	32.59
2021.7.6	HS(0m)	0.50	+	22.7	33.92	1.39	2021.9.15	Y6(0m)	ND	-	24.2	29.46
2021.7.14	HS(0m)	0.23	+	26.4	31.72	1.88	2021.9.15	Y6(2.9m)	ND	-	25.3	32.20
2021.7.20	HS(0m)	0.21	+	28.0	32.11	1.18	2021.9.15	Y7(0m)	ND	-	23.9	25.88
2021.7.28	HS(0m)	ND	-	28.0	30.49	1.80	2021.9.15	Y7(1.2m)	ND	-	25.4	32.47
2021.9.10	HS(0m)	ND	-	25.9	31.12	2.43	2021.9.15	Y4(0m)	ND	-	25.5	31.89
2021.10.5	HS(0m)	ND	-	24.4	32.67	1.14	2021.9.15	Y4(2.0m)	ND	-	25.0	31.89
2021.11.1	HS(0m)	ND	-	19.8	32.49	2.55	2021.9.15	Y5(0m)	ND	-	23.8	22.49
2021.12.6	HS(0m)	ND	-	14.6	32.73	0.86	2021.9.15	Y5(2.1m)	ND	-	24.6	31.71

鳥取県						島根県						
Date	調査場所 (水深)	C. polykrikoides (cells/ml)	LAMP法 蛍光目視判定結果	水温 (°C)	塩分	クロロフィルa ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	Date	調査場所 (水深)	C. polykrikoides (cells/ml)	LAMP法 蛍光目視判定結果	水温 (°C)	塩分 (PSU)
2021.6.24	T6(0m)	ND	-	22.8	34.0		2021.7.27	SA(0m)	ND	-	28.2	33.8
2021.6.24	T6(20m)	ND	-	20.2	34.3		2021.7.27	SA(20m)	ND	-	20.0	34.2
2021.7.27	T1(1m)	ND	-	27.51	32.96		2021.7.27	SB(0m)	ND	-	27.2	32.2
2021.7.27	T1(20m)	ND	-	22.84	33.66		2021.7.27	SB(20m)	ND	-	20.3	33.7
2021.7.27	T2(1m)	ND	-	28.0	33.56		2021.8.31	SA(0m)	ND	-	25.6	32.9
2021.7.27	T2(20m)	ND	-	22.26	34.24		2021.8.31	SA(20m)	ND	-	24.2	33.1
2021.7.27	T3(1m)	ND	-	27.85	32.62		2021.9.1	SB(0m)	ND	-	26.4	32.1
2021.7.27	T3(20m)	ND	-	20.81	33.85		2021.9.1	SB(20m)	ND	-	26.4	32.7
2021.7.27	T4(1m)	ND	-	28.18	32.58		2021.7.6	S6(0m)	ND	-	23.0	19.8
2021.7.27	T4(20m)	ND	-	20.36	34.15		2021.7.6	S6(5m)	ND	-	23.0	32.6
2021.7.27	T5(1m)	ND	-	28.51	33.1		2021.7.7	S1(0m)	ND	-	23.4	欠測
2021.7.27	T5(20m)	ND	-	21.57	34.38		2021.7.7	S1(5m)	ND	-	23.0	欠測
2021.9.1	T1(1m)	ND	-	26.47	32.27		2021.7.7	S4(0m)	ND	-	24.3	34.1
2021.9.1	T1(20m)	ND	-	26.51	32.34		2021.7.7	S4(5m)	ND	-	24.2	34.2
2021.9.1	T2(1m)	ND	-	25.82	32.65		2021.7.7	S5(0m)	ND	-	24.5	34.3
2021.9.1	T2(20m)	ND	-	24.56	32.73		2021.7.7	S5(2m)	ND	-	24.1	34.6
2021.9.1	T3(1m)	ND	-	25.94	32.37		2021.7.8	S2(0m)	ND	-	23.4	8.8
2021.9.1	T3(20m)	ND	-	24.61	33.11		2021.7.8	S2(5m)	ND	-	23.7	32.0
2021.9.1	T4(1m)	ND	-	25.75	32.91		2021.7.8	S3(0m)	ND	+	23.9	21.6
2021.9.1	T4(20m)	ND	-	25.24	33.07		2021.7.8	S3(2m)	ND	-	23.9	22.0
2021.9.1	T5(1m)	ND	-	24.56	33.04		2021.8.3	S4(0m)	ND	-	28.8	33.6
2021.9.1	T5(20m)	ND	-	23.90	33.32		2021.8.3	S4(5m)	ND	-	28.4	33.6
2021.7.26	T7(0m)	ND	-	29.4	29.4		2021.8.3	S5(0m)	ND	-	28.8	33.6
2021.7.26	T8(0m)	ND	-	25.8	欠測		2021.8.3	S5(2m)	ND	-	28.2	33.7
2021.7.26	T9(0m)	ND	-	27.0	欠測		2021.8.4	S1(0m)	ND	-	29.2	欠測
2021.7.26	T10(1m)	ND	-	27.3	33.10	0.00	2021.8.4	S1(5m)	ND	-	29.4	欠測
2021.7.26	T10(10m)	ND	-	25.5	33.35	0.00	2021.8.4	S1(9m)	ND	-	29.4	欠測
2021.7.26	T11(1m)	ND	-	26.7	32.73	0.00	2021.8.4	S2(0m)	ND	-	28.6	15
2021.7.26	T11(10m)	ND	-	24.7	33.00	0.00	2021.8.4	S2(5m)	ND	-	28.0	32.1
2021.8.23	T7(0m)	ND	-	24.9	29.7		2021.8.4	S3(0m)	ND	-	28.2	28.2
2021.8.24	T8(0m)	ND	-	25.9	欠測		2021.8.4	S3(2m)	ND	-	28.2	28.2
2021.8.24	T9(0m)	ND	-	25.9	欠測		2021.8.4	S6(0m)	ND	-	29.6	31.8
2021.8.24	T10(1m)	ND	-	25.6	32.23	0.00	2021.8.4	S6(5m)	ND	-	27.1	32.3
2021.8.24	T10(10m)	ND	-	25.4	32.55	0.00	2021.9.8	S1(0m)	ND	-	24.8	欠測
2021.8.24	T11(1m)	ND	-	26.0	32.08	0.00	2021.9.8	S1(5m)	ND	-	25.8	欠測
2021.8.24	T11(10m)	Cochlodinium sp. 0.003	-	25.7	32.72	0.00	2021.9.8	S1(9m)	ND	-	25.7	欠測
2021.9.21	T7(0m)	ND	-	25.3	30.6		2021.9.8	S2(0m)	ND	-	24.5	20.6
2021.9.27	T8(0m)	ND	-	25.2	欠測		2021.9.8	S2(5m)	ND	-	26.3	31.4
2021.9.27	T9(0m)	ND	-	25.4	欠測		2021.9.8	S3(0m)	ND	-	25.1	25.6
2021.9.28	T10(1m)	ND	-	25.1	32.68	0.25	2021.9.8	S3(2m)	ND	-	26	30.4
2021.9.28	T10(10m)	ND	-	25.1	32.68	0.18	2021.9.8	S4(0m)	ND	-	25.2	32.9
2021.9.28	T11(1m)	ND	-	25.0	32.74	0.32	2021.9.8	S4(5m)	ND	-	26.3	33.1
2021.9.28	T11(10m)	ND	-	25.0	32.75	0.20	2021.9.8	S5(0m)	ND	-	25	32.3
							2021.9.8	S5(2m)	ND	-	26.2	33.1
							2021.9.8	S6(0m)	ND	-	25.9	31.2
							2021.9.8	S6(5m)	ND	-	25.9	31.5

表2 K. mikimotoi の検鏡結果と LAMP 法による検出結果

兵庫県						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	クロロフィルa ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	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
2021.7.26	H6(0m)	ND	—	28.4	32.83	0.09	2021.8.2	Y1(0m)	0.002	—	28.5	32.50
2021.7.26	H6(20m)	ND	—	21.8	34.17	0.19	2021.8.2	Y1(20m)	ND	—	24.72	33.58
2021.7.27	H1(0m)	ND	—	27.0	32.41	0.30	2021.8.2	Y2(0m)	ND	—	28.5	32.29
2021.7.27	H1(20m)	ND	—	23.4	33.52	0.14	2021.8.2	Y2(20m)	ND	—	23.32	33.40
2021.7.27	H2(0m)	ND	—	28.0	33.19	0.16	2021.8.2	Y3(0m)	ND	—	28.5	33.05
2021.7.27	H2(20m)	ND	—	23.0	33.93	0.13	2021.8.2	Y3(20m)	ND	—	23.31	33.92
2021.7.27	H3(0m)	ND	—	27.6	33.35	0.17	2021.9.9	Y1(0m)	ND	—	27.0	32.40
2021.7.27	H3(20m)	ND	—	23.1	34.03	0.18	2021.9.9	Y1(20m)	ND	—	26.69	32.59
2021.7.27	H4(0m)	ND	—	28.2	33.98	0.20	2021.9.9	Y2(0m)	ND	—	25.7	31.85
2021.7.27	H4(20m)	ND	—	22.9	34.31	0.38	2021.9.9	Y2(20m)	ND	—	25.38	31.89
2021.7.27	H5(0m)	ND	—	28.4	33.51	0.11	2021.9.9	Y3(0m)	ND	—	25.3	32.26
2021.7.27	H5(20m)	ND	—	22.2	34.33	0.58	2021.9.9	Y3(20m)	ND	—	25.60	32.41
2021.9.14	H1(0m)	ND	—	25.6	32.20	0.19	2021.9.9	Y3(43m)	ND	—	19.67	34.21
2021.9.14	H1(20m)	ND	—	25.3	32.73	0.28	2021.7.6	Y6(0m)	ND	—	24.0	33.40
2021.9.14	H2(0m)	ND	—	25.7	32.27	0.24	2021.7.6	Y6(2.0m)	ND	—	23.8	33.56
2021.9.14	H2(20m)	ND	—	25.9	32.29	0.24	2021.7.6	Y7(0m)	ND	—	24.6	32.94
2021.9.14	H3(0m)	ND	—	25.8	32.15	0.21	2021.7.6	Y7(0.6m)	ND	—	24.5	33.60
2021.9.14	H3(20m)	ND	—	25.9	32.16	0.23	2021.7.6	Y4(0m)	ND	—	24.4	33.85
2021.9.14	H4(0m)	ND	—	25.7	32.18	0.27	2021.7.6	Y4(1.5m)	ND	—	24.2	33.85
2021.9.14	H4(20m)	ND	—	25.8	32.23	0.21	2021.7.6	Y5(0m)	ND	—	24.3	33.55
2021.9.14	H5(0m)	ND	—	24.9	32.74	0.16	2021.7.6	Y5(1.7m)	ND	—	24.1	33.92
2021.9.14	H5(20m)	ND	—	25.2	32.80	0.24	2021.8.18	Y6(0m)	ND	+	25.0	31.62
2021.9.14	H6(0m)	ND	—	25.2	32.80	0.16	2021.8.18	Y6(3.2m)	ND	—	25.0	32.47
2021.9.14	H6(20m)	ND	—	24.5	33.42	0.22	2021.8.18	Y7(0m)	ND	—	24.9	28.56
2021.1.28	HS(0m)	ND	—	11.0	32.66	0.47	2021.8.18	Y7(2.0m)	ND	—	24.9	32.81
2021.3.1	HS(0m)	ND	—	13.2	34.17	0.84	2021.8.18	Y4(0m)	ND	—	25.8	31.24
2021.4.9	HS(0m)	ND	—	14.6	34.18	0.69	2021.8.18	Y4(1.9m)	ND	—	25.5	32.04
2021.5.11	HS(0m)	ND	—	17.1	34.55	0.77	2021.8.18	Y5(0m)	ND	—	25.5	29.15
2021.6.7	HS(0m)	ND	—	21.0	34.12	1.51	2021.8.18	Y5(2.1m)	ND	—	25.0	32.59
2021.7.6	HS(0m)	ND	—	22.7	33.92	1.39	2021.9.15	Y6(0m)	ND	—	24.2	29.46
2021.7.14	HS(0m)	ND	—	26.4	31.72	1.88	2021.9.15	Y6(2.9m)	ND	—	25.3	32.20
2021.7.20	HS(0m)	ND	—	28.0	32.11	1.18	2021.9.15	Y7(0m)	ND	—	23.9	25.88
2021.7.28	HS(0m)	ND	—	28.0	30.49	1.80	2021.9.15	Y7(1.2m)	ND	—	25.4	32.47
2021.9.10	HS(0m)	ND	—	25.9	31.12	2.43	2021.9.15	Y4(0m)	ND	—	25.5	31.89
2021.10.5	HS(0m)	ND	—	24.4	32.67	1.14	2021.9.15	Y4(2.0m)	ND	—	25.0	31.89
2021.11.1	HS(0m)	ND	—	19.8	32.49	2.55	2021.9.15	Y5(0m)	ND	—	23.8	22.49
2021.12.6	HS(0m)	ND	—	14.6	32.73	0.86	2021.9.15	Y5(2.1m)	ND	—	24.6	31.71

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 (°C)	塩分	クロロフィルa ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
2021.6.24	T6(0m)	ND	—	22.8	34.0	
2021.6.24	T6(20m)	ND	—	20.2	34.3	
2021.7.27	T1(1m)	ND	—	27.51	32.96	
2021.7.27	T1(20m)	ND	—	22.84	33.66	
2021.7.27	T2(1m)	ND	—	28.0	33.56	
2021.7.27	T2(20m)	ND	—	22.26	34.24	
2021.7.27	T3(1m)	ND	—	27.85	32.62	
2021.7.27	T3(20m)	ND	—	20.81	33.85	
2021.7.27	T4(1m)	ND	—	28.18	32.58	
2021.7.27	T4(20m)	ND	—	20.36	34.15	
2021.7.27	T5(1m)	ND	—	28.51	33.1	
2021.7.27	T5(20m)	ND	—	21.57	34.38	
2021.9.1	T1(1m)	ND	—	26.47	32.27	
2021.9.1	T1(20m)	ND	—	26.51	32.34	
2021.9.1	T2(1m)	ND	—	25.82	32.65	
2021.9.1	T2(20m)	ND	—	24.56	32.73	
2021.9.1	T3(1m)	ND	—	25.94	32.37	
2021.9.1	T3(20m)	ND	—	24.61	33.11	
2021.9.1	T4(1m)	ND	—	25.75	32.91	
2021.9.1	T4(20m)	ND	—	25.24	33.07	
2021.9.1	T5(1m)	ND	—	24.56	33.04	
2021.9.1	T5(20m)	ND	—	23.90	33.32	
2021.7.26	T7(0m)	ND	—	29.4	29.4	
2021.7.26	T8(0m)	ND	—	25.8	欠測	
2021.7.26	T9(0m)	ND	—	27.0	欠測	
2021.7.26	T10(1m)	ND	—	27.3	33.10	0.00
2021.7.26	T10(10m)	ND	—	25.5	33.35	0.00
2021.7.26	T11(1m)	ND	—	26.7	32.73	0.00
2021.7.26	T11(10m)	ND	—	24.7	33.00	0.00
2021.8.23	T7(0m)	ND	—	24.9	29.7	
2021.8.24	T8(0m)	ND	—	25.9	欠測	
2021.8.24	T9(0m)	ND	—	25.9	欠測	
2021.8.24	T10(1m)	ND	—	25.6	32.23	0.00
2021.8.24	T10(10m)	ND	—	25.4	32.55	0.00
2021.8.24	T11(1m)	ND	—	26.0	32.08	0.00
2021.8.24	T11(10m)	ND	—	25.7	32.72	0.00
2021.9.21	T7(0m)	ND	—	25.3	30.6	
2021.9.27	T8(0m)	ND	—	25.2	欠測	
2021.9.27	T9(0m)	ND	—	25.4	欠測	
2021.9.28	T10(1m)	ND	—	25.1	32.68	0.25
2021.9.28	T10(10m)	Karenia sp. 0.003	—	25.1	32.68	0.18
2021.9.28	T11(1m)	ND	—	25.0	32.74	0.32
2021.9.28	T11(10m)	ND	—	25.0	32.75	0.20

鳥根県					
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 (PSU)
2021.7.27	SA(0m)	ND	—	28.2	33.8
2021.7.27	SA(20m)	ND	—	20.0	34.2
2021.7.27	SB(0m)	ND	—	27.2	32.2
2021.7.27	SB(20m)	ND	—	20.3	33.7
2021.8.31	SA(0m)	ND	—	25.6	32.9
2021.8.31	SA(20m)	ND	—	24.2	33.1
2021.9.1	SB(0m)	ND	—	26.4	32.1
2021.9.1	SB(20m)	ND	—	26.4	32.7
2021.7.6	S6(0m)	ND	—	23.0	19.8
2021.7.6	S6(5m)	ND	—	23.0	32.6
2021.7.7	S1(0m)	ND	—	23.4	欠測
2021.7.7	S1(5m)	ND	—	23.0	欠測
2021.7.7	S4(0m)	ND	—	24.3	34.1
2021.7.7	S4(5m)	ND	—	24.2	34.2
2021.7.7	S5(0m)	ND	—	24.5	34.3
2021.7.7	S5(2m)	ND	—	24.1	34.6
2021.7.8	S2(0m)	ND	—	23.4	8.8
2021.7.8	S2(5m)	ND	—	23.7	32.0
2021.7.8	S3(0m)	ND	+	23.9	21.6
2021.7.8	S3(2m)	ND	—	23.9	22.0
2021.8.3	S4(0m)	ND	—	28.8	33.6
2021.8.3	S4(5m)	ND	—	28.4	33.6
2021.8.3	S5(0m)	ND	—	28.8	33.6
2021.8.3	S5(2m)	ND	—	28.2	33.7
2021.8.4	S1(0m)	ND	—	29.2	欠測
2021.8.4	S1(5m)	ND	—	29.4	欠測
2021.8.4	S1(9m)	ND	—	29.4	欠測
2021.8.4	S2(0m)	ND	—	28.6	15
2021.8.4	S2(5m)	ND	—	28.0	32.1
2021.8.4	S3(0m)	ND	—	28.2	28.2
2021.8.4	S3(2m)	ND	—	28.2	28.2
2021.8.4	S6(0m)	ND	—	29.6	31.8
2021.8.4	S6(5m)	ND	—	27.1	32.3
2021.9.8	S1(0m)	ND	—	24.8	欠測
2021.9.8	S1(5m)	ND	—	25.8	欠測
2021.9.8	S1(9m)	ND	—	25.7	欠測
2021.9.8	S2(0m)	ND	—	24.5	20.6
2021.9.8	S2(5m)	ND	—	26.3	31.4
2021.9.8	S3(0m)	ND	—	25.1	25.6
2021.9.8	S3(2m)	ND	—	26	30.4
2021.9.8	S4(0m)	ND	—	25.2	32.9
2021.9.8	S4(5m)	ND	—	26.3	33.1
2021.9.8	S5(0m)	ND	—	25	32.3
2021.9.8	S5(2m)	ND	—	26.2	33.1
2021.9.8	S6(0m)	ND	—	25.9	31.2
2021.9.8	S6(5m)	ND	—	25.9	31.5

1) 有害赤潮プランクトンの出現動態監視及び予察技術開発 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
梅田智樹, 津城啓子, 川名拓里
九州大学総合理工学研究所
山口創一
水産研究・教育機構 中央水産研究所
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3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)

② 調査回数

6 月下旬~8 月下旬にかけて、原則 1 回/週。

③調査項目

- ・多項目水質計による鉛直観測（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）
- ・栄養塩分析（0, 5, 10, 20 m 層の NO₃-N, NO₂-N, NH₄-N, PO₄-P, SiO₂-Si）

【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、Chl 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~8 月（3 ヶ月間）
- ・設置水深：1.5 m 層

30分毎にデータを取得し、関係機関に自動送信。

- ② クロロフィル濁度計，流向流速計および光量子束密度計による連続観測
 - ・設置期間：7月（1ヶ月間）
 - ・設置水深：1.5 m 層(流向流速)，5 m 層(クロロフィル)，海面上（光量子束密度）
 - ・測定間隔：10分（流向流速），30分（クロロフィル），5分（光量子束密度）

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）
クロロフィル蛍光値，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，クロロフィル蛍光値，DO については多項目水質計による鉛直測定を実施）

3) 数値モデル等を用いた発生シナリオの検証（九州大学総合理工学研究院）

九州北部海域における流動場が有害赤潮発生に寄与した可能性について検証するために，東アジア縁辺海のデータ同化研究（Data assimilation Research of the East Asian Marine System: DREAMS）による海況予報値と有限体積法沿岸海洋モデル（Finite Volume Community Ocean Model: FVCOM）を組み合わせたシミュレーション結果および収集された観測結果等を用いる。特に本年は伊万里湾における河川水由来の淡水挙動を詳細に再現するため，陸域における淡水挙動を動的に再現する降雨流出氾濫モデル（Rainfall-Runoff-Inundation model: RRI）を FVCOM とドッキングさせた高精度シミュレーションを実施し，赤潮発生時の詳細な流動場を再現する。

4) 伊万里湾カレニア赤潮発生に寄与する外洋海況条件の検討（水産研究・教育機構）

Aoki et al. (2020) によって，春季東部海域の全窒素濃度と M₂ 潮汐振幅および春季済州島一仮屋の水位差を用いた直線判別分析による伊万里湾における *Karenia mikimotoi* 赤潮の予察法が提案された。しかし，予察に用いられる各環境要素が，どのように赤潮形成に寄与していたかは十分に理解されていない。特に，春季済州島一仮屋の水位差については，直接的な伊万里湾環境の指標ではないことから，初期細胞の移入に寄与したか内湾環境に直接影響しているか判断できていない。春季の初期個体群に関するデータの蓄積は十分でないことから，水位差と湾内外環境の関係について解析した。済州島（西帰浦）と仮屋の水位は，Permanent Service for Mean Sea level (<https://www.psmsl.org>) からダウンロードした月平均値を解析に使用した。

長崎県県北水産業普及指導センターが計測した 2002-2018 年の湾内 5 点 (Stn. 1, 3, 5, 6, 7) の水温鉛直プロファイルのデータを使用した。本解析では、春季 (2-4 月)・夏季 (5-7 月) の湾西部 (Stn. 1, 3)・湾中部 (Stn. 5-7) 毎に各水深の平均値を求め、済州島—仮屋の水位差の年変動との相関解析を実施した。さらに広域な水温場との関係を見るために、Aqua/MODIS の 4 km 解像度の月平均海面水温値を NASA ocean color (<https://oceancolor.gsfc.nasa.gov>) からダウンロードし、上記水温鉛直プロファイルと同様に済州島—仮屋の水位差との相関解析を行った。

(3) 結果及び考察

1) 植物プランクトンの出現状況

令和 3 年度調査期間中の伊万里湾における赤潮発生件数は 1 件であり、構成種は *K. mikimotoi* であった。佐賀県海域では、この赤潮による養殖魚介類への漁業被害は発生しなかった。*K. mikimotoi* の出現状況を臨時調査の結果も含めて以下に示す。

令和 3 年 6 月 21 日から 8 月 30 日における *K. mikimotoi* の水平分布を図 2 に示す。また、同期間における海域別 (図 1 参照：湾西部、湾中部、湾東部) の *K. mikimotoi* の細胞密度の推移を図 3 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 6 月 11 日に湾中部で初認 (1 cell/mL) された。本種は 6 月 14 日に湾東部で確認 (水深 11 m で 25 cells/mL) され、6 月 28 日から 7 月 7 日には 500 cells/mL を超える地点が湾央、湾東部で多く認められ、赤潮を形成した。7 月 8~12 日には、細胞密度が減少し、8 月 11 日に赤潮は終息した。

2) 水質

① 水温

Stn.1, Stn.7, Stn.10 および Stn.14 における令和 3 年 6 月 21 日から 8 月 31 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 4 に示す。表層水温は 23.1~29.7°C, 底層水温は 21.0~27.4°C の範囲で推移した。

② 塩分

Stn.1, Stn.7, Stn.10 および Stn.14 における令和 3 年 6 月 21 日から 8 月 31 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 5 に示す。表層塩分は 8.4~33.8, 底層塩分は 32.1~34.1 の範囲で推移した。

③ DO

Stn.1, Stn.7, Stn.10 および Stn.14 における令和 3 年 6 月 21 日から 8 月 31 日までの表層 (0.5 m) および底層 (B-1 m) の DO の推移を図 6 に示す。表層 DO は 86.7~136.9%, 底層 DO は 57.8~134.7% の範囲で推移した。

④ DIN

Stn.1, Stn.7, Stn.10 および Stn.14 における令和 3 年 6 月 21 日から 8 月 30 日までの表層 (0.5 m) および 10 m 層の DIN の推移を図 7 に示す。表層 DIN は 0.0~43.9µM, 底層 DIN は

0.0~12.0 μ M の範囲で推移した。

⑤ PO₄-P

Stn.1, Stn.7, Stn.10 および Stn.14 における平成 30 年 6 月 1 日から 8 月 29 日までの表層 (0.5 m) および 10 m 層の PO₄-P の推移を図 8 に示す。表層 PO₄-P は 0.00~1.4 μ M, 底層 PO₄-P は 0.00~0.6 μ M の範囲で推移した。

⑥ 水温 (定点連続水温)

Stn.15 の水深 1.5 m 層と 5 m 層における令和 3 年 6 月 21 日から 8 月 31 日までの日平均水温を図 9 に示す。1.5 m 層は 21.6~32 °C, 5 m 層は 21.2~29.2 °C の範囲で推移した。

3) 数値モデル等を用いた発生シナリオの検証 (九州大学総合理工学研究院)

FVCOM に RRI をドッキングさせ、伊万里湾に流入する淡水量の推定精度を向上させた数値シミュレーションを 2012 年, 2019 年, 2020 年の夏季を対象に実施した。現地観測結果との比較の結果, 物理環境 (特に塩分分布) の再現性の向上を確認した。図 10 には鷹島南部に位置する Stn.5 の塩分の観測値と数値モデルにより計算値との比較を示している。従来行われてきた最寄りの一級河川との流域面積比を用いた推定流量を適用したケースに比べ, RRI に各種雨量データソース (アメダス雨量計, 解析雨量, 全国合成レーダー GPV, 気象庁 MSM GPV) を導入することによって推定した河川流量を用いた計算値で再現性に改善が見られていることが分かる。他の地点においても同様の再現性向上が見られた。同モデルを用いて 2012 年に発生した移流型赤潮について検証した結果, 福島東部海域において発生した赤潮が鷹島南部へ輸送される様子が再現され, 南寄りの風の ON/OFF に伴う流動場の変化が輸送に重要な役割を担っていることが分かった。

4) 伊万里湾カレンア赤潮発生に寄与する外洋海況条件の検討 (水産研究・教育機構)

伊万里湾内全定点 0, 2.5, 5, 10, 20, B-1 m 深の春季および夏季の各層平均水温と春季済州島一仮屋の水位差の相関係数を図 11 に示す。0 m を除いた水深では春季に比べ, 夏季の方が高い正相関であった。夏季では, 下層ほど相関が強くなっており, 20 m および B-1 m 深の相関係数は 0.4 以上であった。夏季の湾東部と湾央部を分けて (図 12) をみると, 湾央部の方が高相関係数となり, 20 m の相関係数は 0.47 であった。また, 湾央部と湾西部共に水温成層が形成されていた (図 12)。春季済州島一仮屋水位差と春季人工衛星海面水温の相関図 (図 13) をみると, 済州島九州間~対馬九州間の対馬暖流流域に正相関係数が広く分布していることがわかる。水位差は対馬暖流の勢力の指標であるから, 当然の結果が確認されたともいえる。対馬暖流の本流域から離れた伊万里湾等の九州沿岸の相関係数は対馬暖流域に比べ, 低かった。伊万里湾等の九州沿岸では春季より夏季に, 水位差と水温に強い相関関係がみられた。

以上のことから, 湾内に移入してきた外洋水が, 気象擾乱の影響が相対的に弱い下層に残存し易かったことが湾央部底層水温と済州島一仮屋水位差に高相関がみられた要因の一つと考えられる。済州島一仮屋の水位差は春季平均値と夏季平均値に有意な相関がみられ (図 14), 春季と夏季で類似した経年変動をしており, 伊万里湾の夏季水温変動に春季水位差と夏季水位差のどちらが支配的に寄与したか判断できなかった。

夏季の湾内平均水温は 20-23 °C (図 12) であることから、高水温年では、*K. mikimotoi* の増殖の好適水温 25 °C (山口・本城, 1989) に近づいていたと考えられる。まとめると、予察に用いられる春季済州島－仮屋水位差は、夏季の水温環境の代替指標に、ひいては *K. mikimotoi* の増殖環境の指標になっていたと考えられる。

5) 長崎県海域における対策

令和 3 年度長崎県海域においては、養殖漁場近隣では、*K. mikimotoi* の高密度分布がほとんど確認されなかったことから、今年度は伊万里湾においては積極的な防除は実施しなかった。*K. mikimotoi* が 100 cells/mL 以上の細胞密度で観察された水深は 10 m 以深であったため養殖魚が赤潮水塊に接触せず、斃死が発生しなかったと考えられる。

引用文献

- 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.
- 山口峰生, 本城凡夫. 有害赤潮鞭毛藻 *Gymnodinium nagasakiense* の増殖におよぼす水温, 塩分および光強度の影響. 日本水産学会誌 1989 ; **55**: 2029-2036.