

環境要因	T検定		U検定	
	P値	結果	P値	結果
5月表層水温	0.035436	*	0.036407	*
前年10月表層塩分	0.033915	*	0.043421	*
前年11月表層塩分	0.004384	**	0.007592	**
前年10月5m塩分	0.051455	+	0.050493	+
前年11月5m塩分	0.01788	*	0.01554	*
前年10月低層塩分	0.054281	+	0.091207	+
前年11月低層塩分	0.042079	*	0.029238	*
2月低層塩分	0.067965	+	0.049883	*
1月低層DIN	0.022772	*	0.026114	*
5月表層DIP	0.065285	+	0.091619	+
前年12月表層Chl	0.026606	*	0.035952	*
前年12月低層Chl	0.080125	+	0.067599	+
9月低層Chl	0.015747	*	0.011655	*
10月低層Chl	0.010889	*	0.002468	**
4月降水量	0.026996	*	0.020522	*
前年11月上旬降水量	0.01165	*	0.007654	**
4月中旬降水量	0.061836	+	0.091207	+
8月中旬降水量	0.050108	+	0.036407	*
5月中旬気温	0.063404	+	0.075259	+
6月下旬気温	0.030219	*	0.050374	+
9月下旬気温	0.042087	*	0.040784	*
5月日照時間	0.069405	+	0.043421	*
前年11月上旬日照時間	0.094733	+	0.067599	+
1月中旬日照時間	0.039322	*	0.067599	+

表 13 徳山湾（山口県海域）において
抽出された赤潮大規模発生に
関する環境要因
(** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, + : $p < 0.1$)

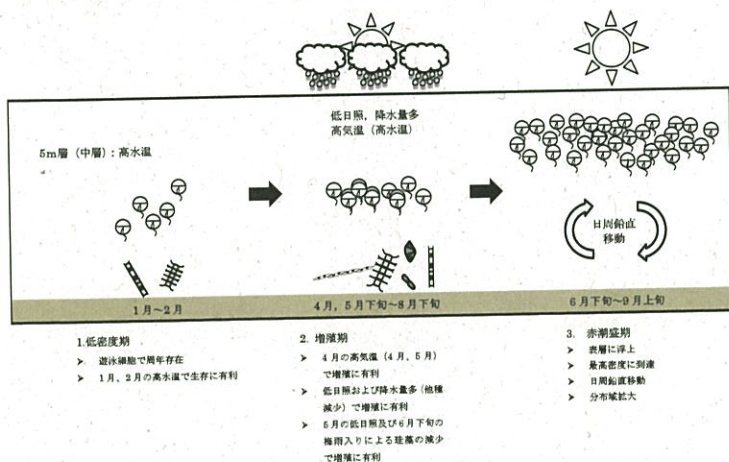


図 31 徳山湾（山口県海域）における
Karenia mikimotoi
赤潮発生シナリオ

海域	解析手法	説明変数	説明変数の数	判別期間（年）	的中率（%）	2018年予測	2018年中	2019年予測	2019年中
周防灘（福岡県）	線形判別	7月5m層水温	2	2002～2017	87.5%	△	○	△	○
周防灘（福岡県）	線形判別	5月5m層塩分	2	2002～2017	87.5%	△	○	△	○
周防灘（福岡県）	線形判別	7月5m層水温	2	2002～2017	87.5%	×	◎	○	◎
周防灘（福岡県）	線形判別	4月表層DIP	2	2002～2017	93.8%	×	◎	○	◎
周防灘（福岡県）	線形判別	7月5m層水温	2	2002～2017	87.5%	△	○	△	○
周防灘（福岡県）	線形判別	4月表層DIP	2	2002～2017	87.5%	○	×	○	◎
周防灘（福岡県）	線形判別	7月5m層水温	2	2002～2017	87.5%	△	○	△	○
周防灘（福岡県）	線形判別	5月5m層塩分	2	2002～2017	87.5%	○	×	○	◎
周防灘（福岡県）	線形判別	4月上旬日照時間	2	2002～2017	87.5%	×	◎	×	×
周防灘（福岡県）	線形判別	5月5m層塩分	2	2002～2017	87.5%	○	×	○	◎
周防灘（福岡県）	線形判別	4月上旬日照時間	2	2002～2017	87.5%	○	×	○	◎
周防灘（福岡県）	線形判別	4月表層DIP	2	2002～2017	87.5%	○	×	○	◎
周防灘（福岡県）	線形判別	6月5m層DIP	2	2002～2017	87.5%	×	◎	×	×
周防灘（福岡県）	線形判別	5月中旬気温	2	2002～2017	87.5%	×	◎	×	×
周防灘（福岡県）	線形判別	4月上旬日照時間	2	2002～2017	87.5%	△	○	○	◎
周防灘（福岡県）	線形判別	4月表層DIP	2	2002～2017	87.5%	△	○	△	○
周防灘（福岡県）	線形判別	6月表層DIP	2	2002～2017	87.5%	○	×	○	◎
周防灘（福岡県）	線形判別	4月上旬日照時間	2	2002～2017	87.5%	△	○	○	◎
周防灘（福岡県）	線形判別	4月上旬日照時間	2	2002～2017	87.5%	○	×	○	◎
周防灘（福岡県）	線形判別	4月上旬日照時間	2	2002～2017	87.5%	○	×	○	◎
周防灘（福岡県）	線形判別	4月上旬日照時間	2	2002～2017	87.5%	×	◎	○	◎

表 14 周防灘豊前海（福岡県海域）における判別予測・結果

表 15 周防灘豊前海(福岡県海域)において抽出された
赤潮大規模発生に関する環境要因

(**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$)

環境要因	t検定		U検定	
	p値	結果	p値	結果
7月上旬5m層水温	0.0255	*	0.0420	*
4月上旬降水量	0.0313	*	0.0010	**
8月中旬降水量	0.0421	*	0.0420	*
4月上旬日照	0.0004	**	0.0010	**
6月下旬日照	0.0049	**	0.0125	*

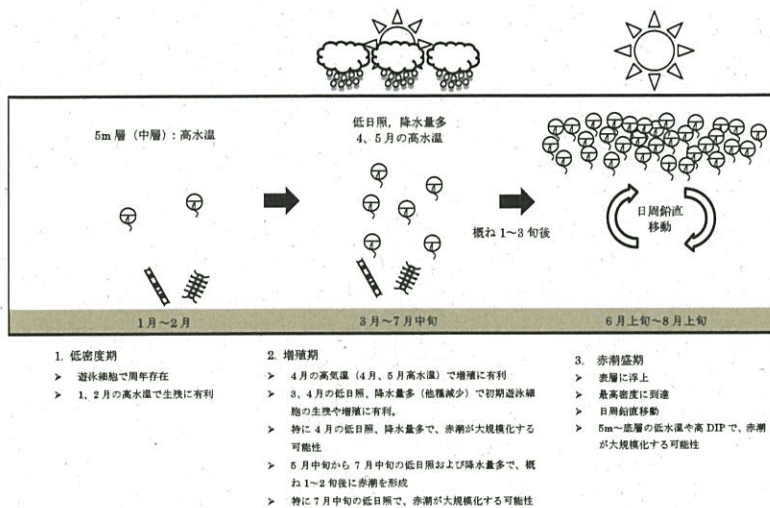


図 32 周防灘豊前海
(福岡県海域)に
おける
Karenia mikimotoi
赤潮発生シナリオ

表 16 周防灘(大分県海域)における判別予測・結果

海域	解析手法	説明変量	説明変数の数	判別期間(年)	的中率	2018年 予測	2018年 的中	2019年 予測	2019年 的中
					(%)				
周防灘 (大分県)	線形判別	5月表層水温 7月最大風速	2	2002~ 2017	81	△	△	△	○
周防灘 (大分県)	線形判別	5月5m水温 7月最大風速	2	2002~ 2017	81	△	△	○	◎
周防灘 (大分県)	線形判別	1月表層塩分 7月最大風速	2	2002~ 2017	81	△	△	△	○
周防灘 (大分県)	マハラノビス	7月分布指標(10cc) 7月最大風速	2	2002~ 2017	81	×	◎	△	○
周防灘 (大分県)	マハラノビス	5月表層水温 7月分布指標(10cc)	2	2002~ 2017	94	×	◎	△	○
周防灘 (大分県)	マハラノビス	5月5m水温 7月分布指標(10cc)	2	2002~ 2017	81	×	◎	△	○
周防灘 (大分県)	マハラノビス	1月表層塩分 7月分布指標(10cc)	2	2002~ 2017	75	×	◎	×	×
周防灘 (大分県)	線形判別	5月表層水温 1月表層塩分	2	2002~ 2017	69	○	×	△	○
周防灘 (大分県)	線形判別	5月5m水温 1月表層塩分	2	2002~ 2017	69	△	△	△	○

環境要因	t検定		U検定	
	p値	結果	p値	結果
5月分布指標(1cells/ml)	0.0918	+	0.0597	+
6月水温(0m)	0.0701	+	0.0245	*
7月塩分(5m)	0.0815	+	0.0582	+
8月塩分(B-1m)	0.0041	**	0.0198	*
7月DIN(0m)	0.0003	**	0.0220	*
6月DIP(0m)	0.0492	*	0.0245	*
7月DIP(0m)	0.0665	+	0.0445	*
6月DIP(B-1m)	0.0017	**	0.0180	*
2月日照時間	0.0825	+	0.0780	+

表 17 周防灘(大分県海域)において
抽出された赤潮大規模発生に関
する環境要因
(**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, +: $p < 0.1$)

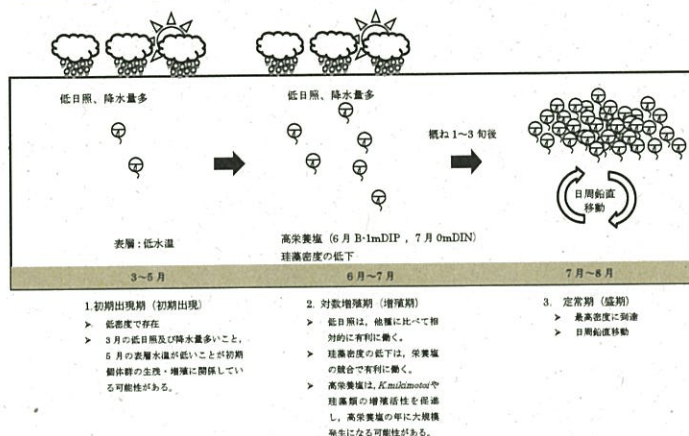


図 33 周防灘(大分県海域)における
Karenia mikimotoi
赤潮発生シナリオ

表 18 佐伯湾(大分県海域)における判別予測・結果

海域	解析手法	説明変数	説明変数の数	判別期間(年)	的中率(%)	2018年予測	2018年的中	2019年予測	2019年の中
佐伯湾(大分県)	線形判別	3月降水量	2	2002~2017	92.3	×	×	×	⊖
佐伯湾(大分県)	線形判別	2月気温	2	2002~2017	96.2	×	×	×	⊖
佐伯湾(大分県)	線形判別	3月降水量	2	2002~2017	96.2	×	×	×	⊖
佐伯湾(大分県)	線形判別	1月表層塩分	2	2002~2017	100.0	○	⊕	×	⊖
佐伯湾(大分県)	マハラノビス距離	3月降水量	2	2002~2017	100.0	○	⊕	×	⊖
佐伯湾(大分県)	マハラノビス距離	2月表層塩分	2	2002~2017	100.0	○	⊕	×	⊖
佐伯湾(大分県)	線形判別	3月日照時間	2	2002~2017	96.2	○	⊕	○	×
佐伯湾(大分県)	線形判別	2月気温	2	2002~2017	96.2	○	⊕	○	×
佐伯湾(大分県)	マハラノビス距離	3月日照時間	2	2002~2017	96.2	○	⊕	○	×
佐伯湾(大分県)	マハラノビス距離	1月表層水温	2	2002~2017	96.2	○	⊕	○	×
佐伯湾(大分県)	線形判別	3月日照時間	2	2002~2017	100.0	○	⊕	○	×
佐伯湾(大分県)	線形判別	1月表層塩分	2	2002~2017	100.0	○	⊕	○	×
佐伯湾(大分県)	マハラノビス距離	3月日照時間	2	2002~2017	100.0	○	⊕	○	×
佐伯湾(大分県)	マハラノビス距離	2月表層塩分	2	2002~2017	100.0	○	⊕	○	×
佐伯湾(大分県)	マハラノビス距離	2月気温	2	2002~2017	96.2	○	⊕	○	×
佐伯湾(大分県)	マハラノビス距離	1月表層塩分	2	2002~2017	96.2	○	⊕	○	×
佐伯湾(大分県)	マハラノビス距離	2月気温	2	2002~2017	96.2	○	⊕	○	×
佐伯湾(大分県)	マハラノビス距離	1月表層水温	2	2002~2017	83.3	○	⊕	○	×
佐伯湾(大分県)	マハラノビス距離	1月表層塩分	2	2002~2017	83.3	○	⊕	○	×
佐伯湾(大分県)	マハラノビス距離	1月表層水温	2	2002~2017	83.3	○	⊕	○	×
佐伯湾(大分県)	マハラノビス距離	2月表層塩分	2	2002~2017	83.3	○	⊕	○	×

表 19 佐伯湾(大分県海域)において
抽出された赤潮大規模発生に
関する環境要因
(**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, +: $p < 0.1$)

環境要因	t検定		U検定	
	p値	結果	p値	結果
5月(降水量)	0.0780	+	0.0549	+
4月日照	0.0431	*	0.0712	+
5月日照	0.0176	*	0.0712	+
1月(水試sal)	0.0005	**	0.0021	**
5月(水試sal)	0.0545	+	0.0341	*

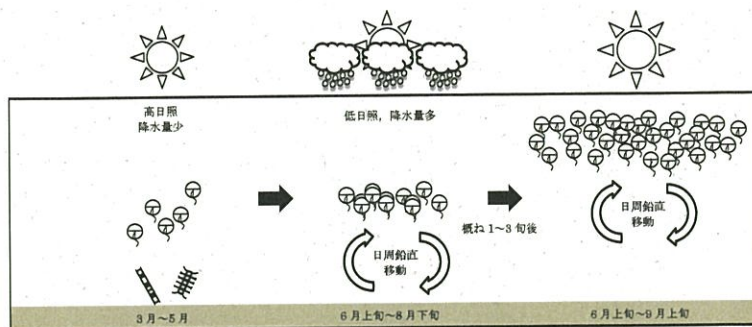


図 34 佐伯湾(大分県海域)における
Karenia mikimotoi
赤潮発生シナリオ

1. 低密度期
 > 遊泳細胞で周年存在
 > 3月の高日照・降水量少で生体に有利
 > 生体個体が多いと大規模発生になる可能性あり
2. 増殖期
 > 日周鉛直移動
 > 低日照および降水量多(他種減少)で増殖に有利
3. 赤潮盛期
 > 表層に浮上
 > 最高密度に到達
 > 日周鉛直移動
 > 分布域拡大

表 20 岩松湾(愛媛県海域)における
判別予測・結果

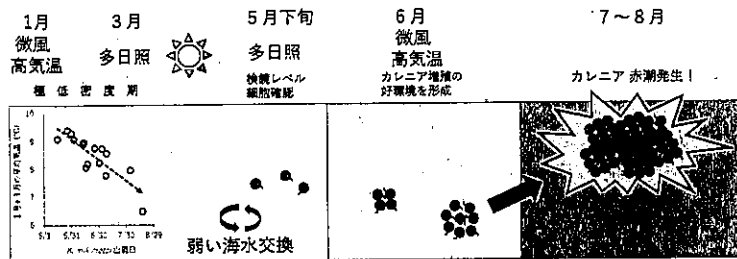
海域	解析手法	説明変数	説明変数の数	判別期間(年)	的中率(%)	2018年予測	2018年中	2019年予測	2019年中
岩松湾(愛媛県)	線形判別	1月下旬5m水温	2	2002~2017	92.3	○	◎	×	◎
岩松湾(愛媛県)	線形判別	4月下旬5m水温	2	2002~2017	92.3	×	×	×	◎
岩松湾(愛媛県)	線形判別	1月下旬5m水温	2	2002~2017	98.2	×	×	×	◎
岩松湾(愛媛県)	線形判別	2月平均風速	2	2002~2017	96.2	×	×	△	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	1月下旬5m水温	2	2002~2017	100.0	×	×	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	5月平均風速	2	2002~2017	92.3	△	×	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	1月下旬5m水温	2	2002~2017	88.5	×	×	×	◎
岩松湾(愛媛県)	線形判別	7月中旬日照時間	2	2002~2017	96.2	○	◎	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	2月上旬5m水温	2	2002~2017	92.3	○	◎	△	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	4月下旬5m水温	2	2002~2017	88.5	×	×	×	◎
岩松湾(愛媛県)	線形判別	2月上旬5m水温	2	2002~2017	92.3	△	×	×	◎
岩松湾(愛媛県)	線形判別	2月平均風速	2	2002~2017	100.0	×	×	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	5月平均風速	2	2002~2017	100.0	×	×	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	2月上旬5m水温	2	2002~2017	95.8	△	×	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	6月中旬日照時間	2	2002~2017	92.3	×	×	×	◎
岩松湾(愛媛県)	線形判別	2月上旬5m水温	2	2002~2017	100.0	○	◎	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	4月下旬5m水温	2	2002~2017	88.5	○	◎	×	◎
岩松湾(愛媛県)	線形判別	7月日照時間	2	2002~2017	100.0	○	◎	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	5月下旬日照時間	2	2002~2017	96.2	○	◎	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	4月下旬5m水温	2	2002~2017	96.2	○	◎	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	6月中旬日照時間	2	2002~2017	96.2	○	◎	×	◎
岩松湾(愛媛県)	線形判別	7月日照時間	2	2002~2017	92.3	△	×	△	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	5月平均風速	2	2002~2017	100.0	×	×	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	7月日照時間	2	2002~2017	88.5	△	×	△	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	6月中旬日照時間	2	2002~2017	100.0	○	◎	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	2月平均風速	2	2002~2017	88.5	○	◎	△	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	6月中旬日照時間	2	2002~2017	100.0	×	×	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	5月平均風速	2	2002~2017	92.3	△	×	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	6月中旬日照時間	2	2002~2017	96.2	×	×	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	5月下旬日照時間	2	2002~2017	100.0	○	◎	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	5月下旬日照時間	2	2002~2017	100.0	○	◎	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	6月中旬日照時間	2	2002~2017	100.0	○	◎	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	7月中旬日照時間	2	2002~2017	96.2	○	◎	○	×
岩松湾(愛媛県)	線形判別	5月下旬平均風速	2	2002~2017	96.2	○	◎	○	×

表 21 岩松湾(愛媛県海域)において
抽出された赤潮大規模発生に
関する環境要因

(**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, +: $p < 0.1$)

環境要因	t検定		U検定	
	p値	結果	p値	結果
5月中旬平均気温	0.0578	+	0.0734	+
5月下旬平均気温	0.0775	+	0.0939	+
5月5m層平均水温	0.0853	+	0.0929	+
6月平均気温	0.0767	+	0.0372	*
1月平均日照時間	0.0563	+	0.0997	+
3月平均日照時間	0.0352	*	0.0463	*
1月平均風速	0.0286	*	0.0093	**
5月下旬平均風速	0.0128	*	0.0193	*
6月平均風速	0.0043	**	0.0046	**
5月下旬平均日照時間	0.0235	*	0.0332	*
1月中旬平均風速	0.0423	*	0.0512	+
6月中旬平均風速	0.0267	*	0.0215	*

愛媛県岩松湾におけるカレニア赤潮大規模発生シナリオ



- ・ 1月や3月の気温が高いほど繁殖レベルでの遊泳細胞の出現時期が早まる。
- ・ 5月に急潮が弱いと、弱い海水交換で個体数が維持される。
- ・ 5月下旬の多日照や高気温が6月高水温に達がり、細胞増殖が良好となる。

図 35 岩松湾(愛媛県海域)における
Karenia mikimotoi
赤潮発生シナリオ

表 22 浦ノ内湾(高知県海域)における判別予測・結果

海域	解析手法	説明変量	説明変数の数	判別期間(年)	的中率(%)	2018年予測	2018年の中	2019年予測	2019年の中
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	8月下旬平均気温	2	2002~2017	93.8	×	⊙	×	×
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	8月降水量	2	2002~2017	100.0	×	⊙	×	×
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	8月下旬平均気温	2	2002~2017	100.0	×	⊙	×	×
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	4月底層DIN	2	2002~2017	100.0	×	⊙	×	×
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	1月中旬降水量	2	2002~2017	87.5	×	⊙	○	⊙
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	3月中旬日照時間	2	2002~2017	87.5	×	⊙	○	⊙
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	1月中旬降水量	2	2002~2017	87.5	○	×	○	⊙
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	5月表層DO	2	2002~2017	87.5	○	×	○	⊙
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	4月降水量	2	2002~2017	81.3	×	⊙	○	⊙
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	3月中旬日照時間	2	2002~2017	81.3	×	⊙	○	⊙
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	8月降水量	2	2002~2017	87.5	×	⊙	×	×
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	4月底層DIN	2	2002~2017	87.5	×	⊙	×	×
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	3月中旬日照時間	2	2002~2017	87.5	×	⊙	×	×
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	5月10m層DO	2	2002~2017	87.5	×	⊙	×	×
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	3月中旬日照時間	2	2002~2017	93.8	×	⊙	×	×
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	5月底層DO	2	2002~2017	87.5	○	×	○	⊙
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	6月下旬日照時間	2	2002~2017	87.5	○	×	○	⊙
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	5月表層DO	2	2002~2017	87.5	×	⊙	○	⊙
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	8月下旬日照時間	2	2002~2017	87.5	×	⊙	○	⊙
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	4月5m層DIN	2	2002~2017	87.5	×	⊙	○	⊙
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	5月表層DO	2	2002~2017	87.5	×	×	×	×
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	5月底層DO	2	2002~2017	87.5	×	×	×	×
浦ノ内湾(高知県)	マハラノビス距離	4月底層DIN	2	2002~2017	87.5	×	⊙	×	×

環境要因	t検定		U検定	
	p値	結果	p値	結果
5月下旬平均気温	0.090	+	0.089	+
6月下旬平均気温	0.006	**	0.015	*
5月下旬降水量	0.049	*	0.023	*
6月降水量	0.052	+	0.055	+
7月表層水温	0.057	+	0.034	*
5月10m層塩分	0.075	+	0.071	+
5月底層塩分	0.018	*	0.034	*
5月表層DO	0.030	*	0.044	*
3月5m層クロロフィル	0.052	+	0.026	*
4月5m層DIN	0.042	*	0.008	**
4月底層DIN	0.065	+	0.091	+

表 23 浦ノ内湾(高知県海域)において抽出された赤潮大規模発生に関する環境要因
(**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, +: $p < 0.1$)