

温暖化に伴う異常高水温によるホタテガイのへい死予測

吉田達

目 的

2010年の異常高水温時に陸奥湾の養殖ホタテガイが全湾平均で約7割へい死しており、将来的に温暖化が進行した場合、同様のへい死が頻発する危険性があることから、21世紀末にかけてのホタテガイのへい死予測を行う。なお、本研究は環境省の2018～2019年度地域適応コンソーシアム北海道・東北地域事業により実施した。

材料と方法

1. 水温データの整理

気象庁気象研究所が開発したMRIモデルの二酸化炭素が最も排出されるRCP8.5の21世紀中頃(2031～2050年)、21世紀末(2086～2100年)と、二酸化炭素の排出が最も抑制されるRCP2.6の21世紀末(2086～2100年)の水温予測データを日本エヌ・ユー・エス株式会社から入手して、養殖施設の陸側38地点、沖側29地点、公海28地点(図1)で水深別(12.25m、18.5m、27.0m、38.0m、51.0m)に、20℃台、21℃台、22℃台、23℃台、24℃台、25℃台、26℃台、27℃以上の出現日数を求めた。

2. へい死予測

前述の水温データと稚貝のへい死予測式¹⁾、1年貝(新貝)のへい死予測式²⁾を用いて、それぞれの調査点別、水深別にへい死率を計算した。

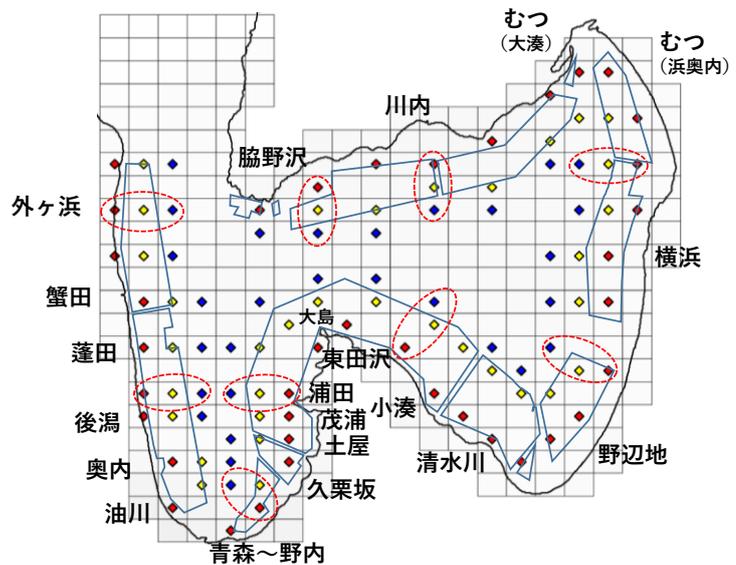


図1. へい死予測地点(グレー格子は2km四方の水温予測区域、青実線は養殖区域、菱形はへい死予測地点で赤が養殖施設の陸側、黄が養殖施設の沖側、青が養殖施設外の公海)

結果と考察

1. 水温データの整理

例として、図1の赤丸で囲んだ9地区におけるRCP8.5の21世紀中頃(2031～2050年)の水温を付表1-1～1-3に、RCP2.6の21世紀末(2086～2100年)の水温を付表2-1～2-3に、RCP8.5の21世紀末(2086～2100年)の水温を付表3-1～3-3に示した。また、ホタテガイのへい死率が高まる25℃以上の水温の出現日数を表1～3に示した。

中層(18.5m)以深における25℃以上の水温の出現日数は、RCP8.5の21世紀中頃とRCP2.6の21世紀末は全地点で0日だったが、RCP8.5の21世紀末では全地点で見られ、最高は67日であった。RCP8.5の21世紀末でも、38.0m、51.0mでは25℃以上の水温が見られない地点があった。

異常高水温でホタテガイが大量へい死した2010年³⁾と比較するため、陸奥湾海況自動観測システム青森ブイ15m層における2010年と平常(1985～2017年)の7～10月の日平均水温と、MRIモデルによる同ブイ、同水深付近の予測水温を図2に示した。なお、MRIモデルでは15m層の予測値がないため、12.25mと18.5m

の平均値を用いた。RCP8.5 の 21 世紀中頃と RCP2.6 の 21 世紀末の水温は 2010 年を下回ったが、RCP8.5 の 21 世紀末は 2010 年をかなり上回った。

表 1. MRI モデルの RCP8.5 による 21 世紀中頃（2031～2050 年）の日平均水温の 25℃以上の出現日数

	陸側施設					沖側施設					公海				
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
外ヶ浜	14	0	0	0	0	14	0	0	0	0	5	0	0	0	0
蓬田～後潟	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0
青森	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平内西側	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0
平内東側	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
野辺地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
横浜～むつ	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0
川内	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
脇野沢	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 2. MRI モデルの RCP2.6 による 21 世紀末（2086～2100 年）の日平均水温の 25℃以上の出現日数

	陸側施設					沖側施設					公海				
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
外ヶ浜	9	0	0	0	0	9	0	0	0	0	8	0	0	0	0
蓬田～後潟	2	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	0
青森	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平内西側	3	0	0	0	0	5	0	0	0	0	7	0	0	0	0
平内東側	3	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0
野辺地	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0
横浜～むつ	7	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7	0	0	0	0
川内	6	0	0	0	0	6	0	0	0	0	5	0	0	0	0
脇野沢	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0

表 3. MRI モデルの RCP8.5 による 21 世紀末（2086～2100 年）の日平均水温の 25℃以上の出現日数

	陸側施設					沖側施設					公海				
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
外ヶ浜	77	60	67	0	0	76	61	65	21	0	75	62	59	17	0
蓬田～後潟	70	56	61	0	0	70	56	56	12	0	71	57	53	11	0
青森	62	51	54	0	0	64	51	51	28	0	65	51	52	30	0
平内西側	66	51	51	11	0	70	53	52	12	0	71	54	52	12	0
平内東側	64	51	50	22	0	66	51	50	14	0	66	50	47	12	0
野辺地	59	47	46	29	0	62	47	45	25	0	65	48	43	22	0
横浜～むつ	67	48	52	0	0	66	46	47	31	0	66	46	44	26	0
川内	67	51	48	0	0	64	47	45	13	0	62	46	41	9	0
脇野沢	69	55	46	9	0	66	49	44	9	0	64	48	42	8	0

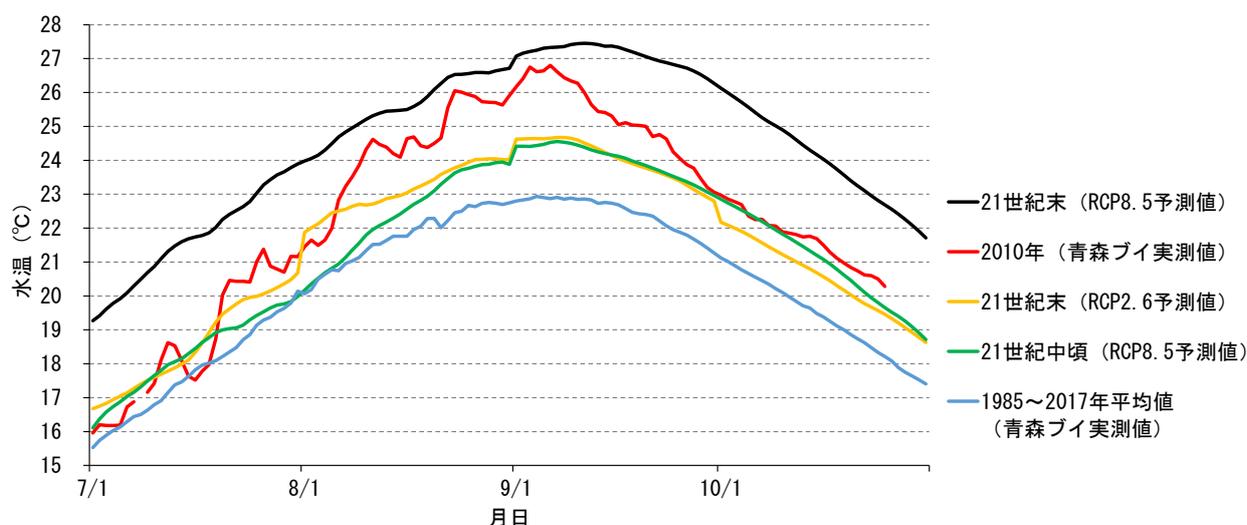


図 2. 青森ブイ 15m 層の 7～10 月における日平均水温（2010 年と 1985～2017 年平均値）と MRI モデルによる同ブイ、同水深付近の予測水温（RCP8.5 の 21 世紀中頃と 21 世紀末、RCP2.6 の 21 世紀末、12.25m と 18.5m の平均値）

2. へい死予測

MRI モデルの RCP8.5 による 21 世紀中頃（2031～2050 年）の養殖施設の陸側地点におけるへい死率の予測値を付表 4-1 に、沖側地点の予測値を付表 4-2 に、公海の予測値を付表 4-3 に、RCP2.6 による 21 世紀末（2086～2100 年）の養殖施設の陸側地点における予測値を付表 5-1 に、沖側地点の予測値を付表 5-2 に、公海の予測値を付表 5-3 に、RCP8.5 による 21 世紀末（2086～2100 年）の養殖施設の陸側地点における予測値を付表 6-1 に、沖側地点の予測値を付表 6-2 に、公海の予測値を付表 6-3 に示した。また、稚貝のへい死率の予測値を図 3 に、1 年貝のへい死率の予測値を図 4 に示した。

RCP8.5 による 21 世紀中頃のへい死率は、稚貝が 12.25m 層で 0～8.9%、18.5m～51.0m 層で 0%、1 年貝が 12.25m 層で 10.2～26.3%、18.5m 層が 2.3～14.3%、27.0m 層で 0～11.9%、38.0m と 51.0m 層で 0%と予測された。RCP2.6 による 21 世紀末のへい死率は、稚貝が全層で 0%、1 年貝が 12.25m 層で 11.5～23.2%、18.5m 層で 7.3～14.6%、27.0m 層で 0～9.7%、38.0m 層と 51.0m 層で 0%と予測された。RCP8.5 による 21 世紀末のへい死率は、稚貝が 12.25m 層と 18.5m 層で 100%、27.0m 層で 93.3～100%、38.0m 層で 0～84.8%、51.0m 層で 0%、1 年貝が 12.25m 層で 86.1～100%、18.5m 層で 54.9～100%、27.0m 層で 46.6～100%、38.0m 層で 22.2～50.2%、51.0m 層で 0～10.3%と予測された。

以上の結果から、①二酸化炭素が最も排出された場合、21 世紀中頃であればホタテガイ養殖が可能であるが、21 世紀末は限られた地点、水深でしか養殖できなくなる可能性があること、②二酸化炭素の排出が最も抑えられた場合は 21 世紀末でもホタテガイ養殖が可能であることが分かった。なお、気候変動に伴うヤマセ等の局地的な気象変化や、ホタテガイのへい死要因である波浪や流れ、底層の溶存酸素量の変化は、今回、考慮していないことを留意する必要がある。

今後の対策として、世界規模での二酸化炭素の排出抑制が最も重要であるが、排出抑制が進まない場合に備えて、高水温耐性を持ったホタテガイの種苗生産など革新的な養殖技術の開発や、ホタテガイ養殖に代わる漁業、養殖業の導入が必要と考えられる。

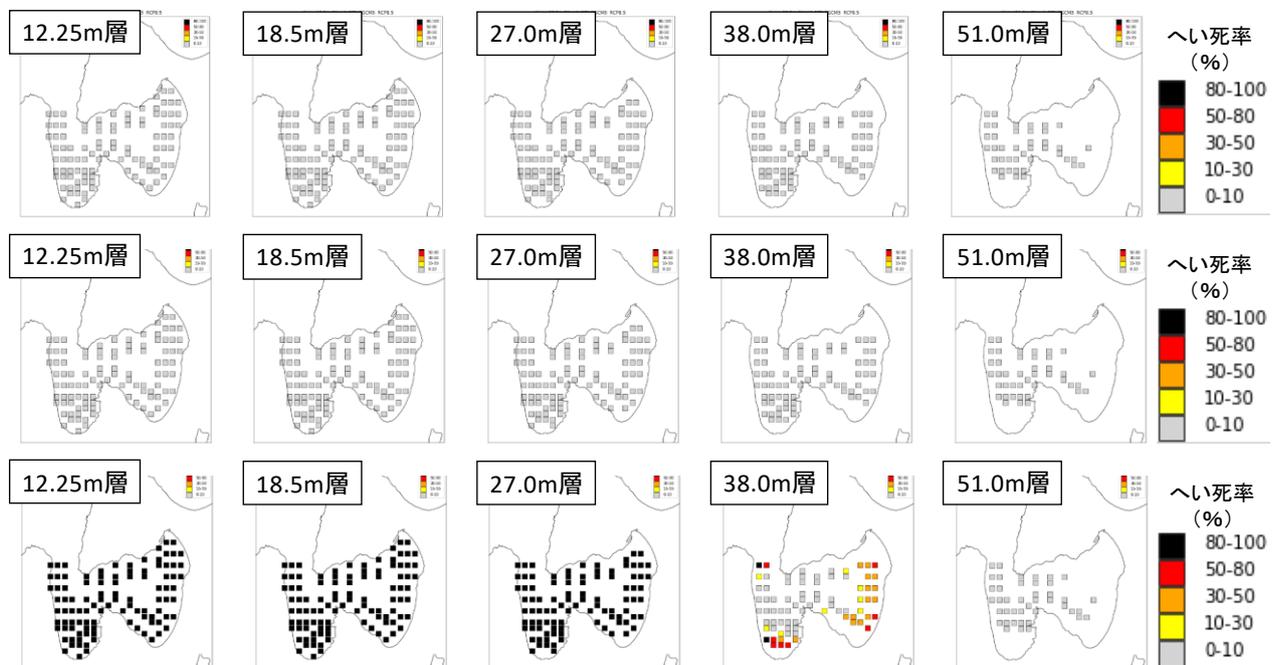


図 3. MRI モデルによる稚貝のへい死率の予測値（上段は RCP8.5 による 21 世紀中頃、中段は RCP2.6 による 21 世紀末、下段は RCP8.5 による 21 世紀末）

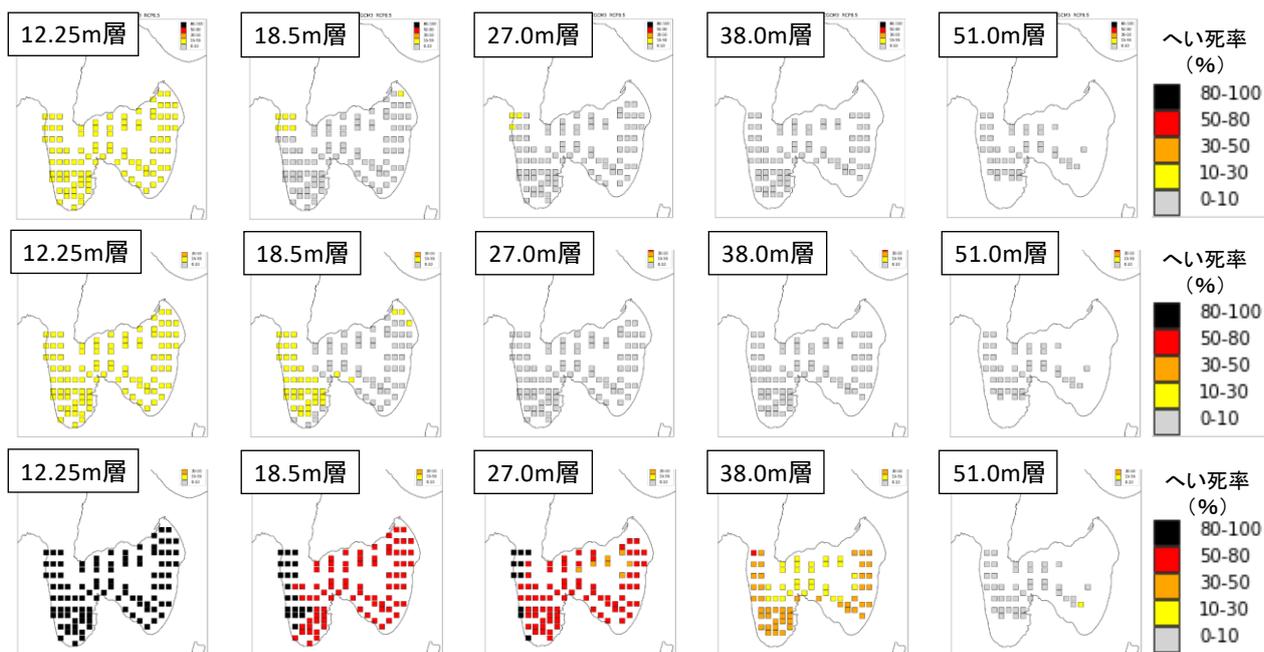


図 4. MRI モデルによる 1 年貝のへい死率の予測値（上段は RCP8.5 による 21 世紀中頃、中段は RCP2.6 による 21 世紀末、下段は RCP8.5 による 21 世紀末）

文 献

- 1) 吉田達（2020）温暖化に伴う異常高水温によるホタテガイ稚貝のへい死予測技術の開発．平成 30 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，357-366.
- 2) 吉田達（2020）温暖化に伴う異常高水温によるホタテガイ新貝のへい死予測技術の開発．平成 30 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，367-371.
- 3) 小谷健二・田中淳也・吉田達・工藤敏博・松尾みどり・川村要（2012）平成 22 年夏季から秋季に発生した養殖ホタテガイ大量へい死について．平成 22 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，374-393.

付表 1-1. MRI モデルの RCP8.5 による 21 世紀中頃（2031～2050 年）における 20℃以上の日平均水温の出現日数

		養殖施設陸側 2					養殖施設沖側 2					公海 2				
		12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
外ヶ浜	20℃台	8	8	8			8	8	7	8	0	8	8	8	8	0
	21℃台	14	11	12			15	11	13	19	0	18	14	16	18	0
	22℃台	15	20	22			15	20	24	21	0	14	18	28	19	0
	23℃台	17	37	40			17	30	37	0	0	19	24	27	0	0
	24℃台	24	6	2			24	13	0	0	0	30	17	0	0	0
	25℃台	14	0	0			14	0	0	0	0	5	0	0	0	0
	26℃台	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	27℃以上	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
蓬田～後潟	20℃台	7	7	6			7	7	7	10	0	7	7	7	8	0
	21℃台	12	13	14			15	14	16	25	0	17	16	18	28	0
	22℃台	15	15	33			14	15	41	5	0	14	16	40	2	0
	23℃台	19	34	23			20	29	12	0	0	20	25	11	0	0
	24℃台	31	7	0			30	12	0	0	0	27	14	0	0	0
	25℃台	0	0	0			1	0	0	0	0	4	0	0	0	0
	26℃台	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	27℃以上	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
青森	20℃台	6	6	6			6	6	6	6		6	6	6	7	
	21℃台	13	14	15			14	15	18	32		13	15	16	31	
	22℃台	16	17	38			15	17	38	15		16	17	41	17	
	23℃台	21	29	12			18	29	8	0		19	29	8	0	
	24℃台	21	5	0			26	5	0	0		26	5	0	0	
	25℃台	0	0	0			0	0	0	0		0	0	0	0	
	26℃台	0	0	0			0	0	0	0		0	0	0	0	
	27℃以上	0	0	0			0	0	0	0		0	0	0	0	
平内西側	20℃台	6	6	6	12	0	6	6	6	7	0	7	7	7	8	0
	21℃台	15	15	17	28	0	16	16	17	29	0	16	15	17	29	0
	22℃台	15	17	38	0	0	14	16	37	0	0	14	17	39	0	0
	23℃台	18	23	10	0	0	20	24	11	0	0	20	23	11	0	0
	24℃台	27	12	0	0	0	25	13	0	0	0	26	15	0	0	0
	25℃台	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0
	26℃台	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	27℃以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

付表 1-2. MRI モデルの RCP8.5 による 21 世紀中頃（2031～2050 年）における 20℃以上の日平均水温の出現日数

		養殖施設陸側 18					養殖施設沖側 18					公海 16				
		12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
平内東側	20℃台	6	6	6	6		6	6	6	8	1	6	6	6	6	0
	21℃台	14	15	20	23		14	15	20	24	0	14	15	21	28	0
	22℃台	17	15	34	13		15	17	33	6	0	16	18	32	0	0
	23℃台	16	25	9	0		19	24	8	0	0	19	24	7	0	0
	24℃台	28	11	0	0		27	9	0	0	0	26	7	0	0	0
	25℃台	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	26℃台	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	27℃以上	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																
		養殖施設陸側 25					養殖施設沖側 23					公海 19				
		12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
野辺地	20℃台	6	6	6	6		6	6	6	6		6	6	6	7	
	21℃台	11	11	18	32		13	12	19	23		15	14	20	22	
	22℃台	16	19	28	21		16	19	29	19		16	20	31	14	
	23℃台	18	25	12	0		17	25	11	0		19	26	9	0	
	24℃台	25	5	0	0		26	4	0	0		26	4	0	0	
	25℃台	0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	
	26℃台	0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	
	27℃以上	0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	
<hr/>																
		養殖施設陸側 29					養殖施設沖側 27					公海 23				
		12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
横浜～むつ	20℃台	6	6	6			5	5	5	5		5	5	5	5	
	21℃台	15	14	14			16	14	11	26		15	13	10	31	
	22℃台	13	11	11			13	14	24	20		13	15	28	19	
	23℃台	21	18	38			21	23	24	8		22	25	19	2	
	24℃台	27	19	0			25	10	0	0		24	7	0	0	
	25℃台	0	0	0			2	0	0	0		2	0	0	0	
	26℃台	0	0	0			0	0	0	0		0	0	0	0	
	27℃以上	0	0	0			0	0	0	0		0	0	0	0	
<hr/>																
		養殖施設陸側 35					養殖施設沖側 32					公海 26				
		12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
川内	20℃台	6	6	6			6	6	6	7		6	6	6	6	0
	21℃台	17	18	14			17	16	12	20		15	14	16	19	0
	22℃台	14	15	26			15	16	33	12		16	17	31	10	0
	23℃台	22	18	19			21	25	11	0		19	24	8	0	0
	24℃台	25	14	0			24	5	0	0		24	4	0	0	0
	25℃台	0	0	0			0	0	0	0		0	0	0	0	0
	26℃台	0	0	0			0	0	0	0		0	0	0	0	0
	27℃以上	0	0	0			0	0	0	0		0	0	0	0	0
<hr/>																
		陸側施設 37					養殖施設沖側 34					公海 28				
		12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
脇野沢	20℃台	7	7	7	8		7	7	6	7	0	6	6	6	7	0
	21℃台	17	17	13	25		17	17	15	22	0	17	17	19	27	0
	22℃台	16	18	39	9		16	19	37	7	0	17	18	33	0	0
	23℃台	22	23	6	0		21	24	7	0	0	19	24	6	0	0
	24℃台	25	9	0	0		24	4	0	0	0	24	4	0	0	0
	25℃台	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	26℃台	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	27℃以上	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

付表 2-1. MRI モデルの RCP2.6 による 21 世紀末（2086～2100 年）における 20℃以上の日平均水温の出現日数

	養殖施設陸側 2					養殖施設沖側 2					公海 2					
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	
外ヶ浜	20℃台	7	7	7		8	8	7	11	0	9	9	8	10	0	
	21℃台	15	11	15		15	12	29	31	0	17	10	28	33	0	
	22℃台	6	22	24		6	21	14	3	0	5	17	17	0	0	
	23℃台	25	30	32		23	27	32	0	0	22	31	27	0	0	
	24℃台	26	13	4		28	16	0	0	0	29	16	0	0	0	
	25℃台	9	0	0		9	0	0	0	0	8	0	0	0	0	
	26℃台	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27℃以上	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
蓬田～後潟	養殖施設陸側 6					養殖施設沖側 6					公海 6					
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	
	20℃台	9	8	9		8	8	8	12	0	8	8	8	12	0	
	21℃台	12	10	28		14	11	30	24	0	15	13	28	21	0	
	22℃台	7	23	19		7	21	21	0	0	6	20	21	0	0	
	23℃台	27	27	25		26	26	22	0	0	26	25	22	0	0	
	24℃台	27	13	0		22	15	0	0	0	23	16	0	0	0	
25℃台	2	0	0		8	0	0	0	0	8	0	0	0	0		
26℃台	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
27℃以上	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
青森	養殖施設陸側 11					養殖施設沖側 10					公海 8					
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	
	20℃台	8	8	8		7	7	7	9		8	8	8	9		
	21℃台	9	12	27		9	14	27	37		9	13	27	37		
	22℃台	15	21	22		15	20	22	0		12	21	22	0		
	23℃台	30	23	20		22	23	20	0		26	23	20	0		
	24℃台	17	15	0		26	15	0	0		25	15	0	0		
25℃台	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0			
26℃台	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0			
27℃以上	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0			
平内西側	養殖施設陸側 15					養殖施設沖側 13					公海 11					
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	
	20℃台	8	8	7	11	0	8	9	8	12	0	9	8	8	11	0
	21℃台	11	15	27	21	0	13	14	27	19	0	14	14	28	20	0
	22℃台	9	20	21	0	0	8	20	21	0	0	8	20	21	0	0
	23℃台	27	22	21	0	0	27	23	21	0	0	25	24	21	0	0
	24℃台	24	16	0	0	0	24	16	0	0	0	24	16	0	0	0
25℃台	3	0	0	0	0	5	0	0	0	0	7	0	0	0	0	
26℃台	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27℃以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

付表 2-2. MRI モデルの RCP2.6 による 21 世紀末（2086～2100 年）における 20℃以上の日平均水温の出現日数

	養殖施設陸側 18					養殖施設沖側 18					公海 16				
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
平内東側	20℃台	8	8	8	9	7	7	7	10	5	7	7	7	10	1
	21℃台	10	15	25	32	11	19	25	26	0	12	20	23	23	0
	22℃台	13	20	22	0	11	18	18	0	0	11	17	19	0	0
	23℃台	25	24	18	0	27	22	20	0	0	27	21	19	0	0
	24℃台	23	14	0	0	21	15	0	0	0	20	15	0	0	0
	25℃台	3	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0
	26℃台	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	27℃以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
野辺地	養殖施設陸側 25					養殖施設沖側 23					公海 19				
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
	20℃台	7	7	8	9	7	7	7	9		7	7	7	9	
	21℃台	9	22	18	22	10	21	20	23		12	21	21	28	
	22℃台	19	14	21	15	17	16	23	12		11	17	23	4	
	23℃台	21	24	19	0	24	22	16	0		29	21	16	0	
	24℃台	23	12	0	0	21	13	0	0		20	14	0	0	
	25℃台	0	0	0	0	2	0	0	0		4	0	0	0	
26℃台	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0		
27℃以上	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0		
横浜～むつ	養殖施設陸側 29					養殖施設沖側 27					公海 23				
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
	20℃台	7	7	7		7	7	7	8		7	8	8	8	
	21℃台	15	12	22		14	16	23	22		14	17	20	21	
	22℃台	9	20	11		8	19	16	20		9	17	16	15	
	23℃台	28	17	34		29	21	26	0		28	20	24	0	
	24℃台	18	21	0		18	15	0	0		18	15	0	0	
	25℃台	7	0	0		7	0	0	0		7	0	0	0	
26℃台	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0		
27℃以上	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0		
川内	養殖施設陸側 35					養殖施設沖側 32					公海 26				
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
	20℃台	9	8	8		8	8	9	9		8	8	8	9	0
	21℃台	15	16	20		13	16	18	27		10	17	19	25	0
	22℃台	9	20	16		12	19	19	0		13	18	19	0	0
	23℃台	30	20	24		28	19	20	0		27	18	18	0	0
	24℃台	17	15	0		17	15	0	0		18	15	0	0	0
	25℃台	6	0	0		6	0	0	0		5	0	0	0	0
26℃台	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	0	
27℃以上	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	0	
脇野沢	養殖施設陸側 37					養殖施設沖側 34					公海 28				
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
	20℃台	8	8	8	10	8	8	8	9	0	8	8	8	10	0
	21℃台	17	17	22	27	15	17	22	23	0	13	18	20	20	0
	22℃台	9	22	19	0	11	21	19	0	0	11	19	20	0	0
	23℃台	31	19	19	0	31	18	18	0	0	30	18	17	0	0
	24℃台	18	15	0	0	17	15	0	0	0	19	15	0	0	0
	25℃台	4	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0
26℃台	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27℃以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

付表 3-1. MRI モデルの RCP8.5 による 21 世紀末（2086～2100 年）における 20℃以上の日平均水温の出現日数

	養殖施設陸側 2					養殖施設沖側 2					公海 2					
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	
外ヶ浜	20℃台	6	6	6		6	6	6	6	6	5	5	5	5	12	
	21℃台	13	18	16		12	17	18	17	38	12	16	12	11	34	
	22℃台	15	11	12		14	11	11	17	23	14	12	13	17	18	
	23℃台	13	17	15		15	17	16	19	0	15	16	14	22	0	
	24℃台	11	17	15		12	16	13	31	0	13	14	16	31	0	
	25℃台	17	15	18		16	16	20	21	0	16	18	22	17	0	
	26℃台	20	25	35		20	24	41	0	0	20	24	37	0	0	
	27℃以上	40	20	14		40	21	4	0	0	39	20	0	0	0	
蓬田～後潟	養殖施設陸側 6					養殖施設沖側 6					公海 6					
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	
	20℃台	5	5	5		5	5	5	5	7	5	5	5	5	8	
	21℃台	10	17	17		10	17	17	16	35	11	17	17	17	32	
	22℃台	15	10	11		16	11	10	15	33	15	11	11	14	36	
	23℃台	13	16	16		13	16	17	23	0	13	15	15	24	0	
	24℃台	14	18	14		14	18	18	32	0	14	18	21	31	0	
	25℃台	14	13	22		14	13	22	12	0	15	14	20	11	0	
26℃台	22	27	37		21	24	34	0	0	22	25	33	0	0		
27℃以上	34	16	2		35	19	0	0	0	34	18	0	0	0		
青森	養殖施設陸側 11					養殖施設沖側 10					公海 8					
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	
	20℃台	6	6	6		6	6	6	6		6	6	6	6		
	21℃台	12	14	15		10	11	10	13		10	11	13	13		
	22℃台	14	13	11		15	13	13	12		15	13	13	13		
	23℃台	13	14	16		13	13	13	20		13	14	14	20		
	24℃台	15	18	16		15	19	20	28		16	19	19	27		
	25℃台	18	17	22		19	18	26	28		17	16	23	30		
26℃台	24	23	32		25	22	25	0		23	24	29	0			
27℃以上	20	11	0		20	11	0	0		25	11	0	0			
平内西側	養殖施設陸側 15					養殖施設沖側 13					公海 11					
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	
	20℃台	6	6	6	6	7	5	5	5	5	7	6	6	6	6	8
	21℃台	10	13	11	11	28	11	16	12	14	29	11	16	12	16	32
	22℃台	13	12	12	19	43	14	12	14	15	44	14	12	14	13	38
	23℃台	12	14	13	22	4	12	13	11	24	0	13	14	13	26	0
	24℃台	17	19	20	31	0	15	20	20	29	0	14	20	20	28	0
	25℃台	14	18	27	11	0	15	14	27	12	0	15	13	24	12	0
26℃台	21	22	24	0	0	22	23	25	0	0	22	24	28	0	0	
27℃以上	31	11	0	0	0	33	16	0	0	0	34	17	0	0	0	

付表 3-2. MRI モデルの RCP8.5 による 21 世紀末（2086～2100 年）における 20℃以上の日平均水温の出現日数

	養殖施設陸側 18					養殖施設沖側 18					公海 16				
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
平内東側	20℃台	6	6	6	6	5	5	5	5	6	5	5	5	5	6
	21℃台	9	10	10	12	9	10	9	10	29	9	11	10	13	31
	22℃台	14	15	15	18	14	14	15	18	38	15	15	15	15	37
	23℃台	13	13	13	21	12	13	12	24	10	10	12	12	25	7
	24℃台	18	18	18	23	17	18	18	25	0	17	18	19	24	0
	25℃台	18	19	28	22	16	19	29	14	0	16	19	30	12	0
	26℃台	25	21	22	0	25	22	21	0	0	24	23	17	0	0
	27℃以上	21	11	0	0	25	10	0	0	0	26	8	0	0	0
野辺地	養殖施設陸側 25					養殖施設沖側 23					公海 19				
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
	20℃台	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	
	21℃台	12	10	11	13	10	9	10	13		9	10	11	12	
	22℃台	12	17	15	12	14	16	16	14		16	15	15	16	
	23℃台	13	15	14	18	12	18	14	18		10	13	16	24	
	24℃台	19	14	17	26	18	13	18	26		18	19	19	19	
	25℃台	17	16	27	25	19	16	28	25		19	16	27	22	
26℃台	22	25	19	4	23	26	17	0		24	27	16	0		
27℃以上	20	6	0	0	20	5	0	0		22	5	0	0		
横浜～むつ	養殖施設陸側 29					養殖施設沖側 27					公海 23				
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
	20℃台	4	4	4		5	5	5	5		4	4	4	4	
	21℃台	14	11	12		13	11	10	12		12	10	10	13	
	22℃台	15	13	13		16	14	15	15		16	15	15	15	
	23℃台	12	16	15		11	15	14	16		11	14	13	15	
	24℃台	11	16	16		13	16	17	24		13	16	19	27	
	25℃台	18	15	20		16	15	25	20		16	15	25	24	
26℃台	26	19	32		28	24	22	11		30	27	19	2		
27℃以上	23	14	0		22	7	0	0		20	4	0	0		
川内	養殖施設陸側 35					養殖施設沖側 32					公海 26				
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
	20℃台	6	6	6		6	6	6	5		4	4	4	4	6
	21℃台	12	11	9		10	11	11	13		11	12	11	14	31
	22℃台	12	11	12		13	11	12	14		13	14	13	14	34
	23℃台	17	16	15		15	16	15	28		14	12	13	26	5
	24℃台	14	16	18		16	18	18	21		18	19	22	25	0
	25℃台	14	20	28		13	16	28	13		12	15	27	9	0
26℃台	25	20	20		31	31	17	0		32	31	14	0	0	
27℃以上	28	11	0		20	0	0	0		18	0	0	0	0	
脇野沢	養殖施設陸側 37					養殖施設沖側 34					公海 28				
	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
	20℃台	6	6	6	6	5	5	5	5	6	5	5	5	5	7
	21℃台	12	15	10	12	10	12	10	13	37	10	11	10	13	36
	22℃台	11	11	11	15	12	11	13	15	21	14	14	13	16	21
	23℃台	19	16	18	29	17	16	15	27	0	14	14	14	25	0
	24℃台	12	14	17	24	15	18	20	24	0	17	17	22	25	0
	25℃台	15	18	30	9	16	19	30	9	0	15	18	29	8	0
26℃台	22	25	16	0	28	25	14	0	0	28	29	13	0	0	
27℃以上	32	12	0	0	22	5	0	0	0	21	1	0	0	0	

付表 4-1. MRI モデルの RCP8.5 による 21 世紀中頃（2031～2050 年）の養殖施設陸側におけるへい死率の予測値

区分	地区名	通し 番号	稚貝のへい死率(%)					1年貝のへい死率(%)				
			12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
養殖施設	外ヶ浜	1	8.9	0.0	0.0			25.7	14.3	11.9		
陸側	外ヶ浜	2	0.0	0.0	0.0			23.2	10.7	10.8		
	蟹田	3	0.0	0.0	0.0			21.6	9.9	8.7		
	蟹田	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.2	9.3	5.1	0.0	0.0
	蓬田	5	0.0	0.0	0.0	0.0		18.1	9.6	4.8	0.0	
	蓬田、後潟	6	0.0	0.0	0.0			15.8	8.1	5.6		
	後潟	7	0.0	0.0	0.0			14.9	8.0	6.7		
	奥内	8	0.0	0.0	0.0	0.0		14.0	7.5	3.2	0.0	
	油川	9	0.0	0.0	0.0			12.2	6.5	5.8		
	青森～造道	10	0.0	0.0				10.2	5.6			
	原別～野内	11	0.0	0.0	0.0			10.5	5.4	2.7		
	久栗坂	12	0.0	0.0	0.0	0.0		11.8	5.5	1.6	0.0	
	土屋	13	0.0	0.0	0.0	0.0		12.3	6.4	1.3	0.0	
	茂浦	14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	6.8	1.8	0.0	0.0
	浦田	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	6.8	2.3	0.0	0.0
	東田沢(大島西)	16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	6.2	2.0	0.0	0.0
	東田沢(大島東)	17	0.0	0.0	0.0	0.0		14.3	6.9	1.5	0.0	
	小湊	18	0.0	0.0	0.0	0.0		13.2	6.4	1.4	0.0	
	小湊	19	0.0	0.0	0.0			12.4	6.4	1.8		
	清水川	20	0.0	0.0	0.0			12.0	4.9	1.7		
	清水川	21	0.0	0.0	0.0			11.9	4.8	2.4		
	野辺地(馬門)	22	0.0	0.0				10.8	6.1			
	野辺地	23	0.0	0.0	0.0			11.2	3.7	1.6		
	野辺地	24	0.0	0.0	0.0	0.0		10.9	3.5	0.9	0.0	
	野辺地	25	0.0	0.0	0.0	0.0		10.9	3.5	0.3	0.0	
	横浜	26	0.0	0.0	0.0	0.0		11.4	3.8	0.2	0.0	
	横浜	27	0.0	0.0	0.0	0.0		12.0	4.3	0.4	0.0	
	横浜	28	0.0	0.0	0.0			12.1	5.0	3.3		
	横浜	29	0.0	0.0	0.0			14.0	6.0	4.6		
	むつ(浜奥内)	30	0.0	0.0				14.9	7.2			
	むつ(浜奥内)	31	0.0	0.0				16.1	10.4			
	むつ(大湊)	32	0.0	0.0				16.9	9.3			
	むつ(大湊)	33	0.0	0.0				15.1	7.6			
	川内	34	0.0	0.0				14.2	6.1			
	川内	35	0.0	0.0	0.0			14.2	5.7	1.5		
	川内	36	0.0	0.0	0.0			14.9	6.0	1.8		
	脇野沢	37	0.0	0.0	0.0	0.0		15.4	6.2	0.4	0.0	
	脇野沢	38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	6.4	1.3	0.0	0.0

付表 4-2. MRI モデルの RCP8.5 による 21 世紀中頃（2031～2050 年）の養殖施設沖側におけるへい死率の予測値

区分	地区名	通し 番号	稚貝のへい死率(%)					1年貝のへい死率(%)				
			12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
養殖施設	外ヶ浜	1	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	14.2	10.3	0.0	0.0
沖側	外ヶ浜	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.7	11.6	8.9	0.0	0.0
	蟹田	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.4	9.6	7.2	0.0	0.0
	蟹田	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.6	7.9	3.4	0.0	0.0
	蓬田	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	9.0	3.9	0.0	0.0
	蓬田、後潟	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	9.0	4.1	0.0	0.0
	後潟	7	0.0	0.0	0.0	0.0		16.0	8.3	3.9	0.0	
	奥内	8	0.0	0.0	0.0	0.0		14.3	7.1	2.7	0.0	
	油川	9	0.0	0.0	0.0	0.0		13.0	6.2	2.8	0.0	
	青森～野内	10	0.0	0.0	0.0	0.0		12.1	5.6	1.8	0.0	
	久栗坂、土屋	11	0.0	0.0	0.0	0.0		14.5	6.8	1.9	0.0	
	茂浦	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.3	7.6	2.4	0.0	0.0
	浦田	13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	7.8	2.4	0.0	0.0
	浦田	14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.3	7.1	1.6	0.0	0.0
	東田沢(大島西)	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	5.4	1.2	0.0	0.0
	東田沢(大島)	16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	4.9	0.9	0.0	0.0
	東田沢(大島東)	17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4	5.4	1.0	0.0	0.0
	小湊	18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4	5.6	0.7	0.0	0.0
	小湊	19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	5.4	1.0	0.0	0.0
	清水川	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	5.2	1.1	0.0	0.0
	清水川	21	0.0	0.0	0.0	0.0		12.9	4.5	1.0	0.0	
	野辺地	22	0.0	0.0	0.0	0.0		12.1	3.9	0.7	0.0	
	野辺地	23	0.0	0.0	0.0	0.0		11.6	3.2	0.5	0.0	
	横浜	24	0.0	0.0	0.0	0.0		12.2	3.5	0.0	0.0	
	横浜	25	0.0	0.0	0.0	0.0		11.8	3.3	0.0	0.0	
	横浜	26	0.0	0.0	0.0	0.0		12.5	4.2	0.9	0.0	
	横浜、むつ(浜奥内)	27	0.0	0.0	0.0	0.0		14.3	4.2	2.1	0.0	
	むつ(浜奥内)	28	0.0	0.0	0.0			15.0	5.7	3.0		
	むつ(大湊)	29	0.0	0.0	0.0			14.9	5.3	2.7		
	むつ(大湊)	30	0.0	0.0	0.0			13.7	4.0	1.4		
	川内	31	0.0	0.0	0.0	0.0		12.7	2.5	0.0	0.0	
	川内	32	0.0	0.0	0.0	0.0		13.4	3.7	0.2	0.0	
	川内	33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	3.2	0.0	0.0	0.0
	脇野沢	34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	4.2	0.5	0.0	0.0

付表 4-3. MRI モデルの RCP8.5 による 21 世紀中頃（2031～2050 年）の公海におけるへい死率の予測値

区分	地区名	通し 番号	稚貝のへい死率(%)					1年貝のへい死率(%)				
			12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
公海	外ヶ浜	1	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	26.3	13.8	8.8	0.0	0.0
	外ヶ浜	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.7	11.0	6.5	0.0	0.0
	蟹田	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.1	8.3	3.5	0.0	0.0
	蟹田	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.3	5.8	1.5	0.0	0.0
	蓬田	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1	8.4	2.5	0.0	0.0
	蓬田、後潟	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	9.1	3.8	0.0	0.0
	後潟	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	8.7	3.6	0.0	0.0
	油川～野内	8	0.0	0.0	0.0	0.0		12.8	5.6	2.3	0.0	
	奥内、久栗坂	9	0.0	0.0	0.0	0.0		14.2	6.6	2.1	0.0	
	土屋、茂浦	10	0.0	0.0	0.0	0.0		16.0	7.5	2.5	0.0	
	浦田	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1	8.8	3.2	0.0	0.0
	浦田	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	7.4	2.0	0.0	0.0
	東田沢(大島西)	13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	4.6	0.6	0.0	0.0
	東田沢(大島)	14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	4.4	0.2	0.0	0.0
	東田沢(大島東)	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	4.6	0.2	0.0	0.0
	小湊	16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1	4.8	0.3	0.0	0.0
	小湊、清水川	17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2	5.3	1.1	0.0	0.0
	清水川	18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	4.7	0.9	0.0	0.0
	野辺地	19	0.0	0.0	0.0	0.0		13.4	4.5	0.5	0.0	
	横浜	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	3.8	0.0	0.0	0.0
	横浜	21	0.0	0.0	0.0	0.0		12.6	3.2	0.0	0.0	
	横浜	22	0.0	0.0	0.0	0.0		12.3	3.6	0.0	0.0	
	横浜、むつ(浜奥内)	23	0.0	0.0	0.0	0.0		13.9	3.6	1.1	0.0	
	むつ(大湊)	24	0.0	0.0	0.0	0.0		13.2	2.9	0.6	0.0	
	川内	25	0.0	0.0	0.0	0.0		11.6	2.3	0.0	0.0	
	川内	26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	2.7	0.0	0.0	0.0
	川内	27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	3.2	0.0	0.0	0.0
	脇野沢	28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1	3.7	0.0	0.0	0.0
	脇野沢	29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	4.9	0.8	0.0	0.0

付表 5-1. MRI モデルの RCP2.6 による 21 世紀末 (2086~2100 年) の養殖施設陸側におけるへい死率の予測値

区分	地区名	通し 番号	稚貝のへい死率(%)					1年貝のへい死率(%)				
			12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
養殖施設	外ヶ浜	1	0.0	0.0	0.0			22.0	14.1	9.7		
陸側	外ヶ浜	2	0.0	0.0	0.0			20.7	12.2	9.4		
	蟹田	3	0.0	0.0	0.0			20.0	11.9	7.5		
	蟹田	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	11.2	5.8	0.0	0.0
	蓬田	5	0.0	0.0	0.0	0.0		18.1	11.2	5.6	0.0	
	蓬田、後潟	6	0.0	0.0	0.0			16.1	10.9	5.6		
	後潟	7	0.0	0.0	0.0			15.0	10.7	6.1		
	奥内	8	0.0	0.0	0.0	0.0		14.5	10.3	4.6	0.0	
	油川	9	0.0	0.0	0.0			12.2	9.8	5.5		
	青森～造道	10	0.0	0.0				11.7	9.8			
	原別～野内	11	0.0	0.0	0.0			11.5	9.8	3.9		
	久栗坂	12	0.0	0.0	0.0	0.0		12.7	9.8	3.3	0.0	
	土屋	13	0.0	0.0	0.0	0.0		13.0	10.1	3.2	0.0	
	茂浦	14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8	10.1	3.7	0.0	0.0
	浦田	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.1	10.4	3.9	0.0	0.0
	東田沢(大島西)	16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.1	9.9	3.6	0.0	0.0
	東田沢(大島東)	17	0.0	0.0	0.0	0.0		15.5	10.4	2.4	0.0	
	小湊	18	0.0	0.0	0.0	0.0		14.7	10.2	2.6	0.0	
	小湊	19	0.0	0.0	0.0			13.3	10.0	2.9		
	清水川	20	0.0	0.0	0.0			12.8	9.3	2.4		
	清水川	21	0.0	0.0	0.0			12.5	9.2	3.7		
	野辺地(馬門)	22	0.0	0.0				12.2	9.8			
	野辺地	23	0.0	0.0	0.0			12.3	8.5	2.4		
	野辺地	24	0.0	0.0	0.0	0.0		12.2	8.2	1.9	0.0	
	野辺地	25	0.0	0.0	0.0	0.0		12.1	8.3	1.2	0.0	
	横浜	26	0.0	0.0	0.0	0.0		14.3	8.5	0.7	0.0	
	横浜	27	0.0	0.0	0.0	0.0		14.8	8.6	1.2	0.0	
	横浜	28	0.0	0.0	0.0			15.1	9.8	4.2		
	横浜	29	0.0	0.0	0.0			16.0	9.9	4.9		
	むつ(浜奥内)	30	0.0	0.0				16.5	10.2			
	むつ(浜奥内)	31	0.0	0.0				16.7	13.8			
	むつ(大湊)	32	0.0	0.0				16.4	12.6			
	むつ(大湊)	33	0.0	0.0				16.1	9.6			
	川内	34	0.0	0.0				16.1	9.5			
	川内	35	0.0	0.0	0.0			16.0	9.0	2.0		
	川内	36	0.0	0.0	0.0			16.0	9.2	2.2		
	脇野沢	37	0.0	0.0	0.0	0.0		16.1	9.6	1.4	0.0	
	脇野沢	38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	9.8	2.1	0.0	0.0

付表 5-2. MRI モデルの RCP2.6 による 21 世紀末（2086～2100 年）の養殖施設沖側におけるへい死率の予測値

区分	地区名	通し 番号	稚貝のへい死率(%)					1年貝のへい死率(%)				
			12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
養殖施設	外ヶ浜	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.8	14.6	8.6	0.0	0.0
沖側	外ヶ浜	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.3	12.7	7.0	0.0	0.0
	蟹田	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.9	11.8	6.1	0.0	0.0
	蟹田	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.7	11.3	3.6	0.0	0.0
	蓬田	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4	11.4	4.8	0.0	0.0
	蓬田、後潟	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.6	11.1	5.3	0.0	0.0
	後潟	7	0.0	0.0	0.0	0.0		16.4	11.0	4.8	0.0	
	奥内	8	0.0	0.0	0.0	0.0		15.4	10.5	4.0	0.0	
	油川	9	0.0	0.0	0.0	0.0		13.7	10.1	4.4	0.0	
	青森～野内	10	0.0	0.0	0.0	0.0		13.0	9.8	3.8	0.0	
	久栗坂、土屋	11	0.0	0.0	0.0	0.0		15.1	10.5	3.8	0.0	
	茂浦	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.5	10.8	4.0	0.0	0.0
	浦田	13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	10.8	4.0	0.0	0.0
	浦田	14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8	10.2	1.9	0.0	0.0
	東田沢(大島西)	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.1	9.9	1.4	0.0	0.0
	東田沢(大島)	16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	9.0	1.3	0.0	0.0
	東田沢(大島東)	17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	9.7	1.9	0.0	0.0
	小湊	18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	9.9	2.0	0.0	0.0
	小湊	19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	10.0	2.0	0.0	0.0
	清水川	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	9.8	1.7	0.0	0.0
	清水川	21	0.0	0.0	0.0	0.0		14.2	9.0	1.3	0.0	
	野辺地	22	0.0	0.0	0.0	0.0		14.0	8.7	1.3	0.0	
	野辺地	23	0.0	0.0	0.0	0.0		13.5	8.4	0.9	0.0	
	横浜	24	0.0	0.0	0.0	0.0		15.0	8.6	0.4	0.0	
	横浜	25	0.0	0.0	0.0	0.0		14.8	8.5	0.8	0.0	
	横浜	26	0.0	0.0	0.0	0.0		15.1	9.1	1.8	0.0	
	横浜、むつ(浜奥内)	27	0.0	0.0	0.0	0.0		15.8	8.9	3.4	0.0	
	むつ(浜奥内)	28	0.0	0.0	0.0			16.1	9.4	4.3		
	むつ(大湊)	29	0.0	0.0	0.0			16.1	9.1	3.9		
	むつ(大湊)	30	0.0	0.0	0.0			15.4	8.0	3.0		
	川内	31	0.0	0.0	0.0	0.0		14.0	7.3	0.7	0.0	
	川内	32	0.0	0.0	0.0	0.0		15.3	8.1	1.1	0.0	
	川内	33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	7.9	0.6	0.0	0.0
	脇野沢	34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.6	8.6	1.0	0.0	0.0

付表 5-3. MRI モデルの RCP2.6 による 21 世紀末（2086～2100 年）の公海におけるへい死率の予測値

区分	地区名	通し 番号	稚貝のへい死率(%)					1年貝のへい死率(%)				
			12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
公海	外ヶ浜	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.2	14.5	7.7	0.0	0.0
	外ヶ浜	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.9	12.7	5.6	0.0	0.0
	蟹田	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	11.3	4.0	0.0	0.0
	蟹田	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8	10.4	1.9	0.0	0.0
	蓬田	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	11.1	3.0	0.0	0.0
	蓬田、後潟	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	11.4	4.7	0.0	0.0
	後潟	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8	11.2	4.4	0.0	0.0
	油川～野内	8	0.0	0.0	0.0	0.0		13.4	10.1	3.9	0.0	
	奥内、久栗坂	9	0.0	0.0	0.0	0.0		15.1	10.6	3.8	0.0	
	土屋、茂浦	10	0.0	0.0	0.0	0.0		17.0	10.9	3.9	0.0	
	浦田	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	11.2	4.3	0.0	0.0
	浦田	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	10.8	2.3	0.0	0.0
	東田沢(大島西)	13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.6	9.3	0.8	0.0	0.0
	東田沢(大島)	14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2	8.4	0.3	0.0	0.0
	東田沢(大島東)	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	8.6	1.1	0.0	0.0
	小湊	16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	9.3	1.5	0.0	0.0
	小湊、清水川	17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	9.8	2.0	0.0	0.0
	清水川	18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.2	9.2	1.4	0.0	0.0
	野辺地	19	0.0	0.0	0.0	0.0		15.4	8.9	1.1	0.0	
	横浜	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.6	8.9	0.8	0.0	0.0
	横浜	21	0.0	0.0	0.0	0.0		14.5	7.9	0.0	0.0	
	横浜	22	0.0	0.0	0.0	0.0		14.7	8.2	0.7	0.0	
	横浜、むつ(浜奥内)	23	0.0	0.0	0.0	0.0		15.6	8.1	2.0	0.0	
	むつ(大湊)	24	0.0	0.0	0.0	0.0		15.2	7.7	1.2	0.0	
	川内	25	0.0	0.0	0.0	0.0		14.0	7.3	0.4	0.0	
	川内	26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	7.4	0.4	0.0	0.0
	川内	27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	7.7	0.1	0.0	0.0
	脇野沢	28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	8.1	0.5	0.0	0.0
	脇野沢	29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.5	9.3	1.5	0.0	0.0

付表 6-1. MRI モデルの RCP8.5 による 21 世紀末（2086～2100 年）の養殖施設陸側におけるへい死率の予測値

区分	地区名	通し 番号	稚貝のへい死率(%)					1年貝のへい死率(%)				
			12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
養殖施設	外ヶ浜	1	100.0	100.0	100.0			100.0	99.2	100.0		
陸側	外ヶ浜	2	100.0	100.0	100.0			100.0	94.1	100.0		
	蟹田	3	100.0	100.0	100.0			100.0	90.7	92.1		
	蟹田	4	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	87.8	79.4	35.6	0.0
	蓬田	5	100.0	100.0	100.0	8.9		100.0	87.4	79.4	38.6	
	蓬田、後潟	6	100.0	100.0	100.0			100.0	83.3	82.3		
	後潟	7	100.0	100.0	100.0			100.0	83.0	83.1		
	奥内	8	100.0	100.0	100.0	84.8		100.0	80.7	74.4	49.9	
	油川	9	100.0	100.0	100.0			93.4	77.3	80.1		
	青森～造道	10	100.0	100.0				87.6	71.6			
	原別～野内	11	100.0	100.0	100.0			87.9	70.0	70.0		
	久栗坂	12	100.0	100.0	100.0	42.6		89.6	68.0	61.5	40.1	
	土屋	13	100.0	100.0	100.0	0.0		91.5	69.6	61.3	35.8	
	茂浦	14	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	96.2	70.2	63.0	33.6	6.0
	浦田	15	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	69.6	63.7	30.8	4.2
	東田沢(大島西)	16	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	99.0	68.0	62.8	31.8	2.5
	東田沢(大島東)	17	100.0	100.0	100.0	0.0		97.8	70.9	61.9	29.6	
	小湊	18	100.0	100.0	100.0	30.0		95.0	67.6	61.0	34.8	
	小湊	19	100.0	100.0	100.0			91.0	67.6	60.8		
	清水川	20	100.0	100.0	100.0			89.8	63.9	59.9		
	清水川	21	100.0	100.0	100.0			89.6	63.4	62.1		
	野辺地(馬門)	22	100.0	100.0				86.5	67.5			
	野辺地	23	100.0	100.0	100.0			87.5	60.7	58.3		
	野辺地	24	100.0	100.0	100.0	63.7		86.9	58.1	56.0	41.6	
	野辺地	25	100.0	100.0	100.0	59.5		86.1	58.5	54.6	41.3	
	横浜	26	100.0	100.0	100.0	46.8		88.0	59.2	51.5	36.3	
	横浜	27	100.0	100.0	100.0	42.6		89.1	59.6	52.3	35.1	
	横浜	28	100.0	100.0	100.0			89.0	61.5	61.8		
	横浜	29	100.0	100.0	100.0			93.4	62.5	64.8		
	むつ(浜奥内)	30	100.0	100.0				95.7	67.5			
	むつ(浜奥内)	31	100.0	100.0				99.0	77.5			
	むつ(大湊)	32	100.0	100.0				100.0	75.6			
	むつ(大湊)	33	100.0	100.0				100.0	71.2			
	川内	34	100.0	100.0				100.0	69.9			
	川内	35	100.0	100.0	100.0			100.0	65.1	56.5		
	川内	36	100.0	100.0	100.0			100.0	71.7	56.8		
	脇野沢	37	100.0	100.0	100.0	0.0		100.0	73.1	54.3	25.4	
	脇野沢	38	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	74.8	59.1	27.4	0.0

付表 6-2. MRI モデルの RCP8.5 による 21 世紀末（2086～2100 年）の養殖施設沖側におけるへい死率の予測値

区分	地区名	通し 番号	稚貝のへい死率(%)					1年貝のへい死率(%)				
			12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
養殖施設	外ヶ浜	1	100.0	100.0	100.0	80.6	0.0	100.0	100.0	95.0	50.2	1.0
沖側	外ヶ浜	2	100.0	100.0	100.0	25.7	0.0	100.0	93.9	91.3	42.1	0.0
	蟹田	3	100.0	100.0	100.0	8.9	0.0	100.0	89.7	85.2	35.9	0.0
	蟹田	4	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	78.0	68.7	32.0	0.0
	蓬田	5	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	85.2	74.5	31.3	0.0
	蓬田、後潟	6	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	85.1	77.9	33.2	1.0
	後潟	7	100.0	100.0	100.0	25.7		100.0	84.5	75.4	40.2	
	奥内	8	100.0	100.0	100.0	55.3		100.0	78.6	69.5	44.2	
	油川	9	100.0	100.0	100.0	76.4		98.3	71.3	73.0	48.1	
	青森～野内	10	100.0	100.0	100.0	55.3		91.4	68.0	64.2	43.2	
	久栗坂、土屋	11	100.0	100.0	100.0	0.0		100.0	72.0	64.3	36.0	
	茂浦	12	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	75.3	65.0	32.0	3.9
	浦田	13	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	77.5	65.3	30.2	3.1
	浦田	14	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	71.8	62.0	27.5	0.0
	東田沢(大島西)	15	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	68.2	59.1	27.4	0.1
	東田沢(大島)	16	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	65.9	58.1	27.4	0.2
	東田沢(大島東)	17	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	96.6	66.7	59.3	28.2	1.4
	小湊	18	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	97.7	66.1	58.7	28.7	5.3
	小湊	19	100.0	100.0	100.0	4.6	0.0	96.2	65.3	58.3	29.2	7.1
	清水川	20	100.0	100.0	100.0	34.2	0.0	95.8	65.7	57.9	33.0	9.5
	清水川	21	100.0	100.0	100.0	46.8		93.4	63.2	56.6	36.8	
	野辺地	22	100.0	100.0	100.0	46.8		92.0	60.2	55.2	38.0	
	野辺地	23	100.0	100.0	100.0	42.6		89.6	58.7	54.2	36.8	
	横浜	24	100.0	100.0	100.0	34.2		92.1	58.9	51.3	32.0	
	横浜	25	100.0	100.0	100.0	34.2		92.1	57.8	50.2	32.0	
	横浜	26	100.0	100.0	100.0	46.8		91.3	59.0	53.1	37.1	
	横浜、むつ(浜奥内)	27	100.0	100.0	100.0	67.9		94.1	57.5	55.9	42.5	
	むつ(浜奥内)	28	100.0	100.0	100.0			96.3	59.6	60.1		
	むつ(大湊)	29	100.0	100.0	100.0			95.7	58.3	57.7		
	むつ(大湊)	30	100.0	100.0	100.0			94.4	56.3	53.6		
	川内	31	100.0	100.0	100.0	13.1		91.3	55.8	48.6	27.5	
	川内	32	100.0	100.0	100.0	0.0		95.2	58.9	52.6	25.8	
	川内	33	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	94.8	58.9	51.2	23.2	0.0
	脇野沢	34	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	98.9	63.2	52.8	24.1	0.0

付表 6-3. MRI モデルの RCP8.5 による 21 世紀末（2086～2100 年）の公海におけるへい死率の予測値

区分	地区名	通し 番号	稚貝のへい死率(%)					1年貝のへい死率(%)				
			12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m	12.25m	18.5m	27.0m	38.0m	51.0m
公海	外ヶ浜	1	100.0	100.0	100.0	55.3	0.0	100.0	100.0	91.4	46.4	0.0
	外ヶ浜	2	100.0	100.0	100.0	8.9	0.0	100.0	90.6	76.7	36.4	0.0
	蟹田	3	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	81.2	70.9	33.0	0.0
	蟹田	4	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	73.6	62.2	28.8	0.0
	蓬田	5	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	79.1	66.5	29.8	0.0
	蓬田、後潟	6	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	85.3	75.4	31.7	1.4
	後潟	7	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	84.5	74.4	34.9	3.3
	油川～野内	8	100.0	100.0	100.0	63.7		97.1	69.7	68.4	45.5	
	奥内、久栗坂	9	100.0	100.0	100.0	46.8		100.0	73.7	65.9	42.6	
	土屋、茂浦	10	100.0	100.0	100.0	21.5		100.0	78.0	66.1	38.5	
	浦田	11	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	81.7	68.6	30.7	2.0
	浦田	12	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	74.6	63.1	28.5	0.0
	東田沢(大島西)	13	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	67.1	56.6	25.6	0.0
	東田沢(大島)	14	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	96.8	63.4	54.9	25.1	0.0
	東田沢(大島東)	15	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	94.3	62.8	54.5	25.5	0.4
	小湊	16	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	96.3	64.1	55.2	25.8	4.1
	小湊、清水川	17	100.0	100.0	100.0	8.9	0.0	97.5	65.7	57.9	29.6	7.9
	清水川	18	100.0	100.0	100.0	34.2	0.0	95.8	63.7	55.7	33.0	10.3
	野辺地	19	100.0	100.0	100.0	30.0		94.8	62.3	53.8	31.6	
	横浜	20	100.0	100.0	100.0	13.1	0.0	95.6	60.5	50.9	27.9	7.5
	横浜	21	100.0	100.0	93.3	17.3		93.8	57.9	47.0	27.3	
	横浜	22	100.0	100.0	100.0	38.4		90.8	57.4	49.5	34.1	
	横浜、むつ(浜奥内)	23	100.0	100.0	100.0	46.8		92.4	55.7	51.9	37.0	
	むつ(大湊)	24	100.0	100.0	100.0	34.2		91.8	54.9	49.2	33.1	
	川内	25	100.0	100.0	97.5	0.0		90.6	55.8	46.6	24.9	
	川内	26	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	92.4	56.8	49.2	23.9	2.3
	川内	27	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	92.4	57.9	49.1	22.2	0.0
	脇野沢	28	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	95.8	59.2	51.2	23.1	0.0
	脇野沢	29	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	67.2	55.8	26.5	0.0