

ノート

松島湾育苗漁場におけるノリ芽の細胞分裂異常について

谷合 祐一^{*1}, 須藤 篤史^{*2}

Abnormal cell division of sporelings of laver *Pyropia yezoensis* in Matsushima Bay

Yuichi TANIAI^{*}, Atsushi SUTO^{*}

キーワード：ノリ幼芽・細胞分裂異常・水温・比重・栄養塩

宮城県におけるノリ養殖は、スサビノリ (*Pyropia yezoensis*) を主体として、亘理沖から表浜にかけての仙台湾沿岸部で行われている。

8月下旬頃から陸上採苗が開始され、9月下旬からは野外採苗も行われる。その後、約1ヶ月程度の育苗期間を経て、浮流式による本養殖へ移行し、10月下旬以降に摘採が開始され、11月中旬には全国に先駆けて乾ノリの初入札が行われている。

陸上採苗や本養殖は、各浜やその地先で行われるが、野外採苗及び育苗については、県内のノリ養殖業者全員が松島湾内で実施しており (図1)、一時的にだが県内のノリ網のほぼ全てが、松島湾内に集結していることになる。



図1 松島湾育苗漁場

殻胞子が発芽したノリの幼芽は、細胞分裂を繰り返して成長するが、はじめは1列の細胞からなり、スサビノリの場合、前川は5~7細胞¹⁾、黒木は6~8細胞²⁾、右田は7

~12細胞³⁾の時に、最初の縦分裂が入ると報告している。

松島湾や仙台湾がノリ養殖の中心となってから40年以上になるが、平成25年及び26年漁期には、幼芽が1列のまま16細胞にまで生長し、その後、縦分裂が入らずに1列のまま生長し続けるといった、これまで報告のない幼芽の細胞分裂異常 (図2) が主に松島漁場で確認された。

この細胞分裂異常の幼芽の一部は、ある時を境に縦分裂が入って、正常な細胞分裂による生長に移行し、また一部は、再度中性胞子 (単胞子) 化し、発芽から生長し直していると考えられた。

本ノートでは、平成25年及び26年漁期の松島湾内ノリ育苗漁場で発生したノリ芽の細胞分裂異常について報告する。

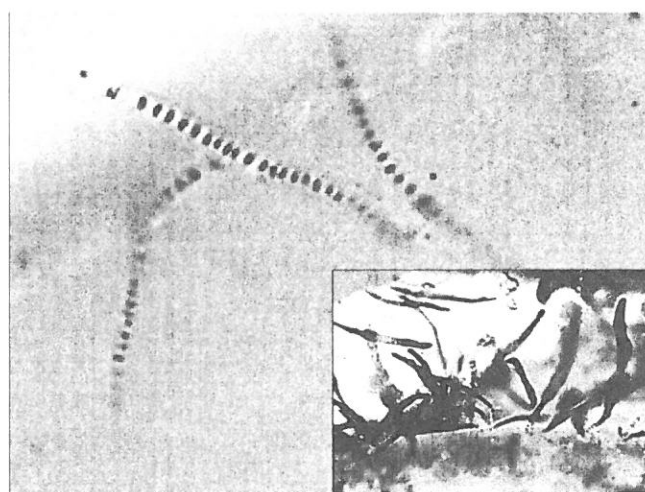


図2 細胞分裂異常の幼芽と正常な幼芽 (右下)

^{*1} 水産技術総合センター養殖生産部, ^{*2} 仙台地方振興事務所

支柱式 細胞数(100倍・1視野)		※日付はノリ芽観察及び通報発行日						
漁場名	9月22日	9月26日	9月29日	10月2日	10月7日	10月9日	10月16日	
塩釜	都島1	1~8細胞	10~46細胞	4細胞~0.3mm (再胞子化)	~1.5mm	~2.0mm	~1.5mm	~30mm
	都島2	-	4~8細胞	4細胞~0.3mm (再胞子化)	~0.8mm	~2.0mm	-	~25mm
	浜田	-	-	-	-	~2.0mm	~4.0mm	-
	箕輪島	-	-	2~0.5mm	-	-	-	-
	磯崎1	2~4細胞	4~8細胞	4細胞~0.3mm (再胞子化)	~0.5mm	~2.0mm	~4.0mm	~6mm
松島	磯崎2	1~2細胞	2~4細胞	2~8細胞 (再胞子化)	4~32細胞 (分裂異常)	~0.5mm	~1.5mm	~4.0mm
	手櫛	-	-	~16細胞 (分裂異常)	-	-	-	-
	羅漢島	-	2~16細胞	4細胞~0.5mm (再胞子化)	4~16細胞 (再胞子化)	~0.7mm	~1.5mm	~0.5mm
	石浜	1~4細胞	4~16細胞	12細胞~0.5mm (再胞子化)	~1mm	0.5~1.5mm	~4.0mm	-
桂島 周辺	野々島	-	-	-	~1.5mm	-	-	-
	桂島内湾	1~2細胞	4~8細胞	4細胞~0.25mm	~1mm	48細胞~3.0mm	~2.5mm	~15mm
	駒島	-	-	-	-	-	-	-
七ヶ 浜	アリューシャン	-	-	-	-	8細胞~0.3mm	-	-
	三本口	1~4細胞	8~16細胞	8細胞~0.5mm	~1mm	1.0~5.0mm	~8.0mm	~15mm
	平崎	2~4細胞	1~4細胞	4細胞~0.25mm	~1.5mm	24細胞~3.0mm (再胞子化)	~6.0mm	~50mm
浮上式 細胞数(100倍・1視野)								
漁場名	9月22日	9月26日	9月29日	10月2日	10月7日	10月9日	10月16日	
塩釜	都島1	-	-	-	~1.0mm	~4.0mm	-	-
	都島2	-	-	-	~1.0mm	~5.0mm	-	-
	浜田	2~4細胞	8~16細胞	16細胞~0.6mm	~1.5mm	~2.5mm	-	-
	箕輪島	2~4細胞	8~32細胞	~0.3mm	~1.5mm	~3.0mm	~3.0mm	-
	磯崎1	2~4細胞	-	~0.5mm	~2.0mm	-	-	-
松島	磯崎2	-	4~8細胞	4細胞~0.3mm (再胞子化)	-	-	-	-
	手櫛	-	-	-	2~22細胞 (分裂異常)	~0.7mm	~2.0mm	~7.0mm
	羅漢島	1~2細胞	-	4細胞~0.3mm	~0.8mm	~1.5mm	~1.5mm	-
	石浜	-	-	-	-	-	-	-
桂島 周辺	野々島	-	-	-	-	-	-	-
	桂島内湾	-	-	-	-	-	-	-
	駒島	2~4細胞	16~32細胞	12細胞~1mm (再胞子化)	0.5~3.0mm	-	~6.0mm	-
七ヶ 浜	アリューシャン	-	-	12細胞~1mm	-	48~1.0mm	-	-
	三本口	-	-	-	~2.5mm	-	-	-
	平崎	-	-	-	-	-	-	-

再胞子化は、支柱式では塩釜漁場の都島1, 都島2で9月29日, 松島漁場の磯崎1, 磯崎2で9月29日, 羅漢島で9月29日及び10月2日, 桂島周辺漁場の石浜で9月29日, 七ヶ浜漁場の平崎で10月7日, 浮上式では松島漁場の磯崎2及び桂島周辺漁場の駒島で9月29日に生じていたと考えられた。

水温推移を表3, 表4に示した。

ノリの生育水温は2~22℃とされている⁶⁾。平成25年漁期は, 全漁場が安定して22℃以下となったのは10月4日以降であった。平成26年漁期は, 平成25年漁期に比べ水温の低下が早く, 種網の観察を開始した9月22日には全漁場で22℃を下回っていた。

2 育苗期の環境条件

(1) 水温

平成25年及び平成26年漁期の9月下旬~10月中下旬の

表3 平成25年漁期の水温推移(°C)

漁場名	9月24日	9月27日	9月30日	10月4日	10月7日	10月11日	10月18日	10月21日	10月25日
塩釜	都島1	22.6	20.9	21.9	20.7	21.9	16.1	16.7	-
	都島2	22.6	21.2	21.9	20.6	20.6	21.9	16.7	-
	浜田	22.3	20.9	21.9	20.6	20.6	22.0	16.3	16.6
	箕輪島	22.6	21.5	22.0	20.7	20.6	21.8	16.5	17.0
松島	磯崎1	22.6	21.0	22.3	20.7	20.4	21.8	16.8	15.9
	磯崎2	22.4	21.1	21.9	20.5	20.3	21.8	16.3	16.1
	手樽	22.7	21.4	21.9	20.4	20.3	21.8	16.8	17.1
	羅漢島	22.3	21.3	21.9	20.6	20.5	21.7	16.0	16.7
桂島周辺	石浜	22.6	21.3	22.0	20.7	20.6	21.5	16.3	16.9
	野々島	-	-	-	-	-	-	-	-
	桂島内湾	22.2	21.2	22.1	20.8	20.5	21.5	16.5	16.9
七ヶ浜	駒島	22.6	21.3	22.3	20.5	20.6	21.6	16.3	17.0
	アリュージャン	22.7	21.2	22.0	20.9	20.6	21.7	16.9	17.1
	三本口	22.5	21.0	22.1	20.7	21.0	21.8	16.9	17.1
平崎	22.7	21.5	22.0	20.9	21.0	21.8	17.0	17.1	

表4 平成26年漁期の水温推移(°C)

漁場名	9月22日	9月26日	9月29日	10月2日	10月7日	10月9日	10月16日
塩釜	都島1	20.1	20.4	20.2	20.4	16.8	17.5
	都島2	20.9	21.0	20.3	20.4	16.9	17.4
	浜田	20.7	19.9	20.5	19.9	16.9	17.5
	箕輪島	21.1	20.8	20.0	19.7	17.9	16.9
松島	磯崎1	21.8	21.3	21.2	19.5	17.0	17.9
	磯崎2	21.0	20.9	21.0	19.3	17.6	17.1
	手樽	21.0	21.4	20.7	19.0	17.6	17.9
	羅漢島	21.0	20.5	20.8	19.1	18.0	17.4
桂島周辺	石浜	20.6	20.2	20.5	19.6	17.4	17.4
	野々島	-	-	-	-	-	-
	桂島内湾	20.7	20.4	20.4	19.8	17.0	17.4
七ヶ浜	駒島	20.7	20.8	20.6	19.8	17.2	17.8
	アリュージャン	20.7	20.7	20.7	19.3	17.9	18.2
	三本口	20.9	21.1	20.9	20.1	17.8	18.0
平崎	21.0	20.9	20.9	20.2	17.9	18.0	

(2) 比重(σ_{15})

平成25年及び平成26年漁期の9月下旬～10月中下旬の比重推移を表5、表6に示した。

ノリ養殖に適した海水の比重は15～25とされている⁷⁾。平成25年漁期は、10月21日に松島漁場の磯崎1で9.8、磯

崎2で10.0と基準を大きく下回り、羅漢島では13.0と若干基準を下回っていた。平成26年漁期は、10月7日に松島漁場の磯崎1で5.2と基準を大きく下回り、磯崎2で12.3、手樽で11.2、羅漢島で10.1と同漁場の全地点で基準を下回っていた。

表5 平成25年漁期の比重推移(σ_{15})

漁場名	9月24日	9月27日	9月30日	10月4日	10月7日	10月11日	10月18日	10月21日	10月25日
塩釜	都島1	19.9	20.6	20.7	21.4	21.5	21.8	20.7	20.9
	都島2	20.0	20.7	20.8	21.3	21.3	21.8	21.0	20.9
	浜田	19.5	20.3	20.8	20.9	21.0	21.5	21.2	19.4
	箕輪島	19.9	20.2	20.7	21.2	21.3	21.5	21.4	20.7
松島	磯崎1	18.7	21.0	19.6	18.9	20.9	20.6	17.9	9.8
	磯崎2	18.3	20.0	19.5	20.9	21.0	20.9	17.9	10.0
	手樽	19.3	20.2	19.9	21.1	21.0	21.2	21.1	16.1
	羅漢島	18.7	19.5	19.3	20.6	20.7	21.1	16.5	13.0
桂島周辺	石浜	20.2	20.7	20.9	21.4	21.7	21.7	20.7	20.0
	野々島	-	-	-	-	-	-	-	-
	桂島内湾	20.0	20.5	20.8	21.5	21.3	21.8	20.7	19.3
七ヶ浜	駒島	20.1	20.6	20.9	21.2	21.5	21.6	20.5	20.6
	アリュージャン	20.1	20.9	20.9	21.5	21.2	21.9	20.9	20.9
	三本口	20.2	20.7	21.3	21.4	21.6	21.8	21.1	21.1
平崎	20.2	20.9	20.9	21.5	21.5	21.8	20.6	20.9	

表6 平成26年漁期の比重推移(σ_{15})

漁場名	9月22日	9月26日	9月29日	10月2日	10月7日	10月9日	10月16日
塩釜	都島1	22.1	22.0	22.0	22.0	20.4	20.6
	都島2	22.1	21.9	21.9	22.1	20.2	20.6
	浜田	21.9	21.5	21.8	22.1	18.9	20.1
	箕輪島	21.8	21.9	22.0	22.1	21.2	20.3
松島	磯崎1	20.3	17.3	21.2	21.6	5.2	16.2
	磯崎2	21.3	21.2	21.5	21.7	12.3	19.6
	手樽	21.4	17.7	21.7	21.9	11.2	20.7
	羅漢島	21.0	19.9	20.9	20.5	10.1	19.3
桂島周辺	石浜	21.9	21.9	22.0	19.8	19.6	20.2
	野々島	-	-	-	-	-	-
	桂島内湾	21.7	21.1	21.9	19.9	18.5	20.0
七ヶ浜	駒島	21.9	21.4	22.0	20.0	18.7	20.6
	アリュージャン	21.9	21.6	21.9	20.2	20.2	20.6
	三本口	22.2	21.6	21.8	20.0	20.2	20.5
平崎	22.1	21.8	21.9	20.0	20.2	20.5	

平成25年及び平成26年漁期の9月下旬～10月中下旬の栄養塩（三態窒素及びリン酸態リン）推移を表7、表8に示した。

良好なノリの生長と品質を保つための溶存無機態窒素濃度の最低基準は5～7 $\mu\text{g-at/L}$ とされている⁸⁾。平成25年漁期は、10月11日までの期間、この条件を満たしていたのは、9月30日の七ヶ浜漁場の平崎のみであった。それ以降、10月18日の七ヶ浜漁場の駒島で3.8 $\mu\text{g-at/L}$ 、10月21日の桂島周辺漁場の桂島内湾で1.1 $\mu\text{g-at/L}$ 及び七ヶ浜漁場の三本口で0.4 $\mu\text{g-at/L}$ であったことを除き、5 $\mu\text{g-at/L}$ 以上と最低基準を満たしていた。平成26年度漁期は、9月22日から10月2日までの期間において、10月2日に七ヶ浜漁場の三本口で5.2 $\mu\text{g-at/L}$ 、平崎で5.4 $\mu\text{g-at/L}$ であった以外は基準を下回っており、10月7日以降は、全漁場で基準以上となっていた。

リン酸態リンは、0.22～0.45 $\mu\text{g-at/L}$ が良好なノリの生長と品質を保つ基準とされている⁸⁾。平成25年漁期でこの基準を満たしていたのは、10月4日に松島漁場の羅漢島の0.3 $\mu\text{g-at/L}$ 、10月11日に塩釜漁場の都島2、浜田、箕輪島の0.3 $\mu\text{g-at/L}$ 、松島漁場の羅漢島で0.4 $\mu\text{g-at/L}$ 、桂島漁場の石浜、駒島の0.3 $\mu\text{g-at/L}$ 、10月18日に塩釜漁場の都島2で0.4 $\mu\text{g-at/L}$ 、桂島漁場の駒島で0.2 $\mu\text{g-at/L}$ 、七ヶ浜漁場の三

表7 平成25年漁期の栄養塩推移 ($\mu\text{g-at/L}$)

三態窒素									
漁場名	9月24日	9月27日	9月30日	10月4日	10月7日	10月11日	10月18日	10月21日	10月25日
都島1	-	-	-	-	-	-	8.0	14.7	-
都島2	-	-	0.7	-	-	3.1	6.8	-	-
塩釜	-	-	1.2	3.4	-	2.3	9.9	24.2	27.1
箕輪島	-	-	0.5	4.3	-	1.2	-	13.2	-
磯崎1	-	-	1.1	1.8	-	2.1	11.7	32.0	23.1
磯崎2	-	-	2.4	-	-	-	13.1	25.3	17.0
松島	-	-	1.4	2.4	-	0.6	8.8	19.0	15.6
羅漢島	-	-	0.5	1.2	-	3.7	16.1	23.1	24.6
桂島	-	-	2.2	1.4	-	2.8	7.2	11.5	-
野々島	-	-	-	-	-	-	-	-	-
桂島周辺	-	-	1.2	-	-	-	8.4	1.1	-
駒島	-	-	1.2	2.9	-	2.1	3.8	-	-
七ヶ浜	-	-	1.1	-	-	-	6.5	14.0	12.3
アリュージェン	-	-	0.7	1.9	-	4.1	5.6	0.4	17.2
三本口	-	-	0.7	1.9	-	4.1	5.6	0.4	17.2
平崎	-	-	6.8	0.8	-	3.4	8.3	9.0	16.4

リン酸態リン									
漁場名	9月24日	9月27日	9月30日	10月4日	10月7日	10月11日	10月18日	10月21日	10月25日
都島1	-	-	-	-	-	-	0.6	0.9	-
都島2	-	-	0.8	-	-	0.3	0.4	-	-
塩釜	-	-	0.9	0.0	-	0.3	0.5	1.4	1.2
箕輪島	-	-	0.5	0.9	-	0.3	-	1.1	-
磯崎1	-	-	1.2	0.5	-	0.7	0.8	2.4	0.8
磯崎2	-	-	1.6	-	-	-	1.0	1.8	0.5
松島	-	-	0.6	0.6	-	0.6	1.1	0.8	0.6
手樽	-	-	0.9	0.3	-	0.4	1.3	1.8	0.8
羅漢島	-	-	1.2	0.0	-	0.3	0.6	1.0	-
桂島	-	-	-	-	-	-	-	-	-
野々島	-	-	-	-	-	-	-	-	-
桂島周辺	-	-	0.6	-	-	-	1.1	1.3	-
駒島	-	-	1.2	0.0	-	0.3	0.2	-	-
アリュージェン	-	-	0.5	-	-	-	0.5	1.0	1.5
三本口	-	-	0.6	0.0	-	0.6	0.4	1.2	0.4
平崎	-	-	0.5	0.5	-	0.0	0.7	0.8	1.7

本口で0.4 $\mu\text{g-at/L}$ 及び10月25日の0.4 $\mu\text{g-at/L}$ であり、漁期を通じてほとんどの地点で基準外であった。平成26年漁期で基準を満たしていたのは、9月22日に塩釜漁場の箕輪島で0.4 $\mu\text{g-at/L}$ 、桂島周辺漁場の各地点で0.3 $\mu\text{g-at/L}$ 、七ヶ浜漁場のアリュージェンで0.3 $\mu\text{g-at/L}$ 、平崎で0.4 $\mu\text{g-at/L}$ 、9月26日に塩釜漁場の都島1、都島2、浜田で0.2 $\mu\text{g-at/L}$ 、松島漁場の磯崎1で0.3 $\mu\text{g-at/L}$ 、磯崎2、手樽、羅漢島で0.2 $\mu\text{g-at/L}$ 、桂島周辺漁場及び七ヶ浜漁場の各地点で0.2 $\mu\text{g-at/L}$ 、9月29日に桂島周辺漁場各地点で0.4 $\mu\text{g-at/L}$ 、七ヶ浜漁場の三本口で0.4 $\mu\text{g-at/L}$ 、10月2日に桂島周辺漁場の石浜及び桂島内湾並びに七ヶ浜漁場のアリュージェンで0.4 $\mu\text{g-at/L}$ であり、10月7日以降は全漁場で基準外であった。

考察

ノリ芽の細胞分裂異常は、平成25、26年の2漁期とも、9月下旬～10月上旬の松島漁場でのみ確認された。また、再孢子化の多くも同時期の同漁場で生じていると考えられた。

同漁場の水温は、平成25年漁期は9月30日の磯崎1で22.3℃と適水温を若干上回っているが、平成26年漁期は2の育苗期の環境条件で述べたとおり、全漁場で9月22日か

表8 平成25年漁期の栄養塩推移($\mu\text{g-at/L}$)

三態窒素		9月22日	9月26日	9月29日	10月2日	10月7日	10月9日	10月16日
塩釜	都島1	2.0	1.5	4.3	4.1	13.5	10.0	14.5
	都島2	0.6	1.3	1.8	3.2	23.4	9.0	13.7
	浜田	0.4	1.8	1.7	1.2	19.8	11.7	12.5
	箕輪島	0.4	1.2	1.5	1.6	10.7	8.4	11.8
松島	磯崎1	0.9	2.1	0.5	1.8	45.7	21.9	16.4
	磯崎2	0.6	1.0	0.1	1.6	27.4	10.4	12.7
	手樽	0.2	0.7	0.3	0.4	35.9	3.2	10.0
	羅漢島	0.2	1.1	0.3	3.1	30.4	13.1	30.5
桂島	石浜	0.1	0.7	1.8	1.5	7.4	8.5	10.5
	野々島	-	-	-	-	-	-	-
周辺	桂島内湾	0.2	1.0	0.7	1.0	11.2	8.7	10.7
	駒島	0.2	0.6	1.4	2.5	11.7	8.4	12.4
七ヶ浜	アリューシャン	0.2	0.8	1.4	1.7	7.9	8.1	11.3
	三本口	0.5	1.2	1.9	5.2	8.7	9.5	13.5
	平崎	1.4	1.7	2.3	5.4	10.0	8.5	14.6

リン酸態リン		9月22日	9月26日	9月29日	10月2日	10月7日	10月9日	10月16日
塩釜	都島1	0.6	0.2	0.7	0.5	1.3	1.0	1.0
	都島2	0.5	0.2	0.5	0.6	1.3	0.8	1.0
	浜田	0.6	0.2	0.5	0.6	1.2	0.9	0.8
	箕輪島	0.4	0.1	0.6	0.6	1.1	0.7	0.8
松島	磯崎1	0.8	0.3	0.9	1.0	3.4	1.9	1.2
	磯崎2	0.7	0.2	0.6	1.2	2.2	1.0	1.1
	手樽	0.6	0.2	0.6	0.6	2.8	0.8	0.9
	羅漢島	0.6	0.2	0.8	1.3	2.5	1.3	1.5
桂島	石浜	0.3	0.2	0.4	0.4	0.7	0.7	1.0
	野々島	-	-	-	-	-	-	-
周辺	桂島内湾	0.3	0.2	0.4	0.4	0.8	0.8	0.9
	駒島	0.3	0.2	0.4	0.5	0.9	0.8	0.9
七ヶ浜	アリューシャン	0.3	0.2	0.6	0.4	0.7	0.8	0.8
	三本口	0.5	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
	平崎	0.4	0.2	0.5	0.7	0.9	0.8	1.0

ら22℃を下回っており、水温の影響によるものとは考えにくい。

比重は、平成26年漁期の10月7日に同漁場の全地点で基準を大きく下回っていたものの、この日に細胞分裂異常や再胞子化は確認されていない。

栄養塩を見ると、三態窒素濃度は、細胞分裂異常、再胞子化が生じた時期に基準を下回っていることが多く、最低基準を上回るようになった10月中旬以降には細胞分裂異常、再胞子化は確認されていない。リン酸態リンは、2漁期とも漁期を通して基準外であることが多く、細胞分裂異常、再胞子化との関連性が不透明であった。

これらのことから、細胞分裂異常、再胞子化には、低い三態窒素濃度が影響しているものと考えられ、十分な三態窒素濃度となった時期までは順調に生育できずに中性胞子化し、再度生育し始めるといったことが繰り返されたと推察された。

しかし、豊富な栄養塩がある漁場においても、細胞分裂異常が生じるとされている（佐賀県有明水産振興セン

ター川村氏私信）ため、低い三態窒素濃度の影響のみがこの現象を引き起こしているとは考えにくい。

他の漁場でも、三態窒素濃度が低いことが多かったにも関わらず、松島漁場における発生が特に目立ったことから、同漁場における三態窒素濃度以外にも、何らかの環境条件等に起因して発生している可能性が考えられる。

今後は、重点的に松島漁場において環境データを収集するとともに、育苗状況を注視し、また、水質条件を変えたノリの培養実験等により、原因を解明することが必要と考える。

参考文献

- 1) 前川兼佑 (1961) 瀬戸内海, 特に山口県沿岸における漁業の調整管理と資源培養に関する研究. 山口県内海水産試験場調査研究業績第11巻第1号, 456-469
- 2) 黒木宗尚 (1961) 養殖アマノリの種類とその生活史 (アマノリ類の生活史の研究 第2報). 東北区水産研究所研究報告第18号, 11-16.
- 3) 右田清治 (1960) 有明海における養殖ノリの種類. 有明海の『のり』養殖No.2.西海区水産研究所, 75-83
- 4) 宮城県のり養殖安定化対策本部 (2013-2014) のり養殖通報.
- 5) 植田三郎 (1972) 細胞の増殖. 新編海苔養殖読本, 25.
- 6) 今井丈夫 (1970) ノリの生物学的研究. 浅海完全養殖, 42
- 7) 全国漁業協同組合連合会 (2007) ノリ養殖の基礎. JF全漁連のりごよみ, 78
- 8) (社) 日本水産資源保護協会 (2012) 基準値. 水産用水基準第7版, 3-16

