

資源管理基礎調査

マダラ

三浦太智

目 的

青森県資源管理指針に基づく資源管理措置を検証するため、青森県資源管理基礎調査業務において、陸奥湾のマダラ資源に関するデータを整備する。

材料と方法

1. 漁獲統計調査

陸奥湾（外ヶ浜漁協から佐井村漁協）で漁獲されるマダラの漁獲量について、次のとおり暦年ごとに整理した。1901年-1944年及び1949年-1958年は青森県海面漁業に関する調査結果書の前身に相当する青森県統計書を、1945年-1948年は川村ら¹⁾の漁獲資料、1959年以降は青森県海面漁業に関する調査結果書を用いた。1917年-1920年、1926年、1936年-1944年、1949年及び1951年-1958年はデータ欠測期間である。なお、1901年-1953年の青森市の漁獲量には陸奥湾以外の底びき網漁業等による漁獲物が含まれており、これらを区別することが出来ないため除外して集計した。

1981年以降は月別の漁獲量データが集計可能であることから、当年9月から翌年8月までの期間を1漁期年とし、漁期年別の漁獲量を求めた。

2. 年齢別漁獲尾数及び資源量の推定

脇野沢村漁業協同組合（以後、脇野沢村漁協）に委託し、水揚げされたマダラの尾数及び全長（単位：50 mm）を測定し、全長組成を求めた。また、陸奥湾全体の漁獲量を、脇野沢村漁協の水揚げ伝票から求めた1尾あたりの平均体重で除して漁獲尾数を算出し、全長組成にあてはめて陸奥湾全体の全長別漁獲尾数を求めた。

2009年漁期-2019年漁期に脇野沢村漁協で漁獲された計1,394尾のマダラについて、桜井ら²⁾の方法に従って耳石薄片試料に見られる輪紋数の計数による年齢査定を行い、漁期年別のAge-length key（単位：全長50 mm）を作成した。2008年漁期以前は2009年漁期-2018年漁期の10漁期年分の合算Age-length Keyを用いた。年齢起算日は9月1日とし、漁期年別Age-length Keyを各漁期年の全長別漁獲尾数にあてはめて漁期年別年齢別漁獲尾数を推定した。

推定した漁期年別年齢別漁獲尾数を用い、VPA（Virtual Population Analysis）³⁾によって陸奥湾におけるマダラの漁期年別年齢別資源尾数を推定し、年齢別平均体重を乗じて年齢別資源量とした。8歳以上をプラスグループとし、自然死亡係数は、寿命を9歳として田内・田中の式⁴⁾から0.278と求めた。なお、寿命とした9歳は本報告で年齢査定した全個体の最高齢である。漁獲係数について、7歳と8歳以上は同じで、最近年の漁獲係数を過去10年における同一年齢の漁獲係数の平均値と仮定し、この仮定を達成する最近年における7歳の漁獲係数をMicrosoft Excelのソルバーを用いて探索的に求めた。マダラの成熟年齢は年変動することが報告されている⁵⁾こと、陸奥湾のマダラの成熟に関する調査は行われていないことから、本報告では成熟率を3歳魚および4歳魚で50%、5歳魚以上で100%と仮定し、親魚量を求めた。再生産成功率（RPS）は、親魚1 kgあたりの3歳魚加入尾数から求め、VPAの不確実性を考慮して直近2漁期の3歳魚加入尾数推定結果は解析から除外した。

3. 漁場水温及び産卵期水温調査

2019年12月2日-2020年2月26日の間、脇野沢村漁協の底建網2ヶ統（穴間沖水深46 m（水温計①）

および 68 m (水温計②)) のアンカーに自記式水温計を取付け、漁場底層の水温を 1 分間ごとに測定した。水温計が設置された水深は 46 m (水温計①) および 68 m (水温計②) であった。また、産卵期の水温データとして青森県海況気象情報総合提供システム (<https://www.aomori-itc.or.jp/uminavi/>) より、2002 年以降の平舘ブイ底層水温のうち、水温 10℃以下を抜粋して整理した。

4. 標識放流調査

陸奥湾に産卵回遊するマダラの移動や成長を把握するために、前年⁶⁾までと同様に、佐井村漁業協同組合牛滝支所 (以後、牛滝支所) 及び脇野沢村漁協において、産卵後親魚を対象として、ディスクタグによる標識放流を実施した。2020 年 1 月 30 日-3 月 2 日に牛滝支所では 96 尾、脇野沢村漁協では 100 尾を対象とし、漁獲後直ちに船上で全長を測定し、個体識別番号を刻印したディスクタグをマダラの第一背鰭基部にビニールチューブで装着して放流した (表 1)。再捕結果は、関係道県の水産関連機関から寄せられた再捕報告により収集し、再捕時期及び再捕海域別にとりまとめた。

表 1. マダラ標識放流結果

放流年	放流海域	放流時期	放流時全長 (mm)	放流時体重 (kg)	放流尾数			計
					ディスク	ロガー※1	2重標識※2	
2008	脇野沢	2/6-3/14	450-810	1.95-5.00	33			33
2009	佐井	1/29-3/23	600-900	—	7			7
	脇野沢		570-850	1.85-5.30	80		4	84
2010	佐井	2/8-3/9	400-720	—	40			40
	脇野沢		610-810	2.10-4.70	37		12	49
2011	佐井	2/9-3/22	400-780	—	50			50
	脇野沢		520-850	1.00-1.80	13	25		38
2012	佐井	1/30-3/17	450-750	—	70			70
	脇野沢		460-890	0.95-6.80	36		9	45
2013	佐井	2/15-4/3	350-670	—	100			100
	脇野沢		430-900	0.95-6.65	30		27	57
2014	佐井	2/27-3/12	400-750	—	88			88
	脇野沢		570-870	1.40-5.80	77			77
2015	佐井	1/26-3/18	430-900	—	100			100
	脇野沢		460-880	0.75-7.00	54			54
2016	佐井	2/8-3/15	380-800	—	100			100
	脇野沢		600-850	2.60-5.00	100	3		103
2017	佐井	2/16-2/27	430-900	—	100			100
	脇野沢		580-800	—	29			29
2018	佐井	2/2-2/28	350-880	—	100			100
	脇野沢		300-1,100	—	99			99
2019	佐井	2/2-3/29	490-850	1.6-4.2	79			79
	脇野沢		400-1,000	—	100			100
2020	佐井	1/30-3/2	370-760	0.6-1.6	96			96
	脇野沢		400-900	—	100			100
計					1,718	28	52	1,798

※1_水温・水深を記録する自記式ロガー (Lotec社、LAT1100)

※2_ディスクタグおよびロガーの2重標識

5. 稚魚分布調査

2019 年 4 月 21 日-22 日、5 月 15 日-16 日、6 月 11 日-13 日に、図 1 に示す 8 地点において、試験船青鵬丸 (65 トン) により、袖網長 7.5 m、身網長 11.8 m、網口幅 2 m、コットエンド長 2.6 m のオッターロール網を船速 2 ノット-3 ノットで 20 分程度曳網した。曳網中には漁網監視装置により袖網間隔、曳網水深、網口の高さを測定し、袖網間隔に北川ら⁷⁾の方法により求めた曳網距離を乗じて曳網面積を求めた。採捕されたマダラは 1 地点あたり最大 200 尾の体長を 1 mm 単位で測定して体長組成を求め、残りは採捕尾数を計数し、面積密度法により 1,000 m²あたりの密度を地点別に算出した。

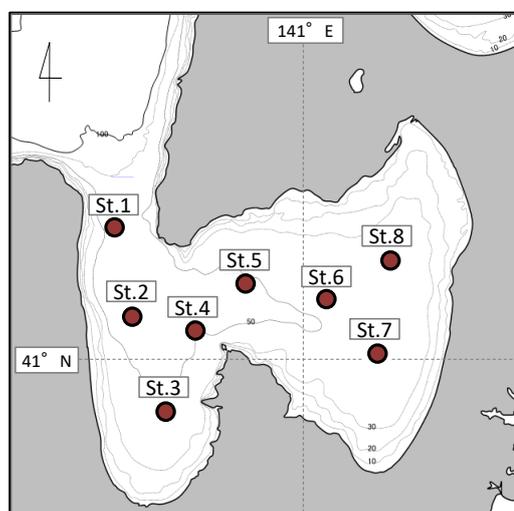


図 1. 稚魚分布調査実施地点

結果と考察

1. 漁獲統計調査

陸奥湾におけるマダラの年別漁獲量を図2及び付表1に、1980年漁期以降の漁期年別漁獲量を図3に、月別漁獲量を付表2に示した。陸奥湾におけるマダラの年間漁獲量は、1930年代に約10,000トン、1980年-1990年代前半には約2,000トンをピークとする漁獲が見られた。1990年代中頃からは低迷したが、2009年に186トンと10年ぶりに100トンを超える漁獲が見られて以降は増加傾向で、2019年は1,939トンで前年を上回り、好調が維持された(図2)。

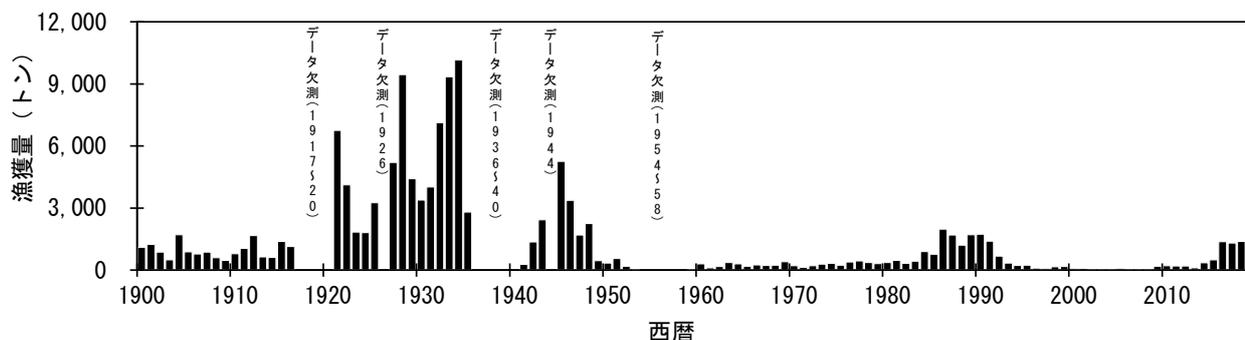


図2. 陸奥湾のマダラ漁獲量の年推移

漁期年別の漁獲量は、1992年漁期から減少し、2000年漁期以降に100トン未満と低迷したが、2009年漁期以降にやや増加傾向となり、2016年漁期には1,425トン、2017年漁期には1,619トン、2018年漁期には1,414トン、2019年漁期には1,745トンと4漁期年続けて1,000トンを超える好調な漁獲となった(図3)。

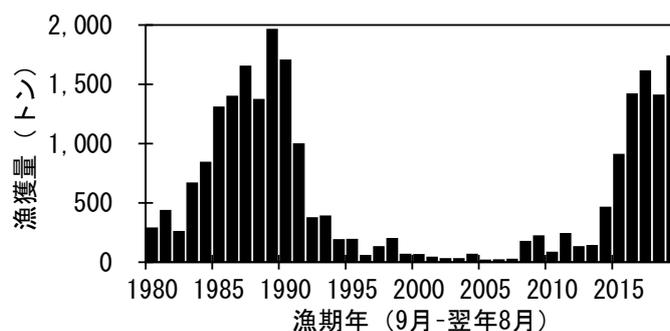


図3. 陸奥湾のマダラ漁獲量の漁期年推移

2. 年齢別漁獲尾数及び資源量推定

脇野沢村漁協における漁期年別全長別漁獲尾数を付表3に、作成したAge-length Keyを付表4に、推定した漁期年別年齢別漁獲尾数を付表5に示した。

漁獲物はいずれの漁期年も全長600mm-800mmを主体とし、年齢別に見ると、漁獲尾数全体の59%-97%を4歳魚-6歳魚が占めた。2019年漁期までの漁獲尾数を発生前年別に見ると、2011年級群が最も多く359.7千尾、次いで2012年級群が277.0千尾であった(付表5)。

VPAによって推定した陸奥湾の3歳魚以上のマダラ漁期年別年齢別資源尾数を付表6に、年齢別平均体重を乗じて求めた4歳魚以上の漁期年別年齢別資源量を図4に示した。資源量は2004年漁期-2012年漁期まで151トン-723トンで横ばいであったが、2013年漁期

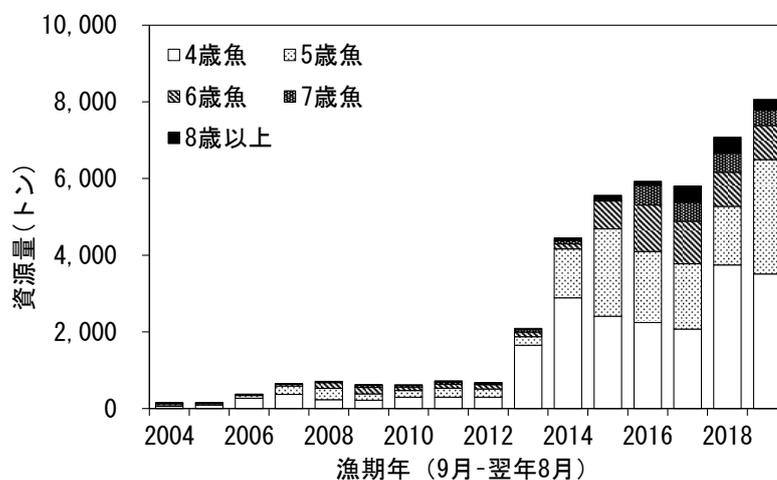


図4. 陸奥湾のマダラ漁期年別資源量

に 2,092 トンと急激に増加し、2019 年漁期まで増加傾向を示した。2019 年漁期の資源量は 8,063 トンと 2004 年漁期以降最高だった。

RPS は 2009 年漁期-2012 年漁期に高かった (図 5)。親魚量と加入量は有意に回帰しなかったものの、親魚量が 300 トン以上と推定された各漁期の加入尾数は、300 トン未満の各漁期における加入尾数よりも明らかに多く、一定の再生産関係があると思われ、今後もデータを蓄積して慎重に検討していく必要がある (図 6)。

漁期年別の 3 歳魚の資源尾数を発生年別の年級豊度とすると、2017 年級群 (2019 年漁期の 3 歳魚) が 7,662 千尾と卓越的に高く、次いで 2015 年級群の 1,337 千尾であった (付表 6)。また、2010 年級群以降では 2014 年級群が 753 千尾と最も少なかったものの、2009 年級群以前の平均である 92 千尾を大きく上回っていることから、近年の加入状況は変動があるものの全体として良好な加入が続いていると考えられた。なお、VPA では直近年の推定値ほど不確実性が高いことから、今後も引き続きデータを蓄積、更新して資源評価する必要がある。

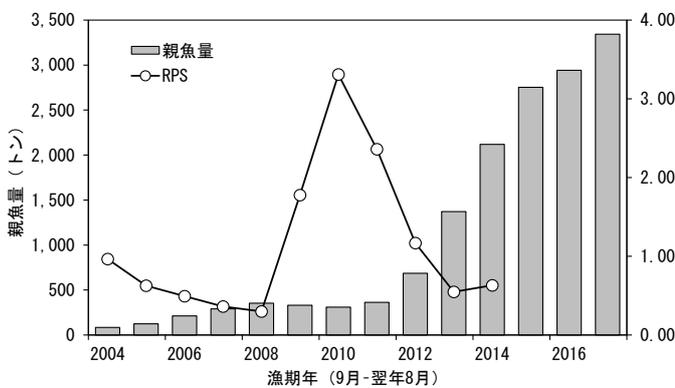


図 5. 漁期年別の親魚量と RPS の動向

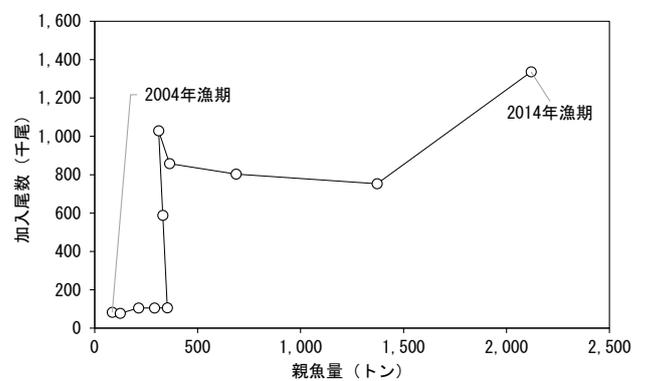


図 6. 親魚量と加入量の関係

3. 漁場水温及び産卵期水温調査

図 7 に、脇野沢村漁協における漁場底層水温と日別漁獲量の推移を示した。また、平館ブイの底層水温のうち、10℃以下を抜粋して図 8 に示した。1 日あたりの漁獲量が漁期全体の漁獲量の 3%以上となった日が含まれる期間を盛漁期とすると、2019 年漁期の盛漁期は 12 月 16 日-1 月 23 日の 39 日間と、2018 年漁期の 45 日間に及ばなかったものの比較的長く、この間の漁場水温は 7.1℃-10.3℃であった (図 7)。

漁場として利用される海域は、陸奥湾湾奥にあると考えられる産卵場への出入口となっている平館海峡に位置し、産卵のため陸奥湾に來遊したマダラと、産卵を終えて湾外へと移出していくマダラの両方が漁獲される。2019 年漁期の漁場底層水温は、前年漁期⁶⁾よりも高めで推移し、水温計① (設置水深 46 m) では 1 月 8 日、② (同 68 m) では 1 月 20 日にマダラ

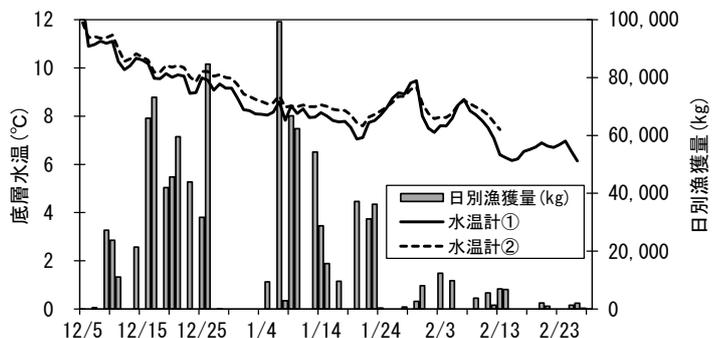


図 7. 脇野沢村漁協における漁場底層水温と日別漁獲量の推移 (2019 年漁期)

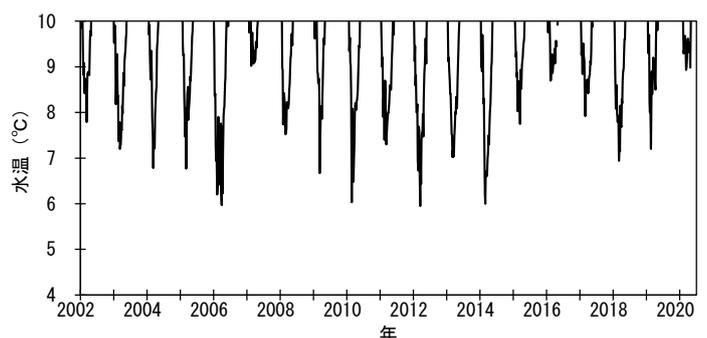


図 8. 平館ブイの底層水温 (4℃-10℃抜粋)

の産卵、卵稚仔の生存に適した水温である 8℃以下⁸⁾となり、以後、適水温が維持されたと考えられた(図 7)。

平館ブイの底層水温のうち、冬季の最低水温は 2004 年-2006 年に 7.0℃以下、2008 年-2015 年、2017 年-2019 年には 8.0℃以下と、ともに前述の産卵、卵稚仔の生存の適水温の範囲内で推移したが、2007 年は 9.0℃、2016 年は 8.7℃、2020 年は 8.9℃と、ともに高いまま推移し、卵稚仔の生残には厳しい水温環境であったと考えられた(図 8)。

4. 標識放流調査

2020 年 8 月 31 日現在までの標識放流魚の再捕結果を、放流年の 8 月まで(放流-翌漁期前まで)及び 9 月以降(翌漁期以降)に分けて再捕海域別に表 2 に示した。

2008 年-2020 年に佐井村牛滝沖及びむつ市脇野沢沖から 1,798 尾を標識放流し、そのうち 58 尾が放流翌漁期以降に再捕された。このうち陸奥湾内-湾口で再捕されたのは 49 尾、津軽海峡内で 2 尾、北海道日本海側で 2 尾、北海道太平洋側で 3 尾、青森県太平洋側で 1 尾、同日本海側で 1 尾であった(表 2)。

1979 年-2001 年に行われた標識放流調査では、合計 2,002 尾を放流した結果、陸奥湾外で再捕された 109 尾のうち、北海道太平洋側が 79 尾、北海道日本海側が 18 尾と全体の 72%は北海道太平洋側で再捕された⁹⁾。2008 年-2020 年の調査において陸奥湾外で再捕されたマダラは、北海道太平洋側で 19 尾、北海道日本海側で 10 尾、本州太平洋側で 4 尾であり、依然として北海道太平洋側での再捕尾数が多いものの、北海道日本海側でも比較的多く再捕されており、2001 年以前と 2008 年以降では陸奥湾で産卵したマダラの回遊経路に変化が生じたと考えられる。今後も調査を継続してデータ数を増やし、各海域への回遊状況を明らかにしていく必要がある。

表 2. 2008 年-2020 年の再捕海域別標識放流魚再捕尾数

単位：尾

放流年	放流海域	放流～翌漁期前までの再捕					翌漁期以降の再捕						
		湾内 ～ 湾口	津軽海峡	北海道 日本海側	北海道 太平洋側	青森県 日本海側	青森県 太平洋側	湾内 ～ 湾口	津軽海峡	北海道 日本海側	北海道 太平洋側	青森県 日本海側	青森県 太平洋側
2008	脇野沢	1			1			2					
2009	佐井	1											
2009	脇野沢	11	1					7			1		
2010	佐井	11											
2010	脇野沢	4				1		3		1			
2011	佐井	16		1				2					
2011	脇野沢	4	2	3	1			2					
2012	佐井	11											
2012	脇野沢	3		1				1					
2013	佐井	10			2			2					
2013	脇野沢	4			2			1					
2014	佐井	8	2				1	1			1		
2014	脇野沢	2	1	1			1	3	1				
2015	佐井	7			1			2					
2015	脇野沢	1			2								
2016	佐井	5	1				1			1			
2016	脇野沢	1			1			6	1				
2017	佐井	5	2		1			2					
2017	脇野沢	2			1			1					
2018	佐井	6		3	1			5			1	1	1
2018	脇野沢	5			1			2					
2019	佐井	2			1			4					
2019	脇野沢	5						3					
2020	佐井	5	1				1						
2020	脇野沢	2											
計		132	9	8	16	1	3	49	2	2	3	1	1

5. 稚魚分布調査

2019年の地点別体長別の漁獲尾数を付表7に、このうち5月の分布密度および体長組成を図9に示した。分布密度は陸奥湾湾口部のSt.5で18尾/1,000 m²と最も高く、次いでSt.1で15尾/1,000 m²で、前年⁶⁾のSt.1で記録された525尾/1,000 m²を大きく下回った。体長組成は地点によって異なり、モードが見られた体長はSt.2とSt.5が42 mmと最も大きく、これは前年の56 mmと比較して小さかった(図9)。

マダラ稚魚は概ね6月頃まで陸奥湾で生育し、湾内の水温上昇に応じて湾外へと移動すると考えられる。陸奥湾では4月-6月は水温が大きく上昇し、かつ、そのタイミングが年変動することから、稚魚の湾外への移出時期も年変動する可能性が高い。本調査は北海道大学が行う稚魚豊度調査¹⁰⁾と同地点で、調査時期をずらして実施しており、両者を合わせて稚魚豊度の推定を行うことで、稚魚の湾外への移出時期の年変動に対応する、より精度の高い稚魚豊度推定が可能になると期待されることから、今後も調査を継続してデータを蓄積していく。また、合わせてVPAで推定した産卵親魚量との関係を検証していく。

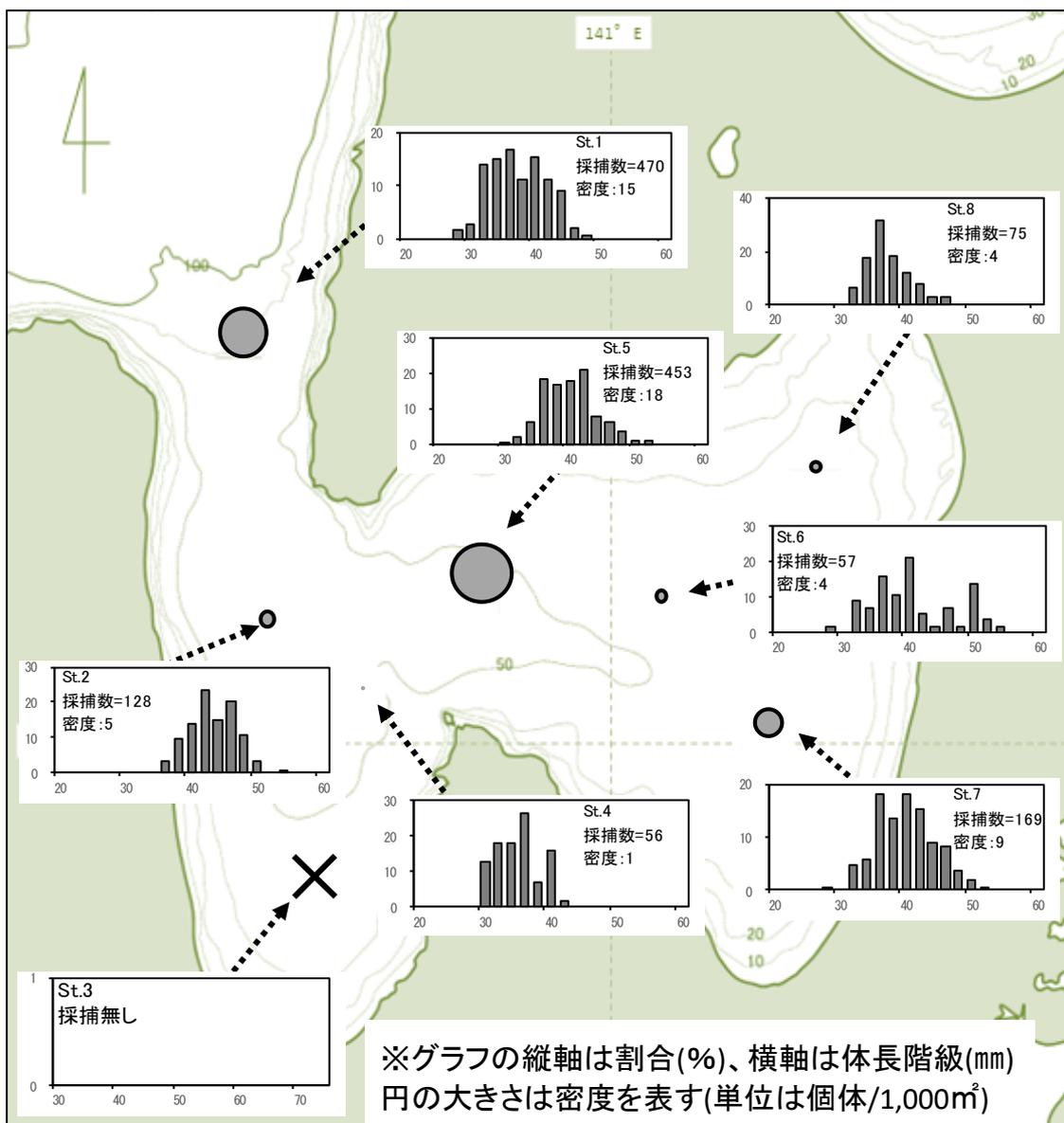


図9. 2019年5月のマダラ分布密度マップ(試験船青鵬丸のオッタートロール)

文 献

- 1) 川村輝良・小久保清二（1950）陸奥湾産鱒について．青森県水産資源調査報告，第1号，1，186-191.
- 2) 桜井泰憲・福田慎作(1984)陸奥湾に來遊するマダラの年齢と成長．青森県水産増殖センター研究報告，3，9-14.
- 3) 平松一彦（2001）VPA (Virtual Population Analysis). 「平成12年度資源評価体制確立推進事業報告書－資源解析手法教科書－」社団法人日本水産資源保護協会，東京，104-128.
- 4) 田中昌一（1960）水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理．東海区水産研究所研究報告，28，1-200.
- 5) 成松庸二（2006）マダラの生活史と繁殖生態－繁殖特性の年変化を中心に－．水産総合研究センター研究報告（別冊），4，137-146.
- 6) 三浦太智(2019) 資源管理基礎調査（マダラ）．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，105-116.
- 7) 北川大二・服部 努・斉藤憲治・今村 央・野澤清志（1997）1996年の底魚資源量調査結果．東北底魚研究，17，79-96.
- 8) 桜井泰憲・山本 潤（2009）レジームシフトに応答する魚類とイカ類資源の変動-プロセス研究の重要性-. 月刊海洋，41，33-42.
- 9) 山田嘉暢（2003）津軽海峡周辺のマダラ成魚の移動－標識放流からみた移動と回遊について．平成14年度東北ブロック水産業関係試験研究推進会議海区水産業部会・分科会報告書，47-53.
- 10) 高津哲也（2019）平成30年度マダラ稚魚分布調査報告．青森県陸奥湾における底層トロールによる底生魚類資源研究にかかわる報告書.

付表 1. 陸奥湾におけるマダラ年別漁獲量

単位：トン

年(西暦)	漁獲量	年(西暦)	漁獲量	年(西暦)	漁獲量
1901	1,243	1941	274	1981	463
1902	866	1942	1,354	1982	322
1903	492	1943	2,430	1983	432
1904	1,701	1944	-	1984	888
1905	885	1945	5,250	1985	771
1906	779	1946	3,375	1986	1,979
1907	866	1947	1,688	1987	1,692
1908	596	1948	2,250	1988	1,203
1909	468	1949	450	1989	1,709
1910	788	1950	340	1990	1,730
1911	1,054	1951	563	1991	1,391
1912	1,673	1952	188	1992	680
1913	641	1953	20	1993	336
1914	613	1954	-	1994	220
1915	1,387	1955	-	1995	239
1916	1,133	1956	-	1996	91
1917	-	1957	-	1997	74
1918	-	1958	-	1998	156
1919	-	1959	18	1999	173
1920	-	1960	302	2000	66
1921	6,749	1961	111	2001	75
1922	4,123	1962	170	2002	44
1923	1,834	1963	370	2003	35
1924	1,810	1964	305	2004	39
1925	3,251	1965	190	2005	70
1926	-	1966	252	2006	25
1927	5,206	1967	221	2007	28
1928	9,446	1968	232	2008	44
1929	4,420	1969	408	2009	186
1930	3,386	1970	208	2010	213
1931	4,016	1971	136	2011	192
1932	7,127	1972	212	2012	196
1933	9,338	1973	290	2013	105
1934	10,153	1974	326	2014	354
1935	2,798	1975	235	2015	500
1936	-	1976	389	2016	1,364
1937	-	1977	442	2017	1,312
1938	-	1978	363	2018	1,386
1939	-	1979	319	2019	1,939
1940	-	1980	368		

付表 2. 陸奥湾におけるマダラ月別漁獲量

単位：トン

年(西暦)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
1981	247	43	5	0	0	0	0	0	0	0	0	168	463
1982	203	58	13	0	0	0	0	0	0	0	0	48	322
1983	195	18	3	0	0	0	0	0	0	0	0	216	432
1984	414	40	3	0	0	0	0	0	0	0	0	431	888
1985	347	66	5	0	0	0	0	0	0	0	0	352	771
1986	925	36	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1,016	1,979
1987	348	38	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1,302	1,692
1988	304	46	5	0	0	0	0	0	0	0	0	847	1,203
1989	468	58	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1,178	1,709
1990	716	68	8	0	0	0	0	0	0	0	0	937	1,730
1991	703	62	8	1	0	0	0	0	0	0	0	617	1,391
1992	363	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	294	680
1993	81	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	248	336
1994	139	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	72	220
1995	111	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	115	239
1996	60	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	91
1997	19	31	3	0	0	0	0	0	0	0	0	20	74
1998	76	38	3	0	0	0	0	0	0	0	0	39	156
1999	109	54	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	173
2000	19	43	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	66
2001	23	42	4	0	0	0	0	0	0	0	0	6	75
2002	22	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	44
2003	20	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	35
2004	21	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	39
2005	33	34	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	70
2006	10	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	25
2007	12	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	28
2008	17	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	20	44
2009	134	24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	25	186
2010	122	69	10	0	0	0	0	0	0	0	0	11	213
2011	42	28	8	1	0	0	0	0	0	0	0	114	192
2012	109	18	5	1	0	0	0	0	0	0	0	62	196
2013	53	14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	105
2014	94	8	3	0	10	0	0	0	0	0	0	238	354
2015	198	21	7	1	0	4	0	0	0	0	0	269	500
2016	463	136	43	2	0	3	0	0	1	0	0	717	1,364
2017	662	33	10	1	0	0	0	0	0	0	0	605	1,312
2018	704	241	62	6	1	0	0	0	0	0	0	371	1,386
2019	894	98	46	4	1	0	0	0	0	0	0	897	1,939

付表 3. 脇野沢村漁協における漁期年別の全長別漁獲尾数

単位：尾

全長階級(mm)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
500≦～<550	38	44	20	75	283	33	16	102	101	86	262	0	846	0	0	0
550≦～<600	867	195	99	533	1,964	327	334	305	599	1,243	1,177	602	0	1,012	0	0
600≦～<650	2,587	855	306	2,581	8,387	3,090	2,316	2,016	2,489	3,868	7,499	5,656	11,839	20,249	3,531	7,479
650≦～<700	4,117	1,225	547	2,516	6,781	7,800	4,090	4,255	3,161	5,353	18,617	16,246	38,901	50,624	12,357	39,887
700≦～<750	3,951	1,219	1,414	876	10,030	13,147	3,287	16,533	3,447	12,537	43,208	58,728	113,320	104,284	61,787	87,253
750≦～<800	2,677	1,118	1,828	629	10,427	13,228	4,297	22,906	6,323	8,341	23,675	80,991	92,179	115,422	102,390	99,718
800≦～<850	1,160	641	489	403	3,551	7,129	2,555	4,887	6,221	1,692	6,060	19,014	31,290	45,561	68,849	89,746
850≦～<900	306	320	167	186	699	1,717	947	1,303	2,147	1,036	1,352	2,166	2,537	11,137	26,480	17,451
900≦～<950	51	138	88	75	151	376	302	366	737	501	523	842	846	0	5,296	9,972
950≦～<1,000	38	6	24	20	38	16	24	143	313	86	174	120	0	0	1,765	2,493
1,000≦～<1,050	0	6	3	5	19	16	0	20	92	0	44	0	0	0	0	0
1,050≦～<1,100	0	0	0	0	0	16	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0
計	15,792	5,768	4,985	7,900	42,330	46,896	18,168	52,836	25,650	34,745	102,591	184,367	291,758	348,290	282,456	353,997

付表 4. マダラ陸奥湾産卵群の Age-length Key

2009年漁期のAge-length Key

全長mm	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	N=
~<450	0.50	0.25	0.25					0
450≤~<500	0.40	0.60						0
500≤~<550	0.17	0.54	0.25	0.04				0
550≤~<600				1.00				1
600≤~<650			0.38	0.63				8
650≤~<700			0.40	0.50	0.10			10
700≤~<750			0.17	0.67	0.17			18
750≤~<800			0.12	0.52	0.36			25
800≤~<850			0.09	0.55	0.36			11
850≤~<900			0.25	0.25	0.50			4
900≤~<950			0.10	0.38	0.24	0.19	0.10	0
950≤~				0.50		0.50		0

2010年漁期のAge-length Key

全長mm	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	N=
~<450	0.50	0.25	0.25					0
450≤~<500		1.00						1
500≤~<550	0.25	0.50	0.25					4
550≤~<600		0.17	0.67	0.17				6
600≤~<650		0.21	0.50	0.21	0.07			14
650≤~<700	0.10	0.35	0.30	0.25				20
700≤~<750		0.43	0.29	0.14		0.14		7
750≤~<800			0.56	0.22	0.22			9
800≤~<850			0.14	0.43	0.29	0.14		7
850≤~<900				1.00				4
900≤~<950			0.25	0.25	0.25			4
950≤~				0.50		0.50		0

2011年漁期のAge-length Key

全長mm	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	N=
~<450		0.50	0.50					2
450≤~<500		1.00						2
500≤~<550	0.14	0.57	0.14	0.14				7
550≤~<600		0.39	0.28	0.28	0.06			18
600≤~<650	0.10	0.33	0.03	0.37	0.10	0.07		30
650≤~<700	0.03	0.26	0.09	0.41	0.18	0.03		34
700≤~<750	0.03	0.33	0.08	0.53	0.05			40
750≤~<800		0.37	0.02	0.46	0.16			57
800≤~<850		0.13	0.07	0.60	0.17	0.03		30
850≤~<900		0.16	0.05	0.47	0.11	0.11	0.11	19
900≤~<950				0.50	0.25	0.25		4
950≤~				1.00				1

2012年漁期のAge-length Key

全長mm	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	N=
~<450	1.00							1
450≤~<500	0.40	0.60						0
500≤~<550	0.17	0.54	0.25	0.04				0
550≤~<600		0.43	0.43	0.14				7
600≤~<650	0.14	0.50	0.29	0.07				14
650≤~<700		0.67	0.22	0.11				9
700≤~<750		0.17	0.50	0.33				6
750≤~<800			0.42	0.42	0.08	0.08		12
800≤~<850		0.09	0.45	0.36	0.09			11
850≤~<900		0.11	0.22	0.11	0.22	0.22	0.11	9
900≤~<950				1.00				1
950≤~						1.00		1

2013年漁期のAge-length Key

全長mm	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	N=
~<450	0.50	0.25	0.25					0
450≤~<500	1.00							1
500≤~<550		0.33	0.67					3
550≤~<600	0.10	0.50	0.20	0.20				10
600≤~<650	0.07	0.43	0.33	0.17				30
650≤~<700		0.61	0.29	0.10				31
700≤~<750		0.64	0.18	0.15	0.03			39
750≤~<800		0.40	0.35	0.05	0.15	0.05		29
800≤~<850			0.27	0.33	0.27	0.13		15
850≤~<900			0.33	0.33	0.33			3
900≤~<950			0.20	0.20	0.20	0.40		5
950≤~				0.50		0.50		0

2014年漁期のAge-length Key

全長mm	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	N=
~<450	0.50	0.25	0.25					1
450≤~<500	1.00							1
500≤~<550	0.11	0.67	0.22					9
550≤~<600		0.56	0.44					9
600≤~<650	0.04	0.29	0.38	0.25	0.04			24
650≤~<700		0.27	0.54	0.16		0.03		37
700≤~<750		0.15	0.54	0.25	0.03	0.02		59
750≤~<800		0.07	0.79	0.14				28
800≤~<850		0.08	0.38	0.38	0.13	0.04		24
850≤~<900			0.22	0.44	0.22	0.11		9
900≤~<950				0.20	0.40		0.40	5
950≤~				0.50		0.50		0

2015年漁期Age-length Key

全長mm	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	N=
~<450	0.50	0.25	0.25					0
450≤~<500	0.40	0.60						0
500≤~<550	1.00							1
550≤~<600	0.43	0.14	0.29	0.14				7
600≤~<650	0.20	0.30	0.50					10
650≤~<700	0.11	0.39	0.31	0.19				36
700≤~<750		0.16	0.74	0.06		0.03		31
750≤~<800		0.12	0.76	0.12				33
800≤~<850		0.03	0.77	0.17	0.03			30
850≤~<900			0.80	0.20				5
900≤~<950				1.00				2
950≤~				0.50		0.50		0

2016年漁期Age-length Key

全長mm	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	N=
~<450		1.00						1
450≤~<500	1.00							3
500≤~<550	0.33			0.67				3
550≤~<600	0.50			0.50				4
600≤~<650	0.17	0.33	0.17	0.33				6
650≤~<700	0.27	0.20	0.27	0.27				15
700≤~<750		0.19	0.31	0.41	0.06	0.03		32
750≤~<800			0.17	0.63	0.21			24
800≤~<850			0.12	0.68	0.16	0.04		25
850≤~<900				0.20	0.80			5
900≤~<950			0.10	0.38	0.24	0.19	0.10	0
950≤~				0.50	0.50	0.50		0

2017年漁期Age-length Key

全長mm	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	N=
~<450	0.50	0.25	0.25					0
450≤~<500	1.00							1
500≤~<550	0.33	0.56	0.11					9
550≤~<600	0.11	0.33	0.33	0.22				9
600≤~<650	0.07	0.30	0.19	0.19	0.22	0.04		27
650≤~<700		0.21	0.41	0.31	0.07			29
700≤~<750		0.19	0.35	0.35	0.03	0.06		31
750≤~<800		0.06	0.33	0.33	0.22	0.06		18
800≤~<850			0.05	0.37	0.26	0.26	0.05	19
850≤~<900				0.13	0.38	0.38	0.13	8
900≤~<950							1.00	1
950≤~				0.50	0.50			0

2018年漁期Age-length Key

全長mm	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	N=
~<450	0.50	0.25	0.25					0
450≤~<500	0.75		0.25					4
500≤~<550		0.50		0.50				2
550≤~<600	0.20	0.40	0.40					5
600≤~<650	0.06	0.35	0.35	0.18	0.06			17
650≤~<700		0.25	0.36	0.36	0.04			28
700≤~<750		0.09	0.42	0.33	0.12	0.03		33
750≤~<800			0.22	0.35	0.22	0.17	0.04	23
800≤~<850		0.06	0.13	0.31	0.44		0.06	16
850≤~<900				0.25	0.42	0.33		12
900≤~<950						0.50	0.50	2
950≤~				0.50	0.50			0

2019年漁期Age-length Key

全長mm	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	N=
~<450	0.40	0.40	0.20					0
450≤~<500	0.62	0.31	0.08					4
500≤~<550		1.00						2
550≤~<600	0.88	0.13						5
600≤~<650	0.67	0.17	0.13	0.04				17
650≤~<700	0.31	0.25	0.28	0.14	0.03			28
700≤~<750	0.05	0.26	0.45	0.18	0.03	0.03		33
750≤~<800		0.07	0.55	0.30	0.07	0.02		23
800≤~<850			0.45	0.38	0.10	0.07		16
850≤~<900			0.06	0.63	0.25	0.06		12
900≤~<950				0.40	0.40		0.20	2
950≤~				0.50	0.50			0

2009年漁期-2018年漁期の合算Age-length Key

全長mm	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	N=
~<450	0.40	0.40	0.20					5
450≤~<500	0.67	0.33						12
500≤~<550	0.21	0.50	0.18	0.11				38
550≤~<600	0.11	0.36	0.33	0.20	0.01			76
600≤~<650	0.08	0.33	0.28	0.23	0.07	0.02		180
650≤~<700	0.04	0.33	0.33	0.26	0.04	0.01		249
700≤~<750	0.00	0.24	0.36	0.32	0.05	0.02		296
750≤~<800		0.15	0.33	0.34	0.15	0.03		248
800≤~<850		0.05	0.27	0.42	0.19	0.06		186
850≤~<900		0.05	0.14	0.33	0.27	0.15	0.05	78
900								

付表 5. 陸奥湾における漁期年別年齢別漁獲尾数

単位：千尾

年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
3歳魚	0.4	0.1	0.1	0.4	1.1	0.0	0.4	0.8	0.4	0.4	0.3	3.2	12.6	1.2	0.2	21.8
4歳魚	4.4	1.4	1.1	2.4	11.2	0.0	3.4	16.6	5.0	17.0	16.8	28.0	33.0	39.1	14.3	41.0
5歳魚	5.3	1.9	1.7	2.5	14.3	9.2	6.4	2.6	9.4	9.2	58.1	129.2	67.0	91.0	62.7	146.8
6歳魚	4.3	1.7	1.5	2.0	11.8	26.3	5.1	25.6	7.6	4.8	22.3	21.4	140.6	97.0	90.3	100.3
7歳魚	1.0	0.5	0.5	0.4	3.1	11.3	1.9	6.5	1.6	2.5	3.0	0.6	33.5	38.6	71.6	29.1
8歳魚	0.3	0.1	0.1	0.1	0.7	0.1	0.9	0.7	1.4	0.9	1.7	2.0	5.0	22.1	32.0	13.1
9歳魚	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1	2.8	11.4	2.0

付表 6. 陸奥湾における漁期年別年齢別資源尾数

単位：千尾

年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
3歳魚	32.9	95.9	132.2	82.6	77.6	105.4	105.4	106.1	588.0	1,029.1	858.1	803.1	753.1	1,336.7	1,250.0	7,661.7
4歳魚	14.9	24.8	72.6	100.1	62.5	58.4	79.8	79.8	80.0	445.1	779.2	649.7	605.5	559.4	1,011.1	946.6
5歳魚	11.9	9.2	18.1	54.5	74.6	42.3	44.2	59.2	53.7	56.2	322.3	575.5	467.7	430.0	385.8	753.3
6歳魚	8.9	4.7	5.6	12.5	39.0	45.0	24.1	28.0	30.2	32.6	34.5	193.6	323.5	296.0	235.7	237.3
7歳魚	3.0	1.6	1.7	2.5	7.1	15.6	11.4	12.6	5.7	16.2	20.5	6.8	128.1	122.6	125.2	99.5
8歳以上	0.7	0.6	0.6	0.8	1.6	0.5	2.1	6.8	6.1	6.1	13.9	21.6	19.2	78.1	76.0	51.6

付表 7. 青鵬丸による陸奥湾トロール操業データとマダラの体長別採捕尾数

操業年月日	2019/4/21	2019/4/21	2019/4/21	2019/4/21	2019/4/22	2019/4/22	2019/4/22
調査海域・水深	St. 1	St. 2	St. 4	St. 3	St. 7	St. 6	St. 5
網着底時緯度	41°11.39'N	41°04.87'N	41°01.70'N	40°56.07'N	41°00.68'N	41°04.29'N	41°05.29'N
網着底時経度	140°41.89'E	140°44.68'E	140°46.49'E	140°46.36'E	141°06.91'E	141°04.14'E	140°53.85'E
巻網開始時緯度	41°10.58'N	41°04.40'N	41°00.81'N	40°57.01'N	41°01.48'N	41°04.37'N	41°05.19'N
巻網開始時経度	140°42.00'E	140°45.98'E	140°46.71'E	140°45.38'E	141°06.92'E	141°03.98'E	140°52.66'E
網離底時緯度	41°10.51'N	41°04.36'N	41°00.76'N	40°57.05'N	41°01.54'N	41°04.38'N	41°05.18'N
網離底時経度	140°42.01'E	140°46.06'E	140°46.73'E	140°45.38'E	141°06.93'E	141°02.88'E	140°52.59'E
曳網開始時刻	10:35	12:00	13:40	15:00	8:40	9:55	11:20
曳網終了時刻	10:55	12:21	14:01	15:21	9:01	10:16	11:41
曳網速度(ノット)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
ワープ長	270	220	180	180	190	160	200
網離底時ワープ長	165	130	130	140	120	120	150
網離底時水深(m)	72	57	52	50	44	47	52
ネット袖先間隔(m)	10	10	10	10	10	10	10
着底～巻上げ	1,434	2,547	1,597	2,146	1,235	611	1,863
巻上げ～離底	217	755	161	123	187	1,629	166
曳網距離(m)	2,030	3,616	1,979	2,470	1,683	2,427	2,264
曳網面積(m ²)	20,296	36,164	19,786	24,702	16,825	24,271	22,636
天候	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc
波浪	1	1	1	1	1	1	1
風向・力	ene2	n2	n3	n3	w2	w3	w2
気圧	1015.3	1014.4	1013.4	1012.5	1015.0	1015.5	1015.7
表面水温(°C)	10.9	7.6	8.6	10.2	8.5	7.2	10.2
10m	10.4	7.1	8.1	9.9	8.3	6.9	8.6
20m	10.3	6.8	8.7	9.8	7.4	6.6	8.4
30m	10.3	6.4	9.0	9.2	6.9	6.6	8.4
40m	10.3	6.7	8.0	8.7	6.7	6.2	5.4
50m	10.3	7.1	7.4	8.5(44m)	6.4(44m)	5.9(47m)	5.4
60m	10.3	6.7	7.4(53m)				5.4(51m)
70m	9.7	6.9(62m)					
80m	7.3(77m)						
標準体長 (mm)							
25	全地点でマダラの採捕なし						
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							

単位：尾

付表 7. 青鵬丸による陸奥湾トロール操業データとマダラの体長別採捕尾数

操業年月日	2019/5/15	2019/5/15	2019/5/15	2019/5/15	2019/5/16	2019/5/16	2019/5/16	2019/5/16
調査海域・水深	St. 1	St. 2	St. 4	St. 3	St. 7	St. 8	St. 6	St. 5
網着底時緯度	41°11.18'N	41°04.95'N	41°01.69'N	40°56.06'N	41°00.50'N	41°12.38'N	41°04.34'N	41°05.37'N
経度	140°41.86'E	140°44.60'E	140°46.31'E	140°45.43'E	141°07.00'E	141°11.00'E	141°04.33'E	140°54.05'E
巻網開始時緯度	41°10.33'N	41°04.52'N	41°01.00'N	40°56.87'N	41°01.34'N	41°11.47'N	41°04.42'N	41°05.31'N
経度	140°41.98'E	140°45.64'E	140°46.47'E	140°45.45'E	141°06.90'E	141°11.05'E	141°03.58'E	140°53.92'E
網離底時緯度	41°10.24'N	41°04.48'N	41°00.91'N	40°56.93'N	41°01.40'N	41°11.39'N	41°04.43'N	41°05.31'N
経度	140°42.02'E	140°45.72'E	140°46.50'E	140°45.44'E	141°06.90'E	141°11.06'E	141°03.49'E	140°52.83'E
曳網開始時刻	10:40	12:10	13:10	14:35	8:40	10:25	11:55	13:10
曳網終了時刻	11:02	12:31	13:31	14:56	9:01	10:46	12:11	13:31
曳網速度(ノット)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
ワープ長	270	210	190	180	160	100	160	180
網離底時ワープ長	210	170	145	145	140	85	150	155
網離底時水深(m)	69	57	52	49	42	28	46	51
ネット袖先間隔(m)	10	10	10	10	10	10	10	10
着底～巻上げ	1,417	1,994	2,162	2,500	1,527	1,578	851	655
巻上げ～離底	881	223	959	187	185	248	212	1,605
曳網距離(m)	2,599	2,436	3,339	2,876	1,850	1,920	1,161	2,422
曳網面積(m ²)	25,986	24,363	33,389	28,761	18,497	19,197	11,613	24,220
天候	c	f	f	f	f	bc	bc	bc
波浪	1	1	1	1	1	1	1	1
風向・力	ssw3	e2	ene2	n2	ssw1	n3	ne2	n1
気圧	1018.7	1018.1	1017.5	1016.8	1018.6	1018.2	1017.8	1017.5
表面水温(°C)	11.9	11.6	11.5	13.3	12.1	12.6	12.4	11.8
10m	11.8	10.9	10.8	11.6	11.0	11.5	11.4	11.0
20m	11.7	11.4	10.9	10.9	9.5	9.8	9.7	10.3
30m	11.4	10.4	10.4	10.5	9.4	9.5(27m)	9.3	10.5
40m	11.2	9.9	10.1	9.8	9.2		8.7	9.8
50m	11.1	10.1	9.5	9.6(44m)	6.8(44m)		7.3(47m)	8.0
60m	11.0	9.0	9.1(54m)					7.9(51m)
70m	10.5	8.9(62m)						
80m	10.4(77m)							

標準体長
(mm)

25								
26								
27								
28	5				1			
29	2						1	
30	7		2					
31	7		5					2
32	26		4		4	1	3	2
33	39		6		4	4	2	5
34	40		4		9	5	2	15
35	31		6		1	8	2	12
36	43	2	7		14	16	6	37
37	36	2	8		17	8	3	45
38	39	6	3		14	9	4	39
39	14	6	1		9	5	2	36
40	43	3	4		16	5	8	43
41	30	15	5		15	4	4	38
42	21	15	1		18	3	3	35
43	32	15			8	3		60
44	32	10			8			17
45	11	9			7	2	1	17
46	8	18			10	1	3	7
47	2	8			4	1	1	19
48		12			5		1	15
49	2	2			1			
50		2			2		5	2
51		2			1		3	1
52							2	4
53								
54		1			1			
55							1	
56								
57								
58								
59								

マダラの採捕なし

単位：尾

付表 7. 青鵬丸による陸奥湾トロール操業データとマダラの体長別採捕尾数

操業年月日	2019/6/11	2019/6/11	2019/6/12	2019/6/12	2019/6/12	2019/6/12	2019/6/13	2019/6/13
調査海域・水深	St. 1	St. 3	St. 7	St. 8	St. 6	St. 5	St. 4	St. 2
網着底時緯度	41°11.49'N	40°55.94'N	41°00.55'N	41°12.46'N	41°04.36'N	41°05.38'N	41°00.52'N	41°04.35'N
経度	140°41.78'E	140°45.38'E	141°06.93'E	141°10.97'E	141°04.17'E	140°53.94'E	140°46.70'E	140°46.04'E
巻網開始時緯度	41°10.65'N	40°56.68'N	41°01.46'N	41°11.60'N	41°04.47'N	41°05.24'N	41°01.34'N	41°04.77'N
経度	140°41.95'E	140°45.45'E	141°06.87'E	141°11.10'E	141°02.99'E	140°52.72'E	140°46.53'E	140°45.03'E
網離底時緯度	41°10.55'N	40°56.75'N	41°01.53'N	41°11.54'N	41°04.47'N	41°05.23'N	41°01.38'N	41°04.80'N
経度	140°41.96'E	140°45.45'E	141°06.86'E	141°11.10'E	141°02.93'E	140°52.64'E	140°46.52'E	140°44.97'E
曳網開始時刻	10:45	13:15	8:45	10:30	12:00	13:20	7:05	8:05
曳網終了時刻	11:07	13:36	9:06	10:51	12:21	13:41	7:26	8:26
曳網速度(ノット)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.7	2.5	2.5
ワープ長	280	180	170	100	180	190	190	210
網離底時ワープ長	180	140	140	70	150	150	160	170
網離底時水深(m)	69	47	44	28	46	51	50	56
ネット袖先間隔(m)	10	10	10	10	10	10	10	10
着底～巻上げ	1,414	1,062	1,580	1,552	947	1,956	1,355	1,922
巻上げ～離底	310	216	217	185	140	189	126	796
曳網距離(m)	2,104	1,479	1,968	1,864	1,263	2,351	1,663	2,937
曳網面積(m ²)	21,039	14,786	19,685	18,638	12,630	23,511	16,627	29,369
天候	c	c	c	c	bc	bc	bc	bc
波浪	3	4	1	1	1	1	1	11
風向・力	ese3	e3	ese3	ese3	ese3	ese3	sw2	ws2
気圧	1012.2	1011.5	1012.0	1011.9	1011.5	1010.9	1011.9	1012.3
表面水温(°C)	15.7	16.0	16.7	16.8	17.0	16.2	15.6	15.7
10m	CTDデータ欠測							
20m								
30m								
40m								
50m								
60m								
70m								
80m								

標準体長
(mm)

25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								1
35								
36								
37							1	
38								
39								
40							1	1
41								
42							2	2
43							6	9
44						3	4	9
45	1					3	11	6
46					1	8	11	21
47	1				3	4	19	6
48						4	13	8
49						3	4	1
50					1		9	1
51	1				1	3	1	1
52				1	2		2	1
53	1							
54								
55								
56				1				
57								
58								
59								

単位：尾