

研究課題名 栽培漁業対象種の放流技術に関する研究

小課題名 木戸川で採捕されたシロザケの年齢組成と資源状況について

研究期間 2011～2016年

榎本昌宏・守岡良晃・佐藤美智男

目 的

東日本大震災の影響により県内の多くの河川でサケ増殖事業が中断し、来遊するサケ資源の大幅な減少が予想される。今後、計画的なふ化放流事業を進めるために、県によるサケに関する調査も中断し、データが欠落した状況であるが、木戸川を対象として来遊量を検討した。

方 法

1 木戸川で採捕されたサケの年齢組成

漁協組合員が合わせ網により採捕したサケを、雌雄別に尾叉長、体重を測定するとともに鱗を採取し、水産試験場に持ち帰り後日、年齢査定に供した。

測定結果から得られた測定日別、年齢別の出現比率と漁協の旬報を基に、加重平均を与えて旬別、年齢別の出現比率を推定した。この出現比率と漁協の採捕尾数から年齢別個体数を推定した。

2 2014年の来遊量の推定

2014年の来遊尾数は、5歳以上の高齢魚は震災の影響を受けていないことから過去の平均採捕尾数と等しいと仮定した。4歳以下の尾数については、2014年に行った年齢組成調査から5歳魚以上に対する4歳魚、3歳魚、2才未満魚のそれぞれの比を求め、それぞれの値に5歳魚以上の尾数を乗ずることで推定した。

3 2015年の来遊量の推定と結果

2015年の来遊尾数の推定は、4歳魚については、2014年の来遊量で推定した3歳未満魚の来遊尾数に、過去に得られた4歳魚回帰尾数と3歳魚回帰尾数との比を乗ずることで推定した。5歳魚以上についても同様に推定したが、3歳魚については推定が困難であることから2014年と同等とした。また、推定尾数と来遊実績について検討した。

4 2016年の来遊量の予測

鱗による年齢査定結果から、木戸川における2015年漁期の年齢組成を推定した。2015年の来遊量で推定した2015年の年齢別採捕尾数から、過去に得られた同一放流年級群内の年齢別回帰尾数の比率の平均値を用いて2016年度の尾数を予測した。

結 果 の 概 要

1 木戸川で採捕されたサケの年齢組成

2015年の漁協による採捕尾数はオス4,363尾、メス4,080尾、合計8,443尾で、このうちオス220個体、メス226個体を測定した。

年齢組成は、5歳以上魚が42.6%、4歳魚が50.7%、3歳未満魚が4.5%であった。木戸川における1990-1999年の来遊尾数平均値からの年齢組成は5歳以上魚が25%、4歳魚が53%、3歳未満魚が22%であり(表1)、2015年回帰魚は高齢魚の占める比率が高く、若齢魚の比率が大きく減少したことが明らかとなった。

2 2014年の来遊量の推定

推定の結果、5歳以上魚は16.5千尾、4歳魚は8.9千尾、3歳未満魚は2.3千尾で、合計27.6千尾と推定された。これは1990-1999年の来遊尾数平均値の34%であった(表2)。

3 2015年の来遊量の予測

推定の結果、5歳以上魚は3.3千尾、4歳魚は5.0千尾、3歳未満魚は2.3千尾で、合計10.6千尾であった(表2)。これに対し、同漁期内での採捕尾数実績は8,443尾であった。震災前の従来の捕獲期間(9月上旬～12月上旬)であれば来遊予測尾数10,604尾に近似値であったと推定される。

4 2016年の来遊量の予測

推定の結果、5歳以上魚は1.7千尾、4歳魚は0.7千尾、3歳未満魚は0千尾で、合計2.4千尾であった。これは1990-1999年の平均来遊尾数平均値の3%であった(表3)。なお、過去の回帰総数の平均値からの標準偏差を考慮しても来遊尾数は最大でも4千尾程度と予測され、非常に低い水準に留まると考えられた。

2015年の年齢査定の結果、2歳魚が確認されなかったため、2016年度の来遊予測において2歳魚、3歳魚の来遊予測尾数が過小評価された可能性がある。

表1 震災以前の年齢構成(木戸川)

1990-1999の放流年級群別の平均採捕尾数	年齢	比率 (%)	個体数
80,425	5歳以上	20.5	16,472
	4歳	54.5	43,795
	3歳未満	25.0	20,159
			80,426

表2 2014年の推定来遊尾数と2015年の予測来遊尾数(木戸川)

年齢	2014年		震災前の年級間の比(%) ※表1参照	2015年	
	年齢構成比	推定来遊尾数		予測来遊尾数	比率 (%)
5歳以上	59.6	16,472	37.6 (震災前の5歳以上/4歳)	3,339	31.5
4歳	32.1	8,878	217.2 (震災前の4歳/3歳未満)	4,975	46.9
3歳未満	8.3	2,290		2,290	21.6
合計		27,640		10,604	100

表3 木戸川における2016年度の予測来遊尾数

2015漁期の採捕尾数	年齢	年齢別出現比率	2015年漁期の年齢別採捕尾数	過去の放流年級群別年齢別出現頻度(1990-1999)と各年級の比率	2016年の来遊予測尾数	備考
8,443	2	0.0	0	2.5	0	2015年漁期と同等
	3	3.3	281	22.5	0	
	4	47.3	3,991	54.5	700	8.9 (3歳/2歳)
	5	35.0	2,952	18.1	1,300	2.4 (4歳/3歳)
	6+	14.4	1,220	2.4	400	0.3 (5歳/4歳)
			8,443		2,400	0.1 (6歳/5歳)
					(3,800)	

結果の発表等 普及に移す成果「放流中断後のサケ来遊量予測」(実用化情報)

登録データ 15-01-001 「27 サケ資源調査」 (05-29-1415)

研究課題名 栽培漁業対象種の資源管理技術に関する研究
小課題名 ホッキガイ発生量及び資源調査
研究期間 2014～2015年

守岡良晃・佐藤美智男

目 的

本調査は、漁業者が震災に伴う津波により漁具等が流失し、稚貝調査を実施できない地区があること、ヒラメ新規加入量調査にて多数の2015年度発生稚貝が採捕されたことから、いわき地区における稚貝の発生量及び資源状況を把握するために実施した。

方 法

2015年12月16日、17日、18日の3日間、漁業調査指導船拓水にて、いわき海域（久之浜～勿来海域）の10地点にて噴流式貝けた網を用い、1地点当たり18m² 曳網してホッキガイを採捕した（図1、St.1～10）。袋網の目合いは16節とした。採捕したホッキガイは水産試験場に持ち帰り、計数後、殻長、重量、軟体部重量を測定した。殻長7.5cm以上のホッキガイについては殻をダイヤモンドカッターで切断し、貝殻断面にある透明層の数から年級群を区分した。また、高齢貝は正確な査定が困難なため、透明層の数から卓越年級群である1993年級群、2003年級群に大きく区分した。

また、稚貝を除いたホッキガイと稚貝（2015年級群）の各地点の分布密度を算出した。

結 果 の 概 要

ホッキガイの各地点の採捕数は2～49個体であった。最も多く採捕されたのは2003年級群であり、1993年級群も採捕された。震災後の発生群については2011、2012、2014年級群の個体がわずかにみられた（表1）。

採捕された全てのホッキガイの殻長組成を図2に示す。2003年級群の殻長90～100mmのモードが確認できたが、他にモードは確認できなかった。

稚貝を除くホッキガイの分布密度を図3に示す。勿来St.9、10で密度が高く2.50個/m²であったが、他の海域では高い密度は確認できなかった。

稚貝のホッキガイの分布密度を図4に示す。平成27年5月の漁期前調査でSt.8にて分布密度が2.60個体/m²であったが、今回の調査では確認できなかった。他の定点でも採捕は少なく、密度は小さかった。

今回の調査では年級群の後続群となる卓越年級群を確認できなかった。既に10年以上卓越年級群が発生しておらず、資源は減少傾向にあると考えられることから、本格的な操業再開に向け、後続群となる卓越年級群が発生することが望まれる。

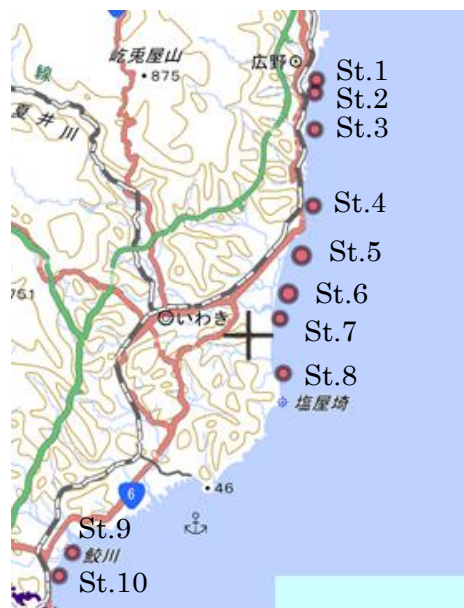


図1 調査定点図

表1 年級別採捕数

単位:個体

	St	1993年級	2003年級	2011,2012年級	2014年級	稚貝 (2015年級)	合計
久之浜	広野灘	1	6			1	8
	折木灘	2	16		4	4	24
	末続南	3	3		6	6	15
四倉	波立灘	4			5		5
	仁井田川	5	1	2		1	4
	夏井川北	6	2	3			5
沼之内	夏井川南	7	1	1			2
	港前	8		10	1	9	20
勿来	鮫川河口	9	9	36		4	49
	関田	10	5	40			45

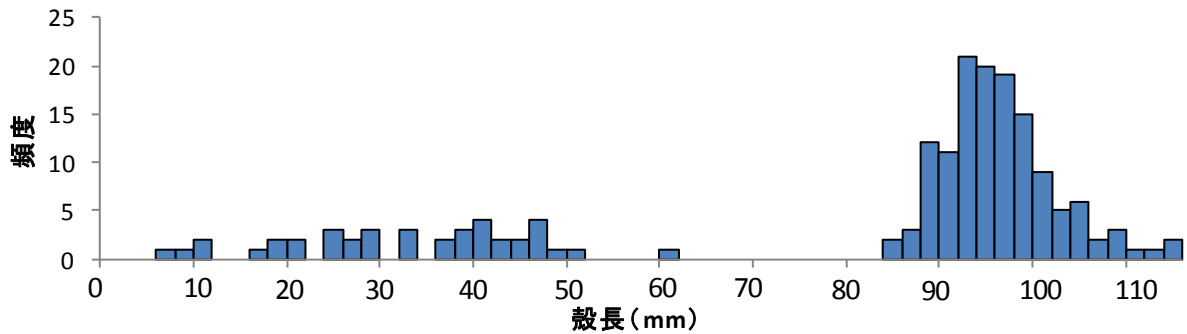


図2 殻長組成



図3 ホッキガイ密度 (稚貝を除く)
(個体/m²) *



図4 稚貝密度(個体/m²)

* 赤文字は分布密度が1.00個/m²以上のStを示す。

結果の発表等 なし

登録データ 15-01-002 「27 いわき海域ホッキガイ調査」 (05-55-1515)

研究課題名 放射性物質蓄積の個体差に関する研究
小課題名 ヒラメの放射性セシウム濃度と年級の関係
研究期間 2012～2015 年

守岡良晃・榎本昌宏・佐藤美智男

目 的

東日本大震災による福島県第一原子力発電所の事故で、海産魚介類が放射性物質に汚染され、福島県の沿岸漁業は試験操業以外、操業自粛を余儀なくされている。

福島県で実施している緊急時環境放射線モニタリング検査（以下モニタリング）によると、震災から 5 年近くが経過し、海産魚介類の放射性物質濃度は確実に低下し、出荷制限対象種は 28 種まで減少した。しかし、福島県の水産業における主要な底魚類であるヒラメは未だに出荷制限は解除されていない（2016 年 3 月現在）。そのため、本調査では、モニタリングの結果に加え、資源調査等で採捕されたヒラメについても放射性セシウム（以下 Cs）濃度を測定することで、年級別のより詳細な Cs の推移を把握することを目的とした。

方 法

2011 年 5 月～2016 年 3 月までの期間において、モニタリングの結果に加え、モニタリングのために採捕されたヒラメ及び調査船こたか丸、いわき丸、拓水にて採捕されたヒラメについて個体別に Cs 濃度を測定した。そのうち耳石による年齢査定が終了した 2014 年 12 月までのデータを整理した。

Cs 濃度は福島県水産試験場にてゲルマニウム半導体検出器を用いて測定した。また、一部は（株）環境テクノスに外注し測定した。耳石による年齢査定は（国）水産総合センター東北区水産研究所が実施した。

得られた放射性セシウム 137（以下 ^{137}Cs ）濃度のデータを年級別に整理し、 ^{137}Cs 濃度の生態学的半減期（以下半減期）を計算した。半減期の算出については、不検出（Not Detected、以下 ND）の個体を除外し算出すると、半減期を過小に評価する可能性があることから、Cs 濃度の分布が対数正規分布に従っているとみなし、ND となった下端のデータと同数の上端のデータを除去したデータを用い、指数近似によって得られた近似式から半減期を推定した。サンプル数が少ない 2000 年～2007 年級はまとめてプロットした。（図 1、図 2）

結 果 の 概 要

年級別の ^{137}Cs 濃度の半減期は 2000 年～2007 年級 478 日、2008 年級 355 日、2009 年級 332 日、2010 年級 276 日、2011 年級 608 日、2012 年級 579 日、2013 年級 366 日であった。

震災前の年級は古い年級ほど濃度低下が緩慢な傾向があり、新しい年級ほど速い傾向があった。これは、原子力規制庁が公表している近傍・沿岸海域の放射性物質濃度の推移によると、海水の ^{137}Cs 濃度は震災後半年で急激に減少し（1/10,000 程度）、その後の濃度低下は非常に緩やかになっており、震災直後の高濃度の汚染水から大量の Cs を取込んだ後は Cs の取込みは少なく、成長による希釈により濃度低下が進んだと考えられた。

震災後の年級群は震災前の年級群と比べ、 ^{137}Cs 濃度が低く 2012 年、2013 年級は全ての個体で 10Bq/kg 未満であったが、 ^{137}Cs 濃度の低下は震災前の年級群よりも遅い傾向にあった。これは震災直後の高濃度の汚染水に曝されていないため体内の ^{137}Cs 濃度は低く、その後の海水の ^{137}Cs 濃度を反映する形で、緩やかに体内の ^{137}Cs 濃度が低下しているためと考えられた。

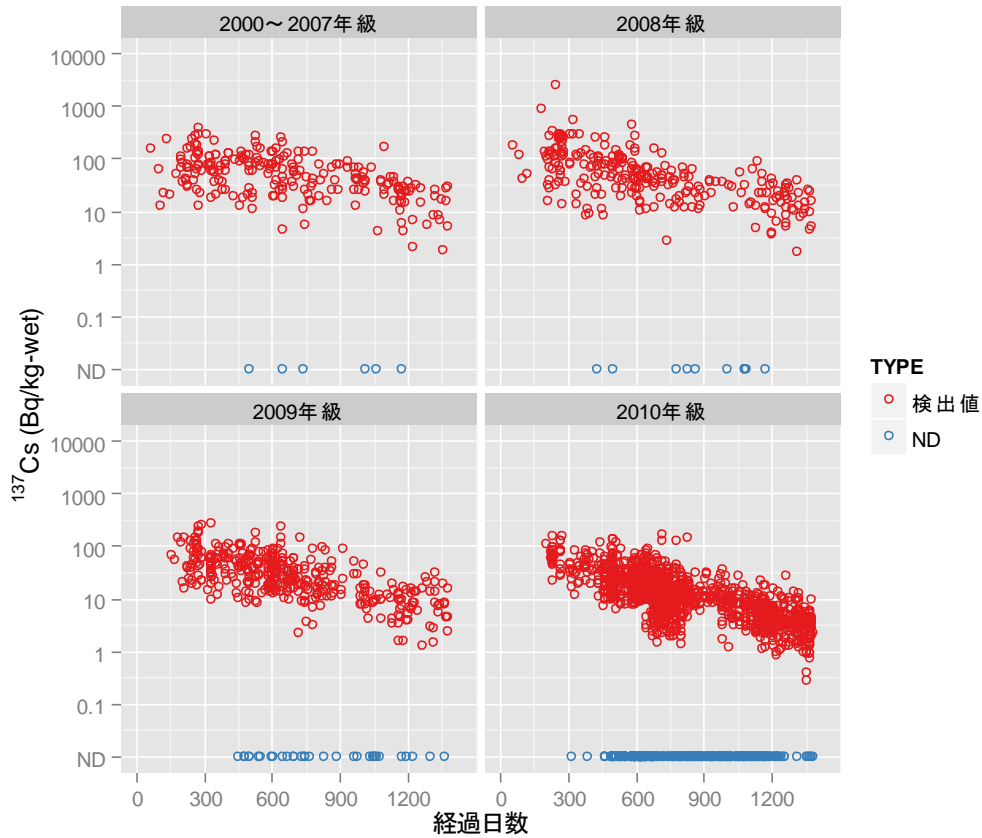


図1 震災前年級群の ^{137}Cs 濃度の推移

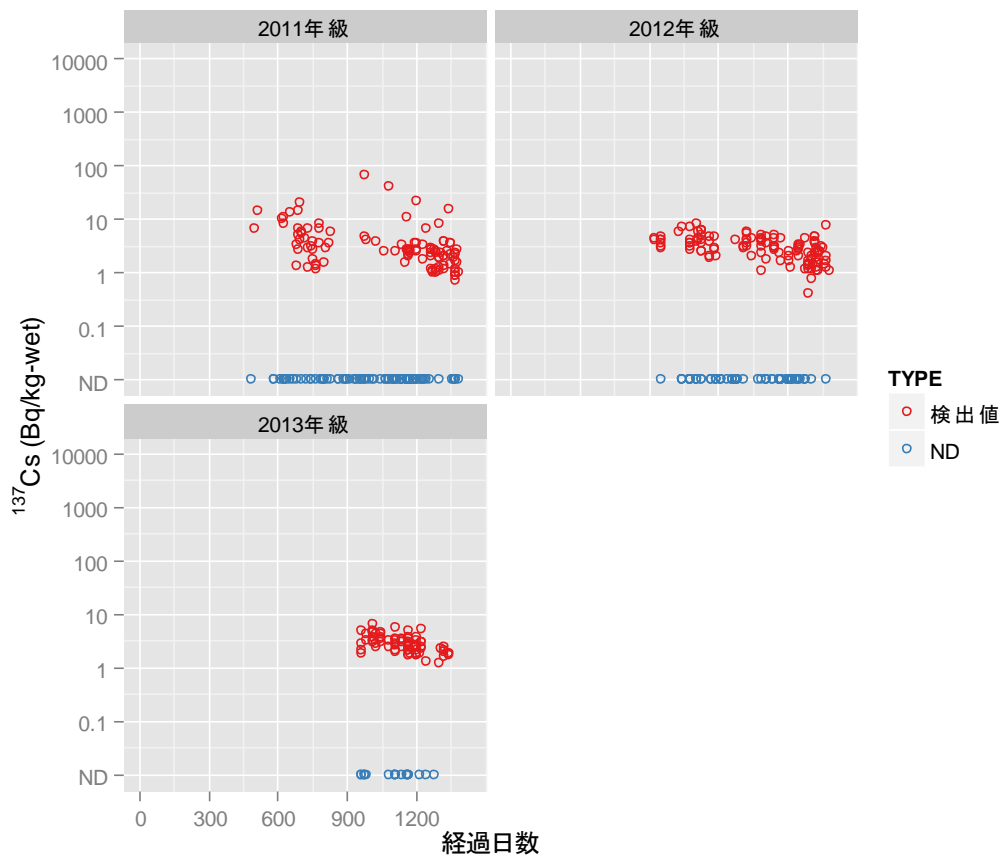


図2 震災後年級群の ^{137}Cs 濃度の推移

登録データ 15-01-003 「27」 (10-69-0013)

結果の発表等 福島水試研報第17号「福島県海域におけるヒラメの放射性セシウムの推移」

研究課題名 放射性物質蓄積の個体差に関する研究
小課題名 ヒラメの放射性セシウム量と年級の関係
研究期間 2012～2015 年

守岡良晃・榎本昌宏・佐藤美智男

目 的

福島県で実施している緊急時環境放射線モニタリング検査（以下モニタリング）によると、震災から 5 年近くが経過し、海産魚介類の放射性物質濃度は確実に低下し、出荷制限対象種は 28 種まで減少した。しかし、福島県の水産業における主要な底魚類であるヒラメは未だに出荷制限は解除されていない（2016 年 3 月現在）。そのため、本調査では、モニタリングの結果に加え、資源調査等で採捕されたヒラメについても放射性セシウム（以下 Cs）濃度を測定し、1 個体あたりの Cs 量を算出することで、年級別のより詳細な Cs の推移を把握することを目的とした。

方 法

2011 年 5 月～2016 年 3 月までの期間において、モニタリングの結果に加え、モニタリングのために採捕されたヒラメ及び調査船こたか丸、いわき丸、拓水にて採捕されたヒラメについて個体別に Cs 濃度を測定した。そのうち耳石による年齢査定が終了した 2014 年 12 月までのデータを整理した。Cs 濃度は福島県水産試験場にてゲルマニウム半導体検出器を用いて測定した。また、一部は（株）環境テクノスに外注し測定した。耳石による年齢査定は（国）水産総合センター東北区水産研究所が実施した。

^{137}Cs 濃度は成長に伴う希釈効果（以下成長希釈）の影響を受けると考えられ、 ^{137}Cs の排出による減少のみを示してはいないことから、成長による希釈効果を除いた排出による ^{137}Cs の減少の推移を把握するため、得られた個体別の ^{137}Cs 濃度にそれぞれの体重を乗じて 1 個体あたりの ^{137}Cs 量（以下 ^{137}Cs 量）を算出し、年級別に 1 個体あたりの ^{137}Cs 量が半減するまでにかかる期間（以下 ^{137}Cs 量の半減期）を求めた。半減期の算出については、不検出（Not Detected、以下 ND）の個体を除外し算出すると、半減期を過小に評価する可能性があることから、Cs 量の分布が対数正規分布に従っているとみなし、ND となった下端のデータと同数の上端のデータを除去したデータの指数近似によって得られた近似式から半減期を推定した。サンプル数が少ない 2000 年～2007 年級はまとめてプロットした。（図 1、図 2）

結 果 の 概 要

年級別の Cs 137 量の半減期は 2000 年～2007 年級 817 日、2008 年級 523 日、2009 年級 611 日、2010 年級 510 日となった。また、震災後の年級群（2011 年級群～2013 年級群）はわずかに上昇する傾向が見られた。 ^{137}Cs 量の推移は、震災前の年級群では、成長希釈の影響を除いたため、 ^{137}Cs 濃度の推移と比較して低下が遅く、 ^{137}Cs 濃度の推移で見られたような、古い年級で低下が遅く、新しい年級で低下が速い傾向は見られず、2008 年～2010 年級群では低下速度は同程度であった。しかし、2000～2007 年級群のみ他の級群と比較して遅かった。

震災後の年級群では ^{137}Cs 量は緩やかに増加する傾向があった。これは原子力規制庁が公表している近傍・沿岸海域の放射性物質濃度の推移によると、海水の ^{137}Cs 濃度は震災後半年で急激に減少し（1/10000程度）、その後の濃度低下は緩やかになっている。そのため震災後の年級群は震災直後の高濃度の汚染水に曝されていないため体内の ^{137}Cs 濃度は低く、緩やかに体内の ^{137}Cs 濃度が低下しているが、体内の ^{137}Cs 濃度は海水の ^{137}Cs 濃度と平衡に近い状態にあるため、成長に伴う希釈は起きず、成長に伴い海水の ^{137}Cs 濃度に応じて ^{137}Cs を取り込んでいるためと推察された。

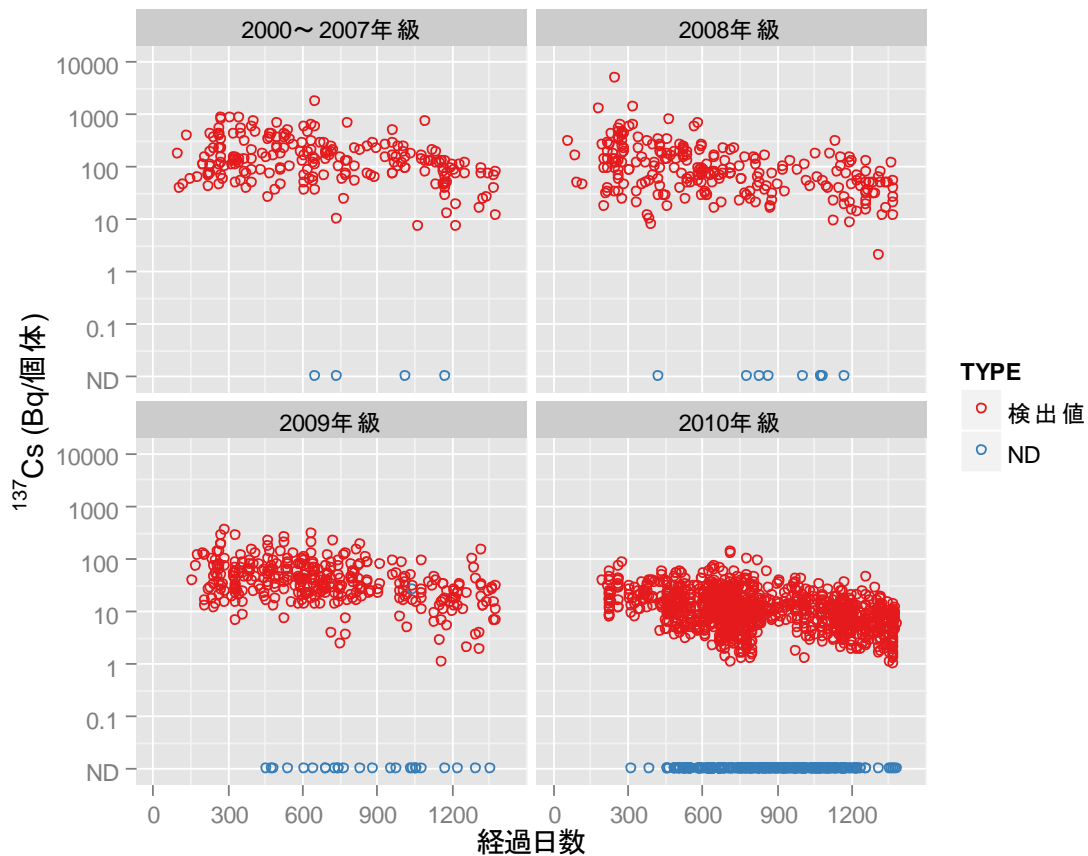


図1 震災前年級群の ^{137}Cs 量の推移

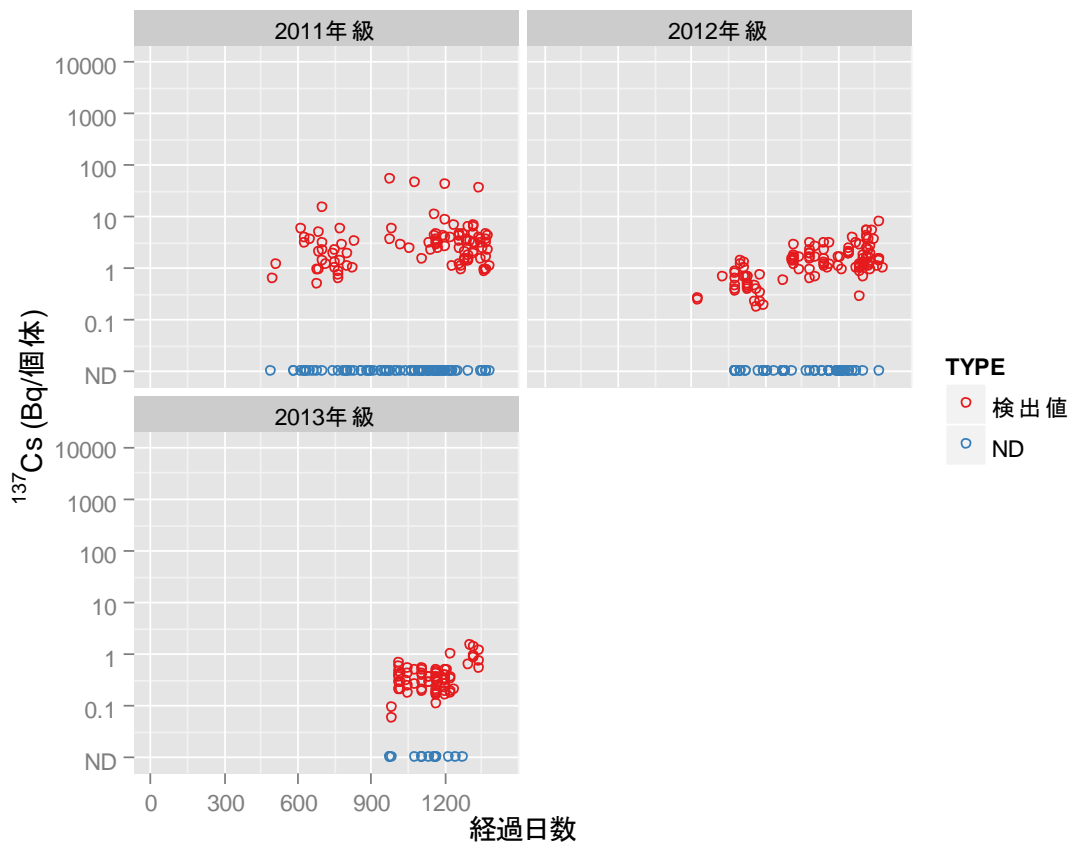


図2 震災後年級群の ^{137}Cs 量の推移

登録データ 15-01-004 「27」 (10-69-0013)

結果の発表等 福島水試研報第17号「福島県海域におけるヒラメの放射性セシウムの推移」

研究課題名 漁場環境保全技術に関する研究
小課題名 被害漁場環境調査（いわき市沿岸磯根調査）
研究期間 2011～2016年

榎本昌宏・守岡良晃・佐藤美智男

目 的

福島県では震災以降アワビ漁業が自粛され、種苗放流も中断した。2013年から放流が再開されたが、放流量は震災前の1/10に過ぎないことから、アワビ資源に大きな変化が出ているものと考えられる。そこで、主要磯根漁場における生物分布量調査とアワビ資源解析を行い、震災が磯根資源や岩礁生態系に与えた影響や震災後の生物相の遷移過程を把握することを目的とした。

方 法

1 生物調査

永崎地先と下神白、小浜地先において、漁場保護を目的としたウニ除去作業が行われたことから、除去作業前後におけるウニの密度調査を実施するとともに藻場の状況を記録した。

2 アワビ資源状況調査

アワビ資源状況を把握するため、下神白地先において、ライントランセクト法により分布密度について調査を行った。また、天然資源の新規加入状況を把握するため潜水目視による稚貝調査を行い、潜水時間と人数、発見個体数からCPUEを求めた。いずれの調査でも確認したアワビは採捕し、殻長重量の測定、人工・天然の判別後、再放流した。

3 試験操業における漁獲物測定

2015年から開始したアワビの試験操業における漁獲物の殻長を測定し、震災以前の資源状況と比較を行った。

4 資源量の推定と将来予測

下神白地先で採捕されたアワビについて、平川の手法に従い、輪紋から年齢を査定してAge-Length-Keyを作成した。過去にVPAにより推定した下神白地先における4歳以上の年齢別個体数を基に、前進法により現在の4歳以上の年齢別個体数を推定した。また将来、種苗放流と通常操業が再開された場合の資源量の変動についても予測を試みた。

結 果 の 概 要

1 生物調査

各地先とも、除去作業によりウニの密度は低下した。（図1）。各漁場のウニの殻径は昨年度同様、永崎の殻径が大型であった。各地先で藻場の状況を観察したが、昨年度の調査と同じ場所で藻場が確認されており、大きな変化は認められなかった。

2 アワビ資源状況調査

下神白地先において12月～1月にかけて密度調査を実施し、延べ480m²を調査した。確認したアワビは、漁獲加入前の小型個体を含む285個体で密度は0.15～1.14個体/m²、平均0.59個体/m²であった。採捕したアワビのうち79.8%が人工種苗であった（表1）。

また、潜水目視による稚貝調査は7月に実施し、前年秋に生まれた天然種苗の当歳貝と考えられる2個体の稚貝を発見した。この時のCPUEは1.2個/人/時間であった。

3 試験操業における漁獲物測定

試験操業は延べ16日実施された。殻長等の測定を行った個体数は555個体で平均殻長は133.4mmであり、昨年度よりも更に大型化が進行していた(図2)。

4 資源量の推定と将来予測

下神白地先で採捕された150個体を測定に供した。平均殻長は133.3mmで人工種苗が73%を占めた。輪紋から年齢を査定したところ7歳が34%を占め、最高齢は11歳であった。

下神白地先を対象として、VPAの前進法により天然・人工別に4歳以上の年齢別個体数を推定した結果、2015年における4歳以上の資源量はおよそ18万個体と推定された。また、放流中断により、放流種苗の資源量が減少する一方で、操業自粛により天然貝の資源量が増加し、特に大型の高齢貝の資源量が増加したことが明らかとなった(表2)。

更に、種苗放流と通常操業が2018年に再開した場合の資源量の変動を推定したところ、放流したアワビ資源が漁獲加入する2022年以降再び資源量は増加し、震災前10年間平均値の0.9倍の水準になると推定された(図3)。

これらの推定は天然資源の発生量を一定と仮定したものであり、実際には天然資源の発生量は変動があることから、今後も資源量の把握に努めるとともに、漁獲状況について注目していく必要がある。

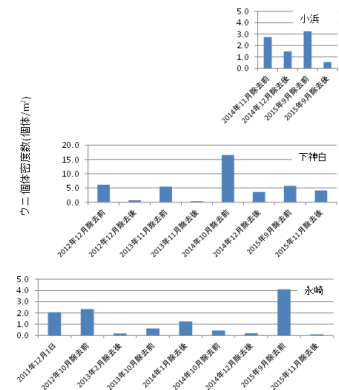


図1 ウニ個体密度の推移

表1 密度調査結果

	採捕できな 採捕数	合計 採捕された個体数	定線数	調査面積 (m ²)	密度 (個体/m ²)	水深	殻長(mm)				人工 個体数 (%)	天然 個体数 (%)	不明 個体数 (%)	
							平均	標準偏差	最大	最小				
12/2	17	1	18	3	120	0.15	3~4	101.9	16.0	128.3	75.7	15	2	0
12/8	27	2	29	2	80	0.36	4~6	83.3	27.9	125.5	39.1	23	4	0
12/18	48	36	84	2	80	1.05	2~3	99.8	20.8	134.2	40.3	36	12	0
1/6	52	11	63	3	120	0.53	3~5	109.8	23.8	146.2	48.9	36	15	1
1/12	85	6	91	2	80	1.14	2~3	111.2	23.5	143.1	46.8	72	13	0
合計	228	56	285	12	480	0.59		100.5	24.8	146.2	39.1	182 (79.8)	46 (20.2)	1 (0.4)

表2 VPAにより推定された下神白地先におけるアワビ資源量の推移

	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
天然	4歳	48,173	44,647	35,211	28,020	27,140	30,008	26,501	20,871	21,381	28,232	31,019	31,019	31,019	31,019
	5歳	38,947	39,069	36,208	28,494	22,712	21,988	24,232	21,336	16,632	17,129	22,614	25,193	25,193	25,193
	6歳	28,071	30,409	30,096	27,240	21,444	16,855	16,467	16,955	13,285	10,738	11,223	18,368	20,462	20,462
	7歳	16,145	18,411	17,393	17,441	14,863	10,904	9,192	6,531	6,990	5,311	4,326	9,115	14,918	16,620
	8歳+	10,972	13,095	8,468	10,624	8,495	6,976	3,678	2,442	2,349	2,675	1,935	5,085	11,534	21,484
合計	142,308	145,631	127,376	111,820	94,654	86,731	80,070	68,135	60,637	64,085	71,117	88,780	103,126	114,778	
人工	4歳	25,852	21,822	16,997	16,788	19,453	25,093	24,466	20,693	22,664	32,357	22,619	22,619	0	0
	5歳	22,224	20,914	17,702	13,731	13,613	15,775	20,319	19,746	16,568	18,173	25,989	18,371	18,371	0
	6歳	18,421	16,275	16,322	12,852	10,329	10,352	12,202	14,697	13,013	10,719	12,278	21,108	14,921	14,894
	7歳	13,976	8,597	10,249	8,329	6,918	5,508	6,433	5,379	6,864	5,155	4,648	9,972	17,144	12,119
	8歳+	9,498	6,115	4,990	5,074	3,954	3,524	2,574	2,011	2,306	2,597	2,095	5,477	12,548	24,116
合計	89,971	73,723	66,259	56,775	54,268	60,253	65,994	62,527	61,414	69,000	67,628	77,547	85,602	69,527	
天然+人工	4歳	74,025	66,469	52,208	44,809	46,594	55,101	50,966	41,565	44,045	60,589	53,637	53,637	31,019	31,019
	5歳	61,172	59,984	53,909	42,225	36,324	37,763	44,551	41,082	33,199	35,302	48,603	43,564	43,564	25,190
	6歳	46,491	46,683	46,418	40,092	31,773	27,207	28,668	31,652	26,298	21,457	23,501	39,476	35,383	35,312
	7歳	30,121	27,007	27,642	25,771	21,781	16,412	15,625	11,910	13,854	10,466	8,974	19,088	32,062	28,739
	8歳+	20,470	19,210	13,457	15,698	12,449	10,500	6,252	4,453	4,655	5,272	4,030	10,562	24,081	45,600
合計	232,279	219,354	193,635	168,595	148,922	146,984	146,064	130,661	122,051	133,085	138,745	166,327	188,729	184,305	

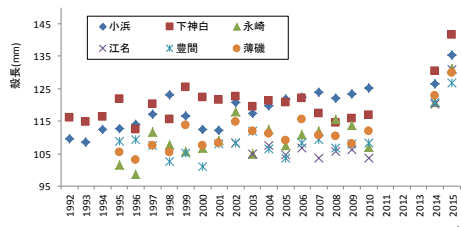


図2 アワビ漁獲物の平均殻長の推移

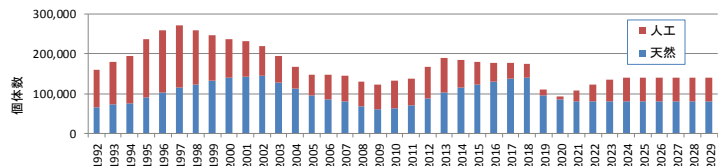


図3 下神白における4歳以上のアワビ個体数の推移 (2018年に操業を再開した場合)

結果の発表等 なし

登録データ 15-01-005 「27 漁場生産力向上対策事業」 (05-11-1115)