

2020年底魚類現存量調査結果

金森由妃*, 成松庸二, 富樺博幸, 鈴木勇人, 森川英祐, 時岡駿, 三澤遼, 永尾次郎, 櫻井慎大
(水産資源研究所)

1 はじめに

我が国が1996年に批准した国連海洋法条約では、批准国は領海内の水産資源を適切に管理することが義務付けられている。このため水産研究・教育機構では、1995年から東北地方太平洋岸沖において毎年秋季に底魚類の資源量調査を実施し、主要底魚類の資源状態を調査している。本報告は、2020年秋季に行った調査結果から主要8魚種（スケトウダラ、マダラ、イトヒキダラ、キチジ、ズワイガニ、アカガレイ、サメガレイ、およびババガレイ）の現存量、分布密度および体長組成を推定し、過去の結果と比較することで東北地方太平洋岸沖における主要底魚類の資源状況を的確に把握することを目的とした。

2 材料と方法

2020年10月1日-11月24日に青森県尻屋崎沖（北緯41.2°）から茨城県日立沖（北緯36.5°）までの海域（以下、東北海域）で調査船若鷹丸（水産研究・教育機構所属、692トン）を用いた着底トロール調査を実施した。等深線を横切る8本の調査ライン（A-Hライン）を設定し、A-Dラインを北部海域、E-Hラインを南部海域とした。各調査ラインにおいて水深100~1000mの間に調査点を設定し、合計153地点で調査を実施した（図1）。なおCラインとDラインの浅海域については、地形が曳網に適さないこと、定置網や刺網の漁場となっていることから210m以深に調査点を設定した。またズワイガニの現存量推定の精度向上を目的として、Dライン以南の各ライン間に水深250-510m帯の調査点を設定した。

調査には袖網長13.0m、身網長26.1m、網口幅5.4m、コッドエンド長5.0mのトロール網を使用した。またこの網のコッドエンドは内網、外網、擦れ防止網の三重構造で、目合はそれぞれ50mm、8mm、および60mmである。

昼夜で鉛直分布が変化する魚種の遭遇率や採集効率を一定にするため、調査は日の出から日没までの間に行なった。1調査点あたりの曳網時間は原則30分とし、漁業者への影響や破網、漁獲物の大量入網などの可能性がある場合には曳網時間を短縮した。曳網面積等を算出するために、網の離着底時、ワープセット時、揚網開始時には緯度経度、水深、ワープ長およびオッターボード間隔を計測した。曳網距離は網の着底から離底までとし、北川・服部（1998）に基づき計算した。網の袖先間隔はオッターボード間隔センサー（Marport社製、トロールフィッシュシステム）で計測したオッターボード間隔より推定した。これらの数値を用いて各調査点における曳網面積を推定した。

漁獲物は船上で魚種別に分類し、採集された全魚種の尾数と重量を測定した。スケトウダラ、マダラ、イトヒキダラ、キチジ、ズワイガニ、スルメイカ、ベニズワイ、アカガレイ、サメガレイ、およびババガレイは体サイズ（魚類は全長と標準体長、スルメイカは外套長ML、カニ類は甲幅）を計測した。体サイズより、スケトウダラは0歳魚と1歳魚以上、マダラは0歳魚、1歳魚および2歳魚以上に区別した。ズワイガニとベニズワイは腹節の形状から雌雄を区別した。

漁獲尾数と曳網面積から、各調査点における分布密度を魚種別に推定した。なお、DE、EF、FG、GH、およびHIラインはそれぞれE、F、G、およびHラインに統合した。A-Dラインを北部海域、E-Hラインを南部海域とし、面積一密度法を用いて南北海域別に現存量と現存尾数を推定した。また体長組成は、現存尾数で引き延ばして算出した。これらの推定値を過去の結果と比較した。なお全魚種において、採集効率は1と仮定した。

以下では主要8魚種（スケトウダラ、マダラ、イトヒキダラ、キチジ、ズワイガニ、アカガレイ、サメガレイ、およびババガレイ）の結果のみ報告するが、スルメイカ、ベニズワイ

イガニ, およびキアンコウの結果はこちら (<https://github.com/Yuki-Kanamori/TohokuSokouo/blob/master/results/presentation/results.md>) で参照することができる。ただし, 本報告で未掲載の魚種は, 調査範囲が分布域を網羅できていないことと, 調査では採集個体数が少ないと注意が必要である。本報告の計算と作図はこちら (<https://github.com/Yuki-Kanamori/TohokuSokouo/tree/master/R>) の R コードを用いた。

3 結果と考察

3.1 スケトウダラ 0歳魚

スケトウダラ 0歳魚の分布密度は, 例年, 北部海域の水深 250-350m 帯で高い(図 2)。しかし 2020 年は北部海域の水深 250-350m 帯でも密度の高い調査点は見られず, 東北海域全体で分布密度が低くなっていた。

現存量と現存尾数は年変動が大きい傾向にある(図 3)。2020 年の現存量と現存尾数は, どちらも調査開始以降最も低い値となり, 海域全体でそれ 1.7 トンと 17 万尾であった。

2020 年の体長組成をみると, 北部海域では 9cm と 12cm にモードをもつコホートが確認できた一方, 南部海域ではコホートを確認できなかった(図 4)。

東北海域のスケトウダラは北海道太平洋側の資源と同一系群とされており, 主産卵場である噴火湾周辺で産出された卵稚仔はその一部が東北海域の北部まで移送されると考えられている(大迫ほか 1986, 橋本・石戸 1987)。しかし東北海域での加入量は親潮第一分枝の流入強度が強い年に増加することが示唆されている一方で(Hattori et al. 2006), 親潮平均南限位置と 0歳魚の現存尾数との関係は明瞭ではない(時岡ほか 2019)。したがって, 東北海域におけるスケトウダラの加入量と海洋環境との関係性については, さらなる研究が必要である。

3.2 スケトウダラ 1歳魚以上

スケトウダラ 1歳魚以上の分布密度は, 例年, A-C ラインの水深 250-350m 帯で高い。2020 年においても, A ラインの水深 350m 帯において 10 千尾/km² 以上の高密度な調査点が見られた(図 5)。

2020 年の現存量と現存尾数は, どちらも調査開始以降最も高い値となり, 海域全体でそれぞれ 11224 トンと 5815 万尾であった(図 6)。現存量と現存尾数は北部海域と南部海域の両海域で増加したが, 北部海域の方が増加が顕著であった。

2020 年の体長組成をみると, 北部海域では 25cm にモードをもつコホートが確認できた一方, 南部海域ではコホートを確認できなかった(図 7)。

3.3 マダラ 0歳魚

マダラ 0歳魚の分布密度は, 例年, 海域全体で水深 250m 帯を中心に高い傾向がある。しかし 2020 年は海域全体でどの水深帯においても密度の高い調査点は見られず, 東北海域全体で分布密度が低くなっていた(図 8)。

現存量と現存尾数は 2012 年から 2016 年にかけて増加が続き, その後は減少に転じている(図 9)。2020 年においても, 現存量と現存尾数はどちらも調査開始以降最も低い値となり, 海域全体でそれ 1.7 トンと 14 万尾であった。

マダラ 0歳魚の体長は, 例年, 北部海域よりも南部海域の個体の方が大型である(図 10)。しかし 2020 年の体長組成をみると, 北部海域では 10cm にモードをもつコホートが確認できた一方, 南部海域ではコホートを確認できなかった(図 10)。0歳魚の体長は, 満 3 歳時の体長を介して満 3 歳時の成熟率に影響する(成松 2006, Narimatsu et al. 2010)。そのため, 0歳魚の体長が資源動態に与える影響について, 引き続き注視する必要がある。

3.4 マダラ1歳魚

マダラ1歳魚の分布密度は、例年、海域全体で水深250-350m帯を中心に高い傾向がある（図11）。2011年3月の東日本大震災（以下、震災）以降は、より深い水深550m帯まで分布範囲が広がるとともに、南部海域で分布密度が高い傾向が認められている。2020年においても、海域全体で水深250m-350m帯を中心に密度が高い調査点が見られたが、GラインとHラインの分布密度は例年に比べてやや低い傾向にあった。

現存量と現存尾数は2011年に急増したが、その後は減少傾向にある（図12）。2020年の現存量と現存尾数は2011年以降最も低い値となり、海域全体でそれぞれ1036トンと502万尾であった。海域別にみると、現存量は北部海域と南部海域の両方で減少した一方、現存尾数は南部海域で減少していた。

2020年の体長組成をみると、概ね例年と同様の体長組成となっており、北部海域では24cmにモードをもつコホートが、南部海域では27cmにモードをもつコホートが確認された（図13）。

3.5 マダラ2歳魚以上

マダラ2歳魚以上の分布密度は、例年、海域全体で水深250-550m帯を中心に高い（図14）。震災以降では、2012年から2016年まで海域全体で分布密度が非常に高い状態となっていたが、2017年以降は海域全体で分布密度が低い状態となっている。2020年はAラインとBラインで分布密度が高い調査点が見られたが、Eラインよりも南側では分布密度は低かった。

現存量と現存尾数は2012年に急増した後、減少傾向が続いている（図15）。しかし2020年の現存量と現存尾数は2012年以降初めて増加し、海域全体の現存量と現存尾数はそれぞれ3053トンと266万尾であった。なお2012年の急増は、良好な加入による増加ではなく、震災の影響による漁獲圧の減少により生残率が増加したことが原因と考えられている（Narimatsu et al. 2017）。

2020年の体長組成をみると、北部海域では43cmにモードをもつコホートが、南部海域では41cmにモードをもつコホートが確認された（図16）。

3.6 イトヒキダラ

イトヒキダラの分布密度は、例年、海域全体で水深350-900m帯を中心に高い傾向がある（図17）。しかし2020年はAラインとHラインでやや高密度な調査点が見られたが、海域全体では例年よりも分布密度は低かった。

2020年の現存量と現存尾数は、どちらも減少し、海域全体でそれぞれ6964トンと1670万尾であった（図18）。現存量と現存尾数は北部海域で減少した一方、南部で増加していた。本種は底層だけでなく海底から数10mの近底層まで分布するため（Yokota and Kawasaki 1990），着底トロール調査の結果は資源の全容をとらえきれていない可能性がある点に留意が必要である。

イトヒキダラの体長組成は、例年、北部海域では体長35cm以上の中-大型個体が多くみられる一方、南部海域では20cm台の小型個体と40m以上の比較的大型な個体が多くみられる傾向にある（図19）。2020年の体長組成では、北部海域の体長組成は概ね例年と同様であった。しかし南部海域では、例年は確認されない、14cmにモードをもつ明瞭なコホートが確認された。

イトヒキダラの産卵海域は東北南部海域から関東沖にあり、そこで生まれた仔稚魚と小型魚の成育場はHライン付近の東北南部海域にあるとされている（野別 2002, Hattori et al. 2009）。2020年の分布密度は、Hラインで高くなっていた（図17）。また南部海域では、例年はみられない体長10cm台にモードをもつ明瞭なコホートが確認された（図19）。これらの結果は、産卵海域で生まれた個体が、例年よりも多く生育場に来遊していたことを示唆する。

3.7 キチジ

キチジの分布密度は、例年、北部海域の水深250-900m帯を中心に高い傾向がある（図20）。2020年も同様に、A-Dラインにおいて10千尾/km²以上の高密度な調査点が見られた。

現存量と現存量はどちらも年変動があり、減少傾向を示す時があるものの、長期的には高い水準を維持している（図21）。2020年の現存量と現存量は、2019年と同程度で、海域全体でそれぞれ9934トンと6256万尾であった。現存量と現存量は南部海域で減少した一方、北部で増加していた。

2020年の体長組成をみると、北部海域では18cmにモードをもつコホートが、南部海域では19cmにモードをもつコホートが確認された（図22）。

3.8 ズワイガニ雌

ズワイガニ雌の分布密度は、例年、水深250-650m帯で高く、南部海域で高密度な調査点が確認される傾向がある（図23）。しかし2020年は南部海域で密度の高い調査点は見られず、東北海域全体で分布密度が低くなっていた。

現存量と現存量は、どちらも2019年に増加したが、2015年以降は減少傾向にある（図24）。2020年においても、現存量と現存量はどちらも減少し、海域全体でそれぞれ54トンと109万尾であった。海域別にみると、現存量と現存量は南部海域よりも北部海域で顕著に減少していた。

2020年の甲幅組成をみると、北部と南部いずれの海域においてもモードは9cmで、甲幅5cm以下の小型個体が少なかった（図25）。

3.9 ズワイガニ雄

ズワイガニ雄の分布密度はズワイガニ雌と類似しており、例年、水深250m-650m帯で高く、南部海域で高密度な調査点が確認される傾向がある（図26）。しかし2020年は南部海域で密度の高い調査点は見られず、東北海域全体で分布密度が低くなっていた。

現存量と現存量は、どちらも2015年以降は減少傾向にある（図27）。2020年においても、現存量と現存量はどちらも減少し、海域全体でそれぞれ135トンと138万尾であった。海域別にみると、現存量と現存量は南部海域では2019年と同程度であったが、北部海域で顕著に減少していた。

2020年の甲幅組成をみると、北部海域では9cmに、南部海域では6cmにモードがあった（図28）。北部海域では、甲幅7cm以下の小型個体が少なかった。

東北海域のズワイガニの大部分はこれまで福島県で漁獲されており、震災以降の福島県船は試験操業のみとなっている。このように漁獲圧が非常に低い状態が続いているにも関わらず、近年の本種の資源状態は低い水準となっている。資源が増加しない要因については十分に解明されていないが、近年、自然死亡係数の上昇が認められている（Shibata et al. 2021）。自然死亡係数が上昇している原因としては、高水温による斃死やマダラなどの高次捕食者による捕食圧の増加などが考えられているが（伊藤ほか 2014, Shibata et al. 2021），その実態は明らかになっておらず、今後の詳細な研究が必要である。

3.10 アカガレイ

アカガレイの分布密度は、例年、D-Hラインの水深450-750m帯で高い（図29）。しかし2020年はいずれの調査ラインでも密度の高い調査点は見られず、東北海域全体で分布密度が低くなっていた。

現存量と現存量は、どちらも震災以降減少傾向にある（図30）。2020年においても、現存量と現存量はどちらも2019年よりも減少し、海域全体でそれぞれ168トンと44万尾であった。

2020年の体長組成をみると、北部海域では29cmと35cmにモードをもつコホートが、南部海域では23cmと28cmにモードをもつコホートが確認された（図31）。

3.11 サメガレイ

サメガレイの分布密度は、特定の水深帯や地理的位置で高くなるのではなく、年によって大きく変化する傾向にある（図32）。2020年はCラインの900m帯とHラインの550m帯において高密度な調査点が見られた。

現存量と現存尾数は年変動が大きい傾向にある（図33）。2020年の現存量と現存尾数は、どちらも2019年よりも増加し、海域全体でそれぞれ946トンと70万尾であった。

2020年の体長組成をみると、北部海域のコホートは不明瞭で、33cmと40cmと47cmにピークがみられた（図34）。一方南部海域では、30cmと40cmにモードをもつコホートが確認された。

3.12 ババガレイ

ババガレイの分布密度は、例年、海域全体で水深250-450m帯を中心に高い（図35）。2020年においても、Bラインの水深350m帯において高密度な調査点が見られたが、例年に比べると東北海域全体で分布密度が低くなっていた。

2020年の現存量と現存尾数は、どちらも2019年よりも減少し、海域全体でそれぞれ571トンと184万尾であった（図36）。海域別にみると、現存量と現存尾数は北部海域よりも南部海域で顕著に減少していた。

2020年の体長組成をみると、いずれの海域においてもピークが複数ありコホートは不明瞭であったが、南部海域の方が北部海域よりも小型の個体が多かった（図37）。

4 参考文献

- 橋本良平, 石戸芳男(1987)東北海区のスケトウダラ卵・稚仔の分布. 漁業資源研究会議北日本底魚部会報 20:1-11
- Hattori T, Narimatsu Y, Nobetsu T, Ito M (2009) Recruitment of threadfin hakeling *Laemonema longipes* off the Pacific coast of northern Honshu, Japan. Fish Sci 75:517-519
- Hattori T, Nishimura Y, Narimatsu Y, Kitagawa D (2006) Hatching date, nursery grounds, and early growth of juvenile walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) off northern Japan. Fish Bull 104:468-475
- 伊藤正木, 服部努, 成松庸二, 柴田泰宙(2014)東北沖太平洋におけるマダラによるズワイガニの捕食について. 東北底魚研究 34:123-132
- 北川大二, 服部努(1998)調査船による底魚類の資源評価とモニタリング. 水産海洋研究 62:32-36
- Narimatsu Y, Shibata Y, Hattori T, Yano T, Nagao J (2017) Effects of a marine-protected area occurred incidentally after the Great East Japan Earthquake on the Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) population off northeastern Honshu, Japan. Fish Oceanogr 26(2):181-192
- Narimatsu Y, Ueda Y, Okuda T, Hattori T, Fujiwara K, Ito M (2010) The effect of temporal changes in life-history traits on reproductive potential in an exploited population of Pacific cod, *Gadus macrocephalus*. ICES J Mar Sci 67:1659-1666
- 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
- 野別貴博(2002)イトヒキダラ *Laemonema longipes* (Schmidt) の生活史および生態に関する研究. 北海道大学学位論文 145pp

- 大迫正尚, 加賀吉栄, 藤井 浩 (1986) 襟裳以西海域のスケトウダラ卵を経年的に量的比較を行ったために試みた一方方法について. 漁業資源研究会議北日本底魚部会報 19:53-66
- Shibata Y, Nagao J, Narimatsu Y, Morikawa E, Suzuki Y, Tokioka S, Yamada M, Kakehi S, Okamura H (2021) Estimating maximum sustainable yield of snow crab (*Chionoecetes opilio*) off Tohoku Japan via a state-space assessment model with time-varying natural mortality. *Popul Ecol* 63:41-60
- 時岡 駿, 成松庸二, 柴田泰宙, 鈴木勇人, 森川英祐, 永尾次郎 (2019) 2018 年底魚類現存量調査結果. 東北底魚研究 39:18-36
- Yokota M, Kawasaki T (1990) Population biology of the forked hake, *Laemonema longipes* (Schmidt), off the eastern coast of Honshu, Japan. *Tohoku J Agric Res* 40:65-80

5 質疑応答

森（岩手県）：資源評価をやっている主要な底魚類が減少しているような印象を受けた。それぞれの魚種について、肥満度の減少などは認められるか？

成松：マダラでは肥満度が減少している。

櫻井：ヒラメではあまり大きな変化は見られていない。

木所：資源の長期的な減少について情報はあるか？

金森：ない。今後の検討課題。

木所：漁獲がないのに減少している資源としてズワイガニなどが特徴的か？調査バイアスもあるか？

金森：調査のバイアスという是有ると思う。

森（水研）：浅いところにいる魚の資源が減ってきてているように見える。全体としてのバイオマスなど、この海域の生態系について分析等すすめていただければと思う。

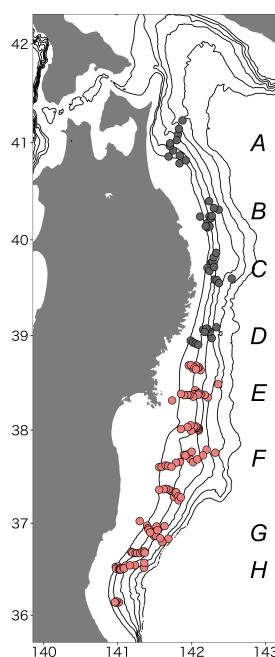


図 1: 若鷹丸による調査点。黒丸は北部海域、赤丸は南部海域を表す。南部海域において、各ライン間にある調査点はズワイガニ調査のために設定された調査点。詳細は本文参照。

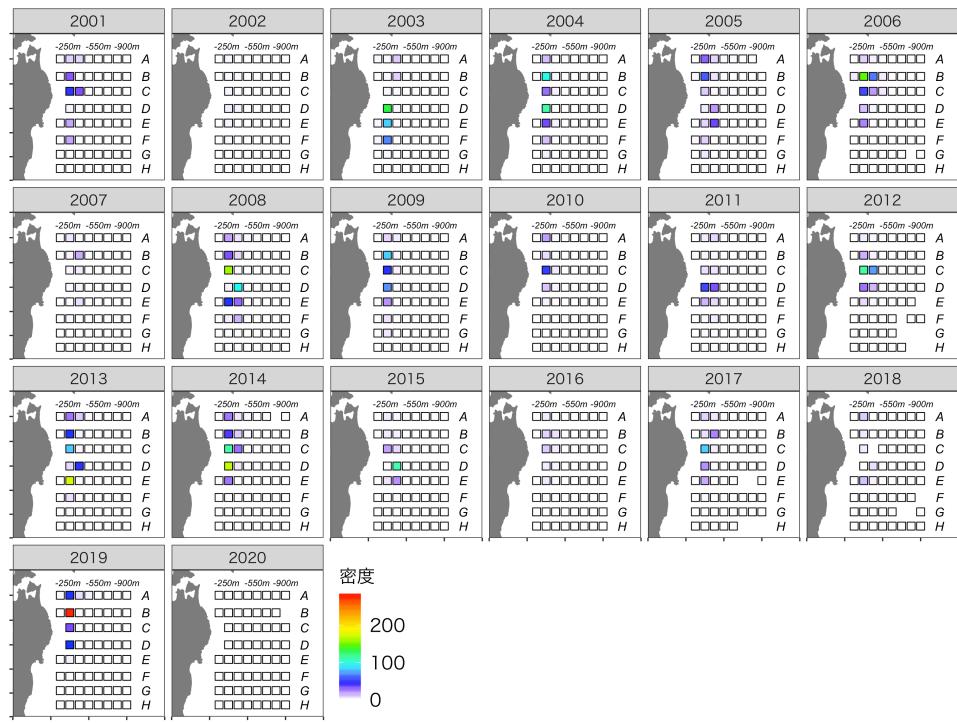


図2: スケトウダラ0歳魚の分布密度(千尾/km²)の経年変化

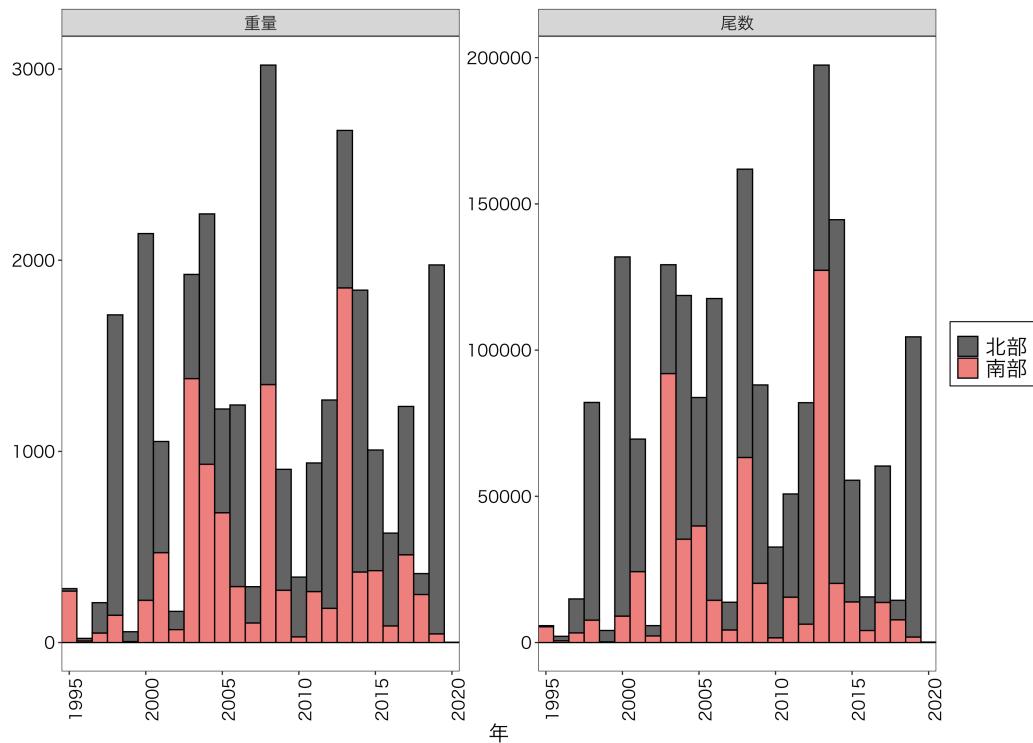


図3: スケトウダラ0歳魚の現存量(左; 単位はトン)と現存尾数(右; 単位は千尾)の経年変化

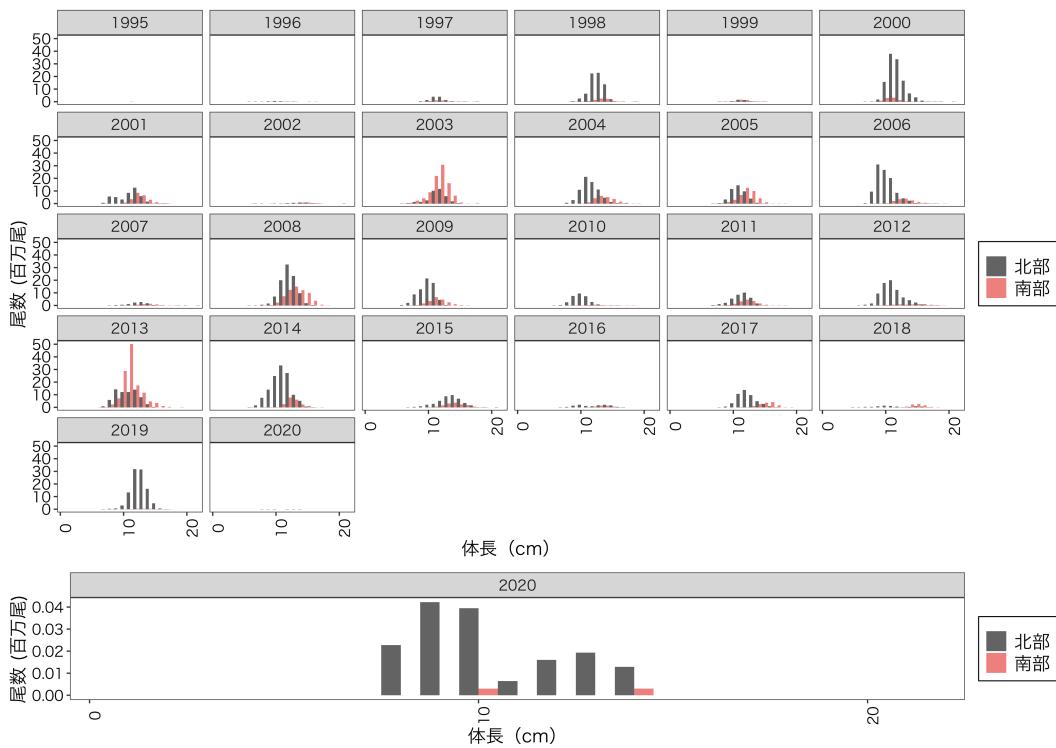


図4: スケトウダラ0歳魚の体長組成の経年変化と直近年の体長組成の拡大図

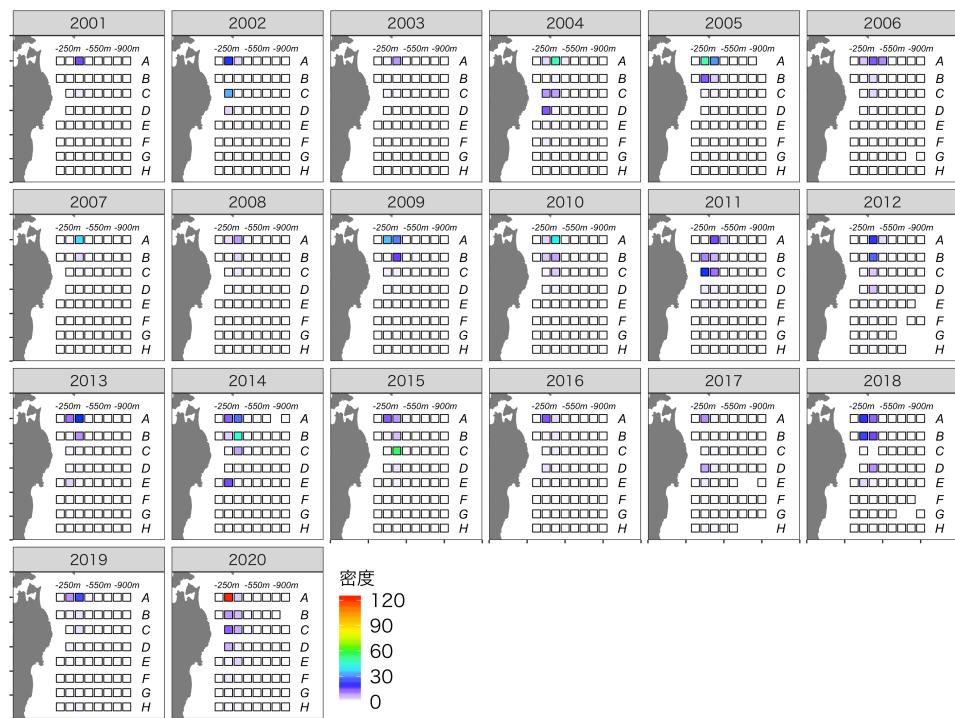


図5: スケトウダラ1歳魚以上の分布密度 ($\text{千尾}/\text{km}^2$) の経年変化

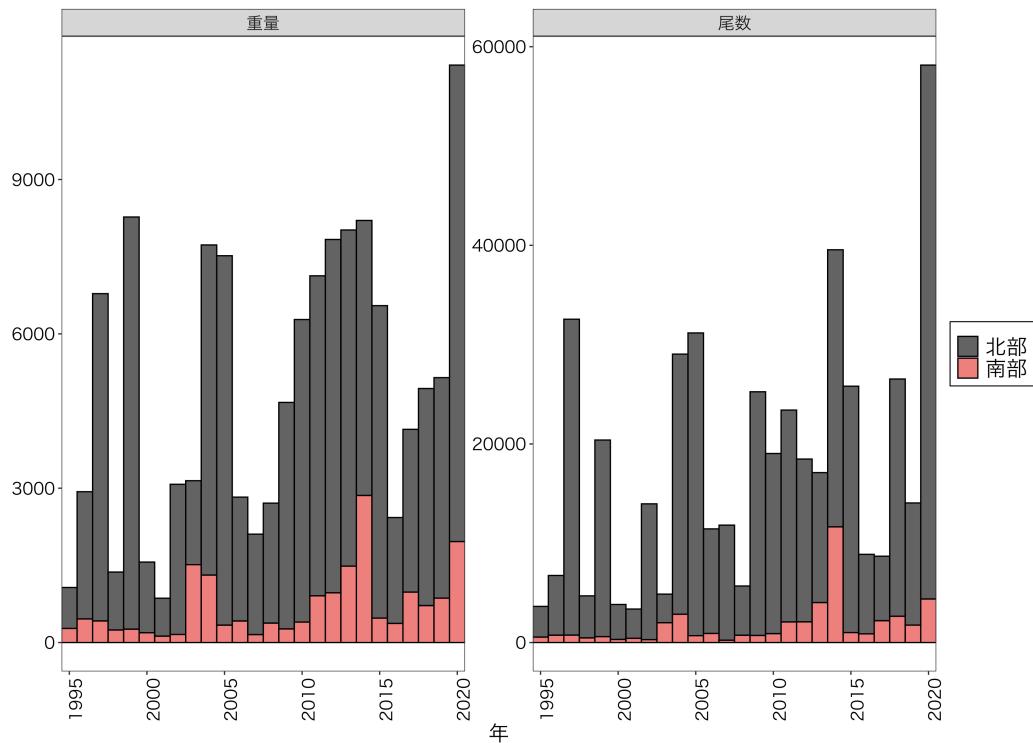


図6: スケトウダラ1歳魚以上の現存量（左; 単位はトン）と現存尾数（右; 単位は千尾）の経年変化

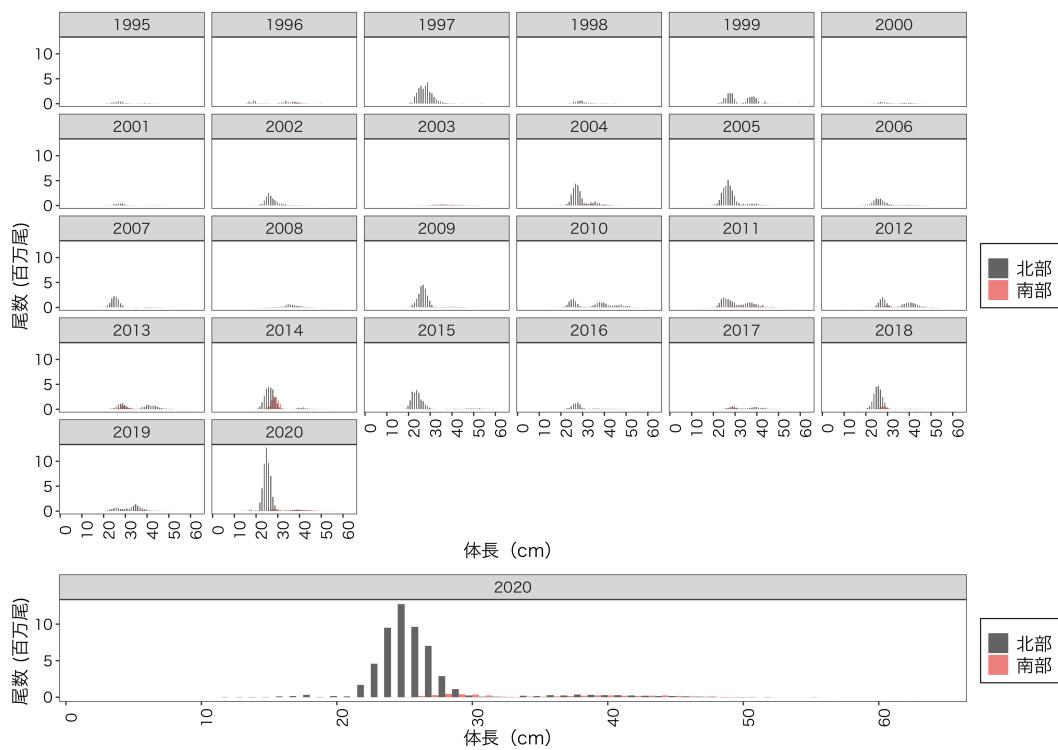


図7: スケトウダラ1歳魚以上の体長組成の経年変化と直近年の体長組成の拡大図

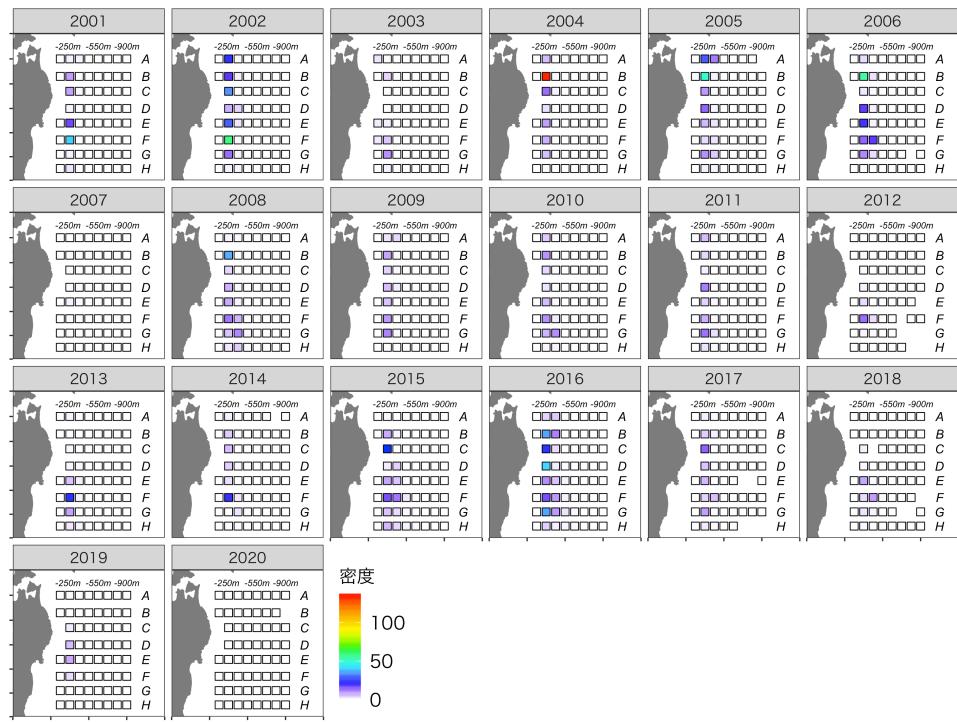


図8: マダラ0歳魚の分布密度(千尾/km²)の経年変化

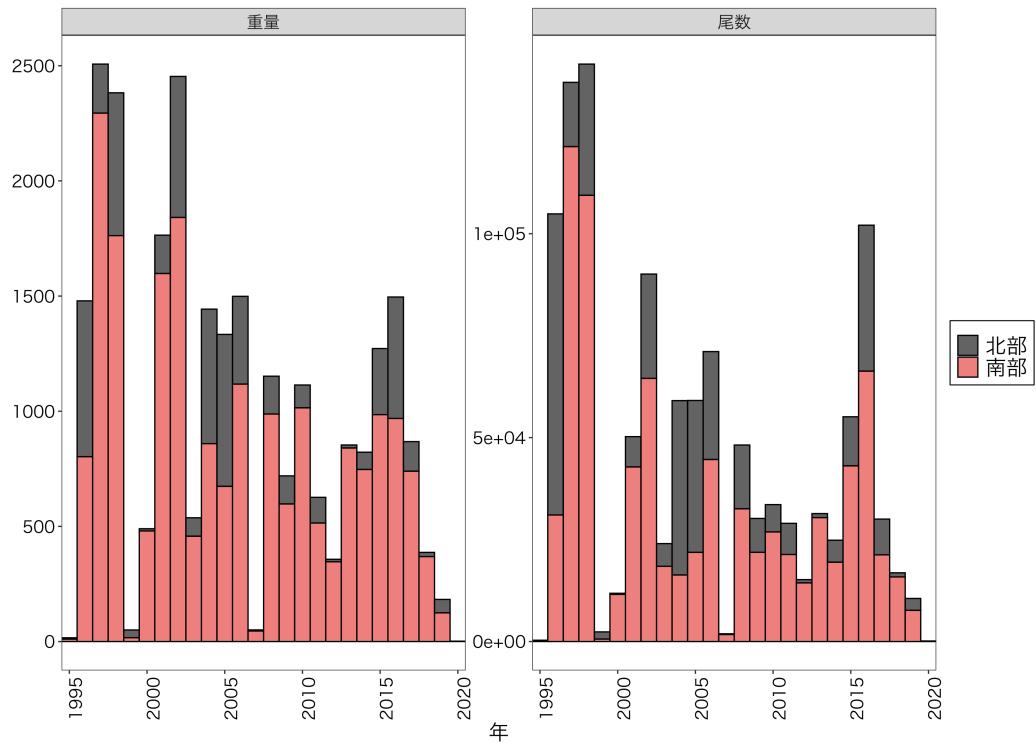


図9: マダラ0歳魚の現存量(左; 単位はトン)と現存尾数(右; 単位は千尾)の経年変化

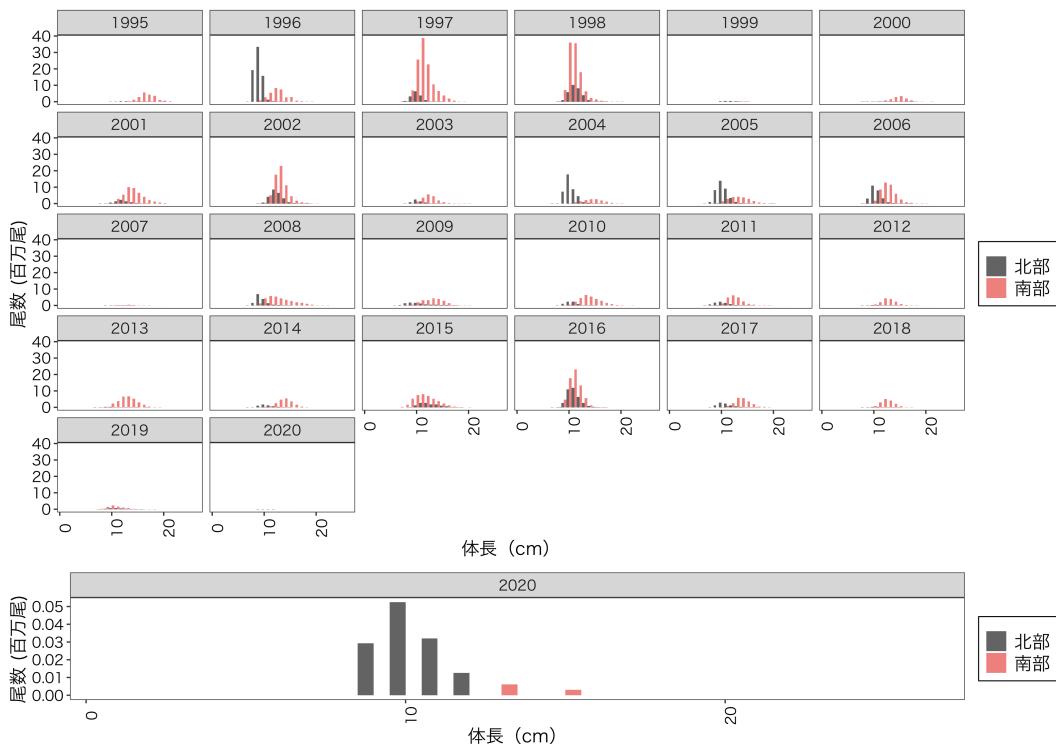


図 10: マダラ 0歳魚の体長組成の経年変化と直近年の体長組成の拡大図

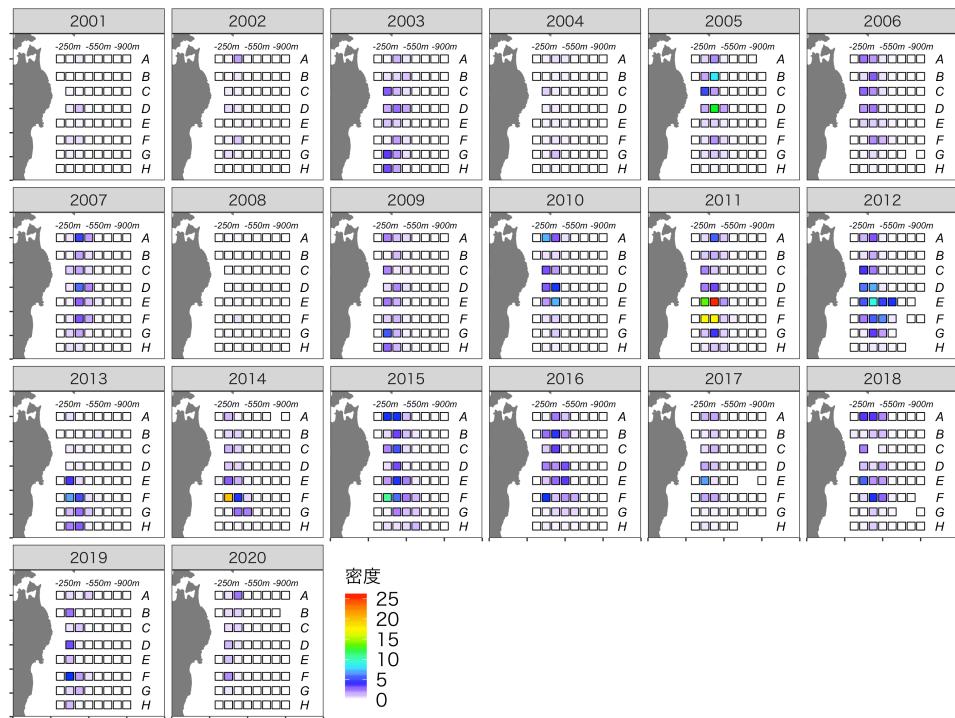


図 11: マダラ 1歳魚の分布密度 (千尾/km²) の経年変化

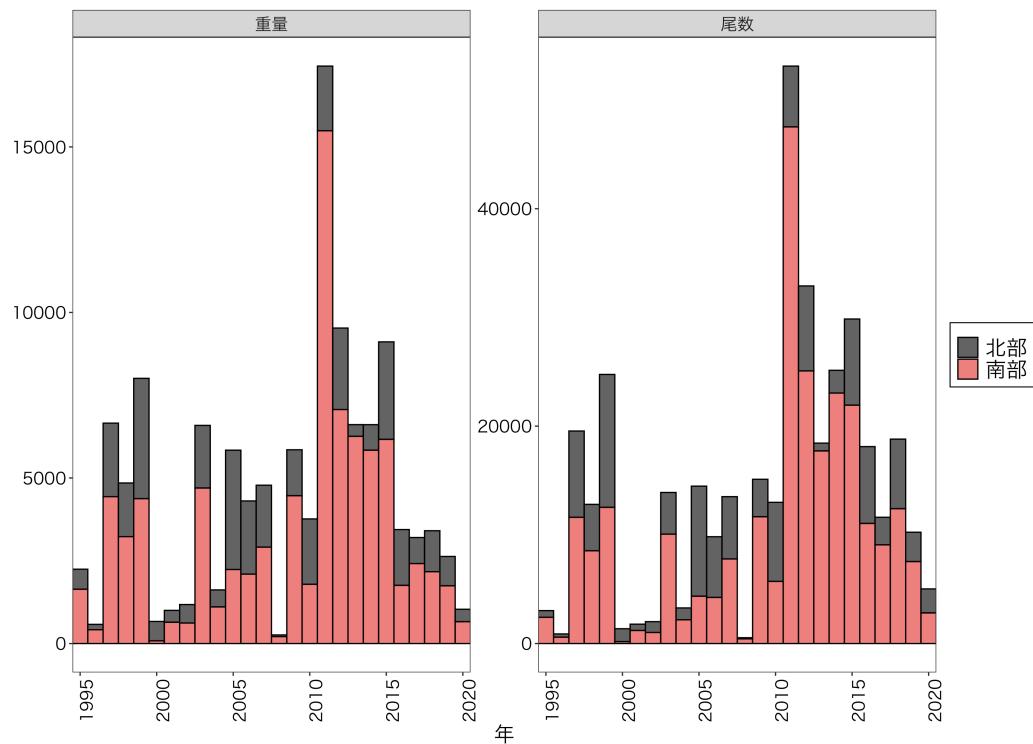


図 12: マダラ 1歳魚の現存量（左; 単位はトン）と現存尾数（右; 単位は千尾）の経年変化

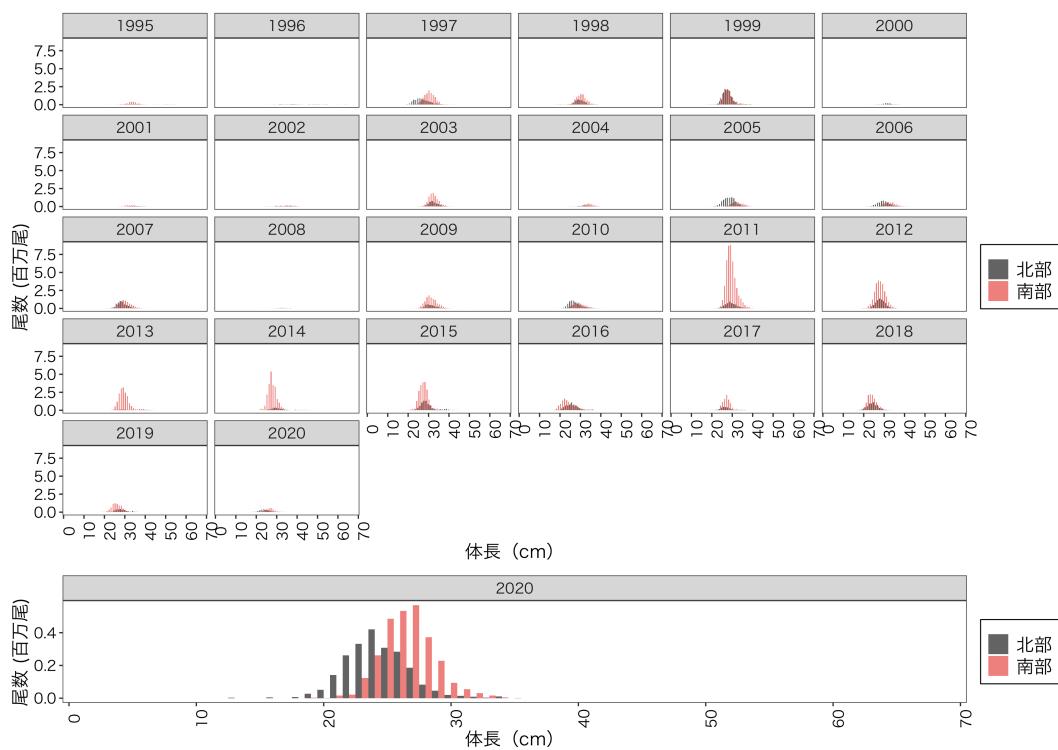


図 13: マダラ 1歳魚の体長組成の経年変化と直近年の体長組成の拡大図

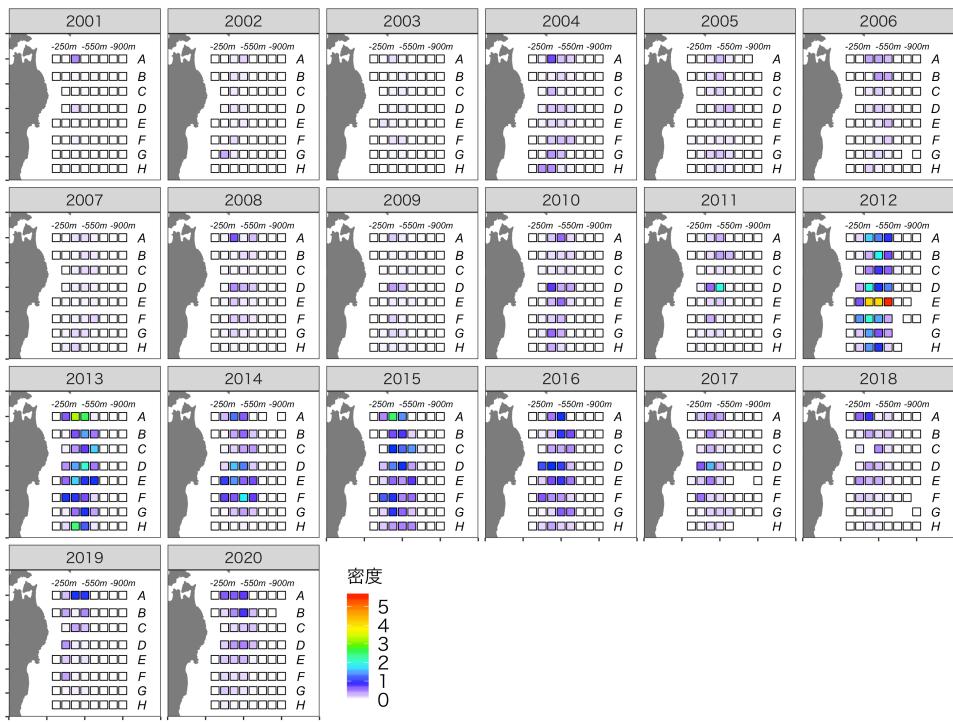


図 14: マダラ 2歳魚以上の分布密度 (千尾/km²) の経年変化

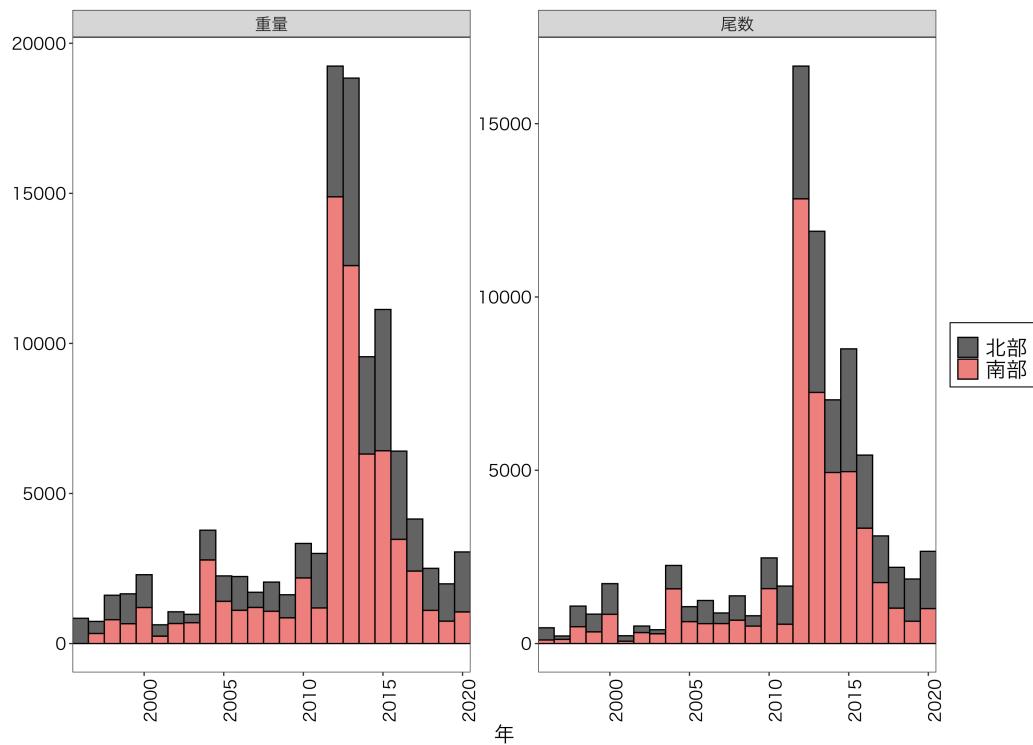


図 15: マダラ 2歳魚以上の現存量 (左; 単位はトン) と現存尾数 (右; 単位は千尾) の経年変化

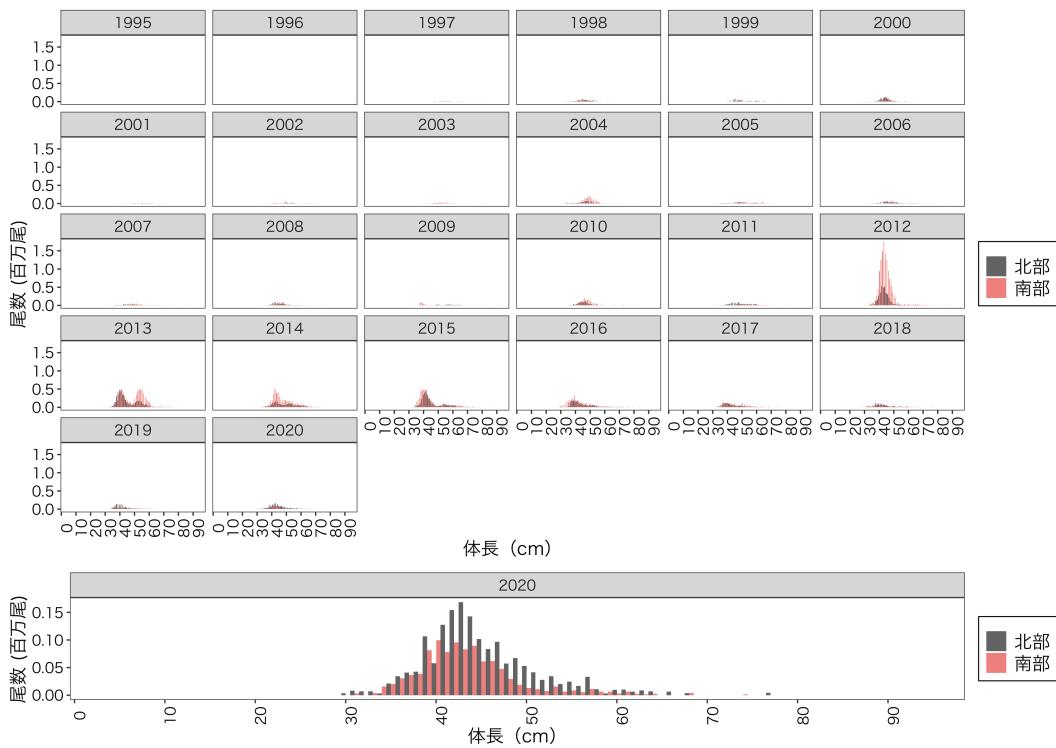


図 16: マダラ 2歳魚以上の体長組成の経年変化と直近年の体長組成の拡大図

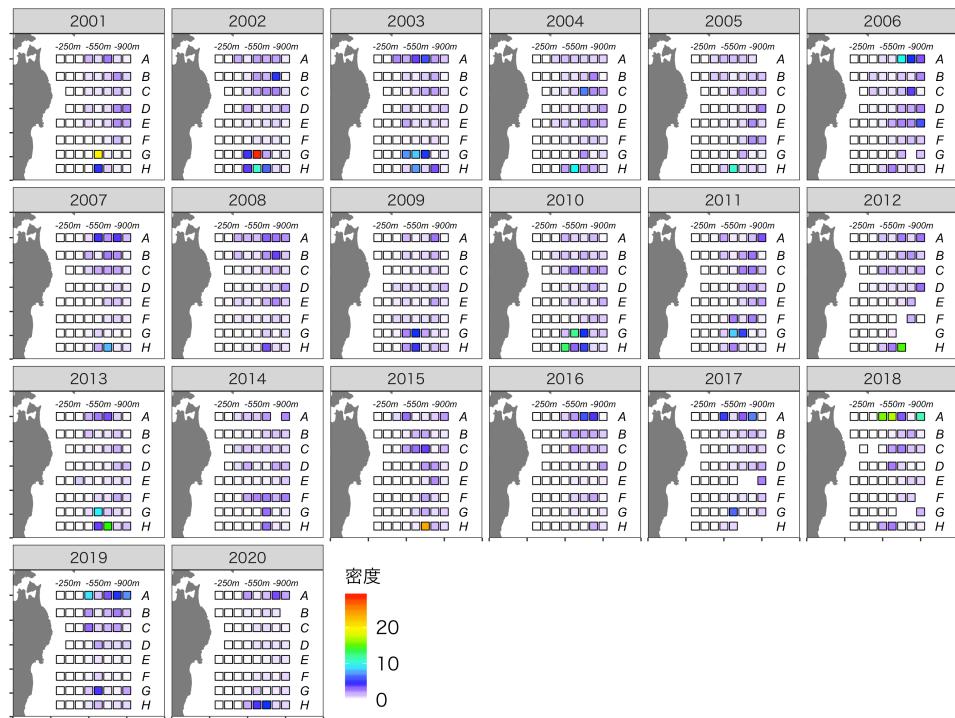


図 17: イトヒキダラの分布密度 (千尾/km²) の経年変化

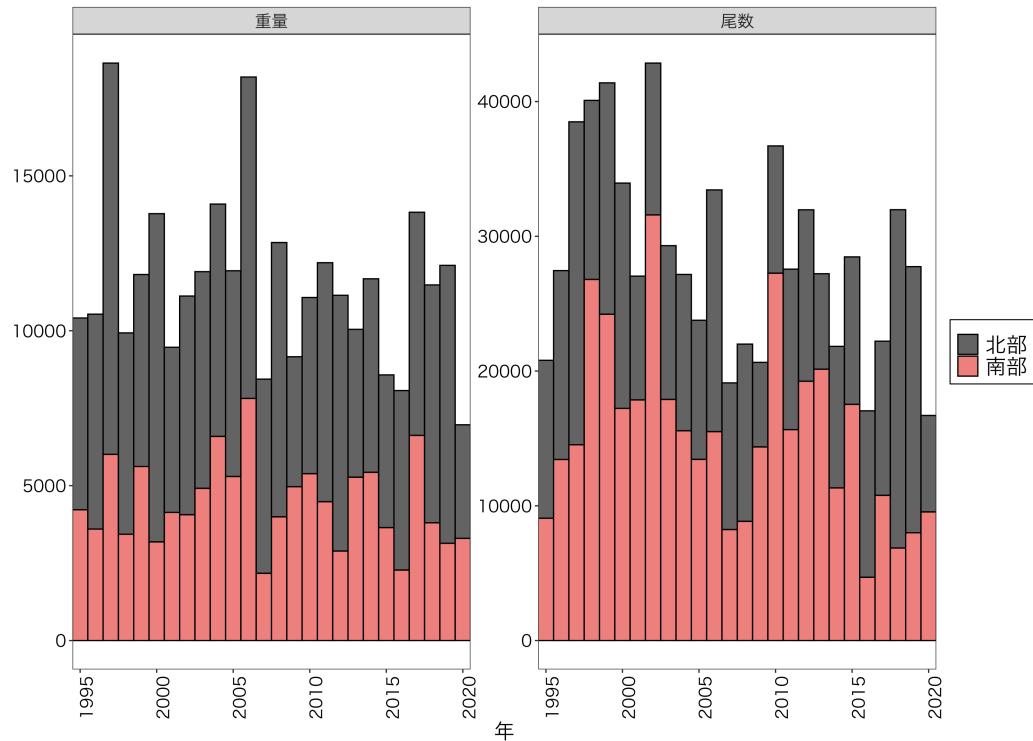


図 18: イトヒキダラの現存量（左; 単位はトン）と現存尾数（右; 単位は千尾）の経年変化

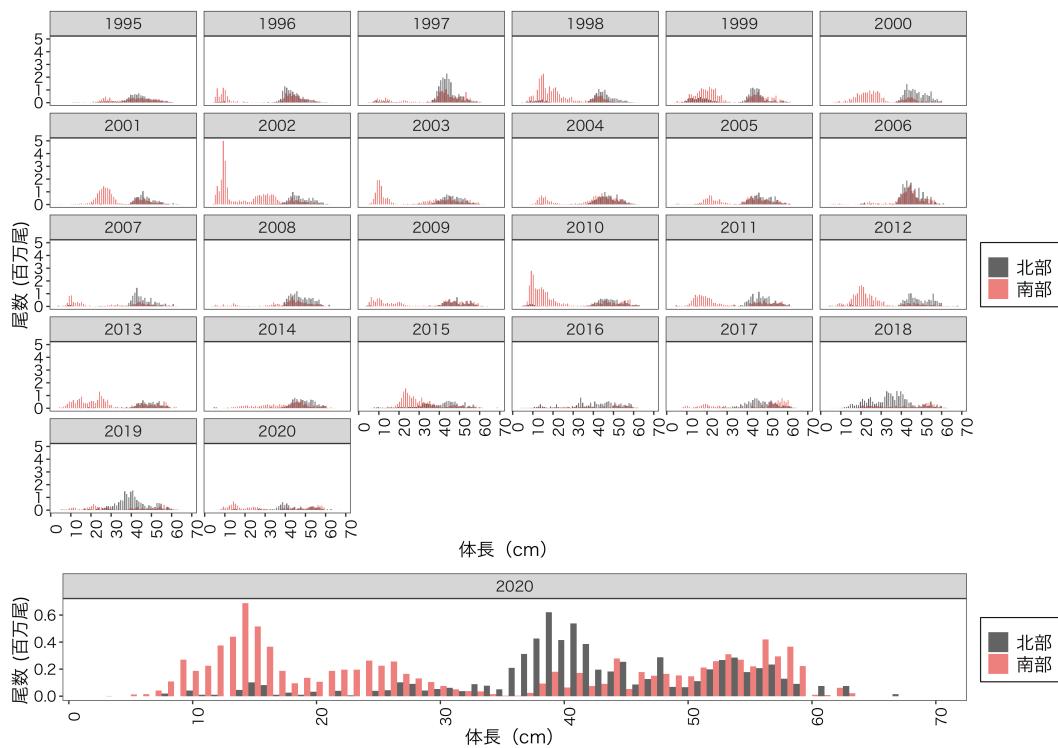


図 19: イトヒキダラの体長組成の経年変化と直近年の体長組成の拡大図

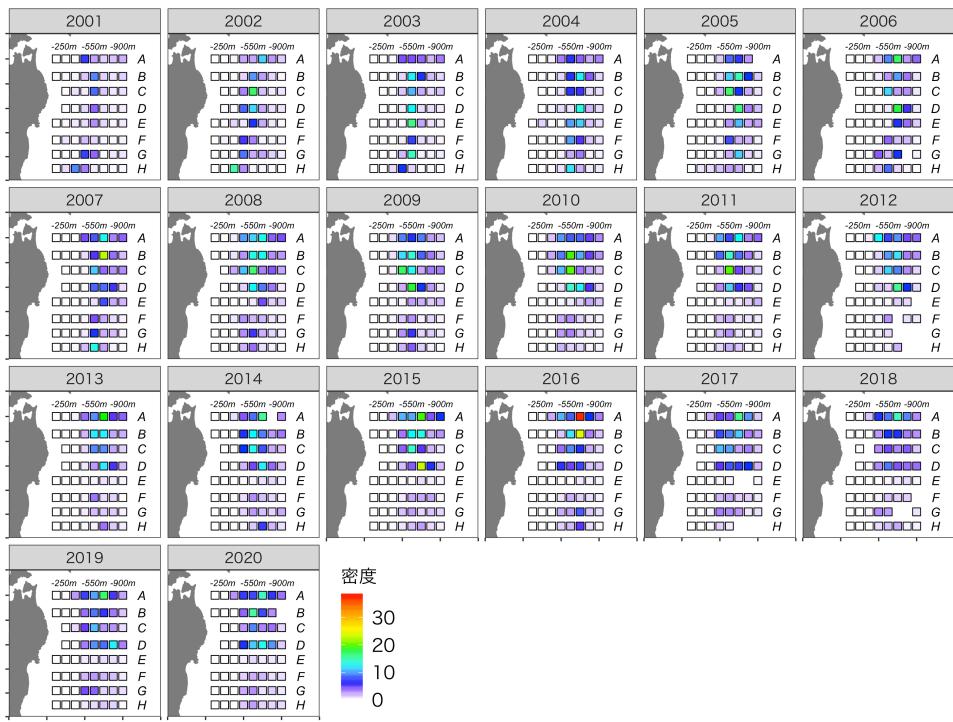


図 20: キチジの分布密度（千尾/km²）の経年変化

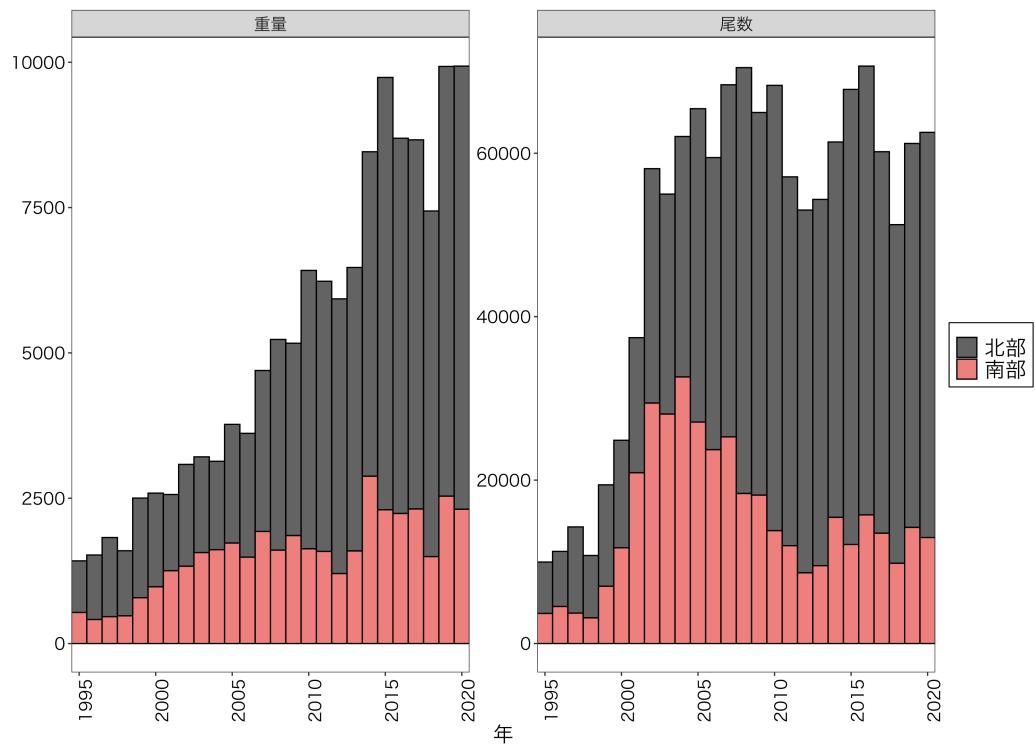


図 21: キチジの現存量（左; 単位はトン）と現存尾数（右; 単位は千尾）の経年変化

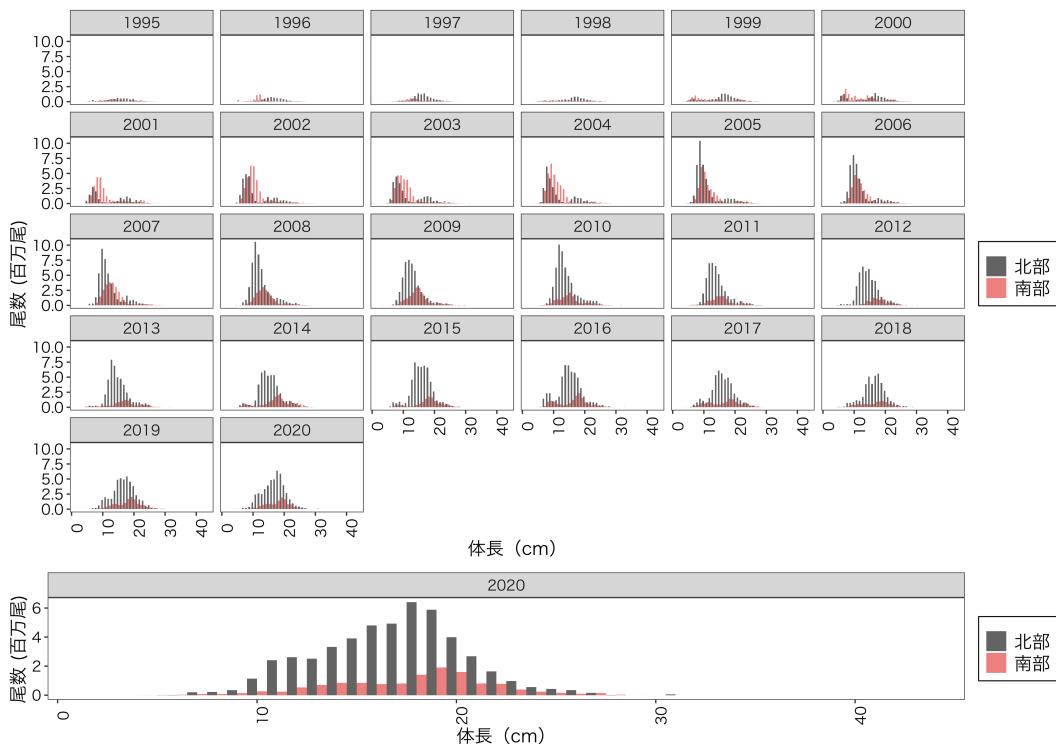


図 22: キチジの体長組成の経年変化と直近年の体長組成の拡大図

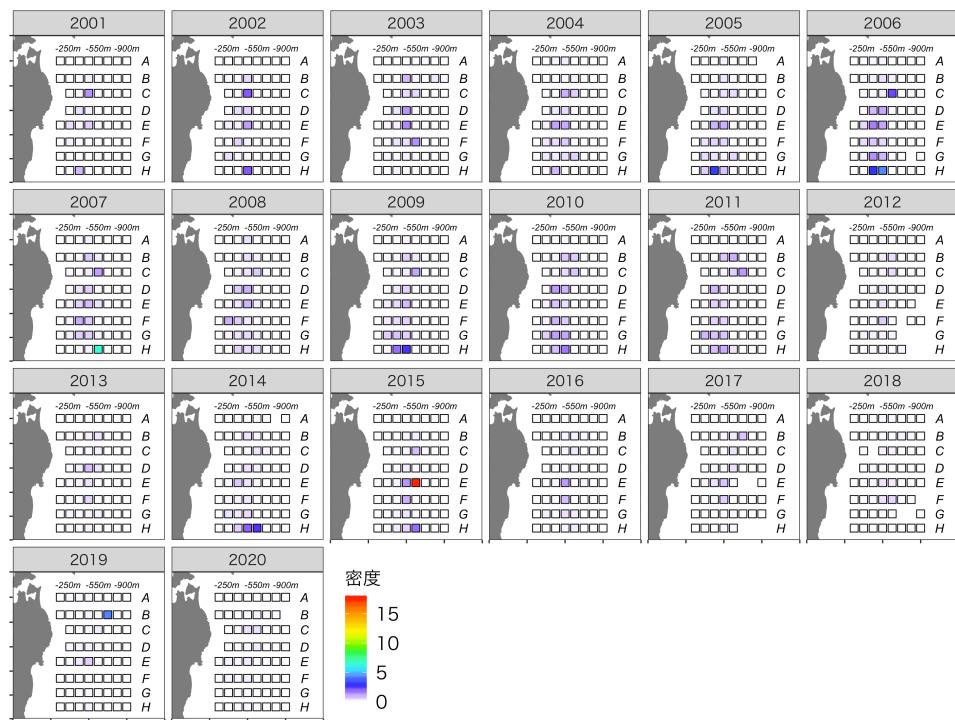


図 23: ズワイガニ雌の分布密度 (千尾/km²) の経年変化

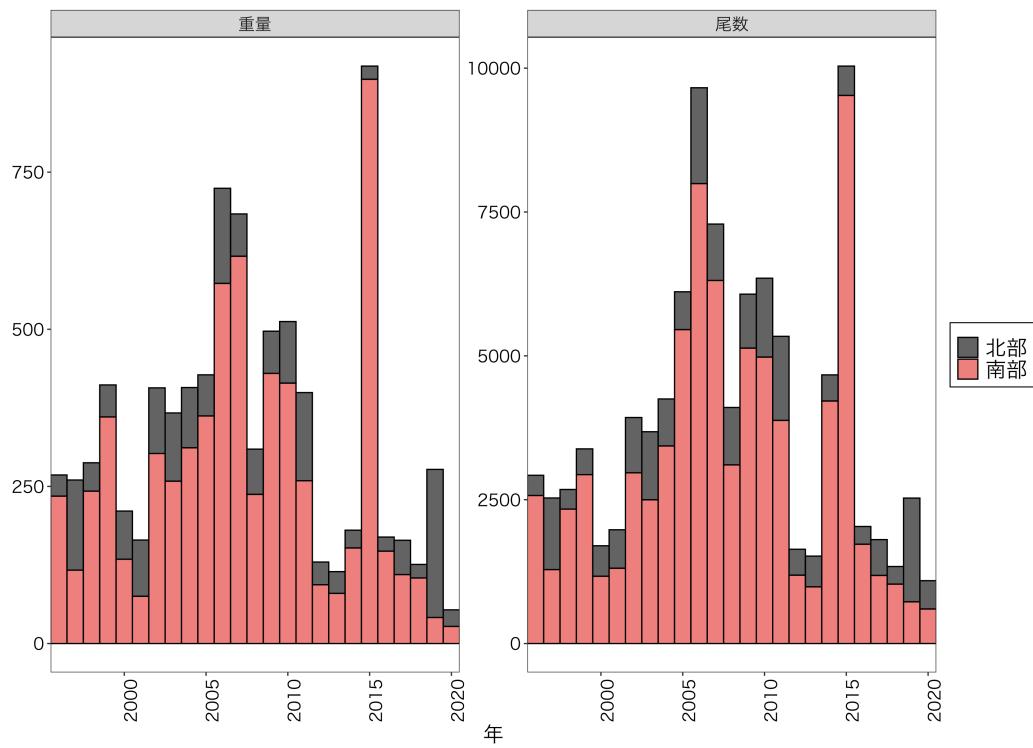


図 24: ズワイガニ雌の現存量（左; 単位はトン）と現存尾数（右; 単位は千尾）の経年変化



図 25: ズワイガニ雌の甲幅組成の経年変化と直近年の体長組成の拡大図

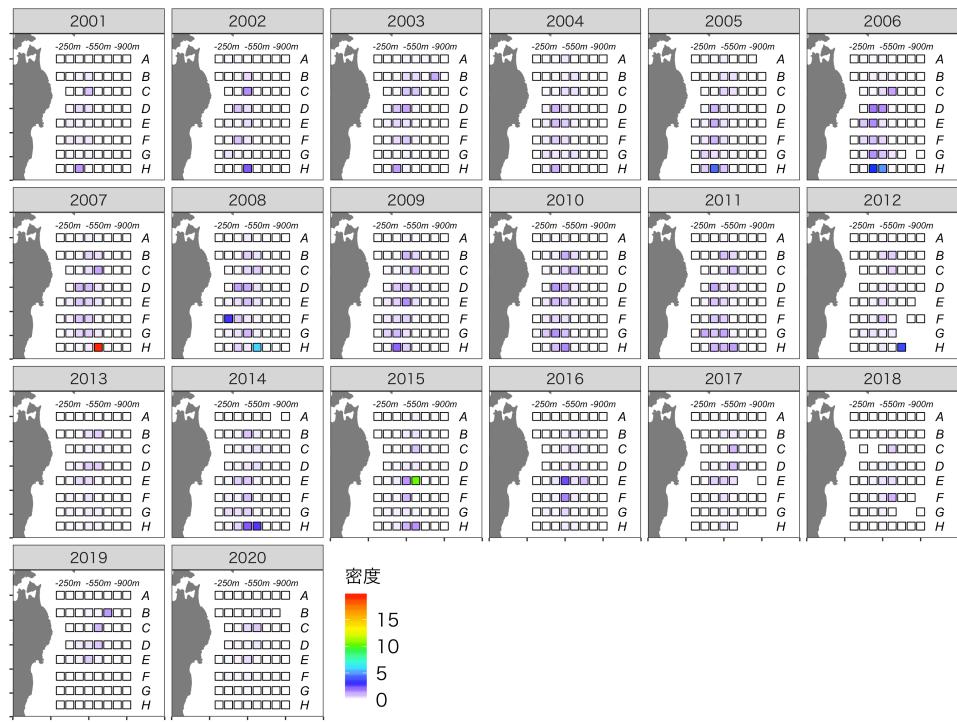


図 26: ズワイガニ雄の分布密度（千尾/km²）の経年変化

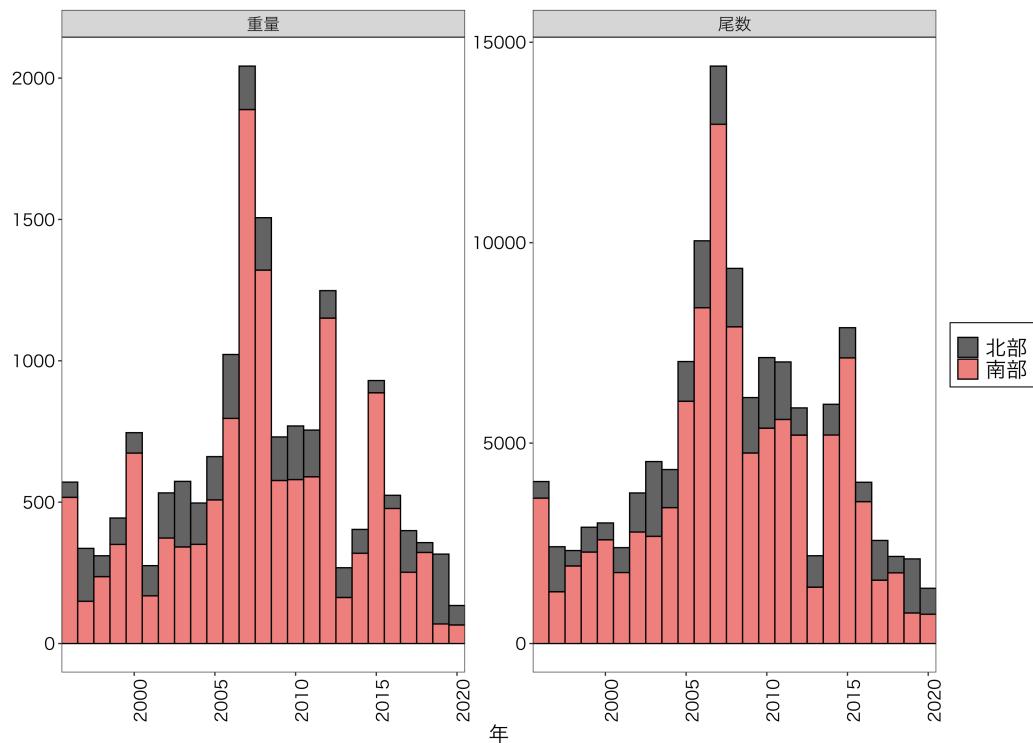


図 27: ズワイガニ雄の現存量（左; 単位はトン）と現存尾数（右; 単位は千尾）の経年変化

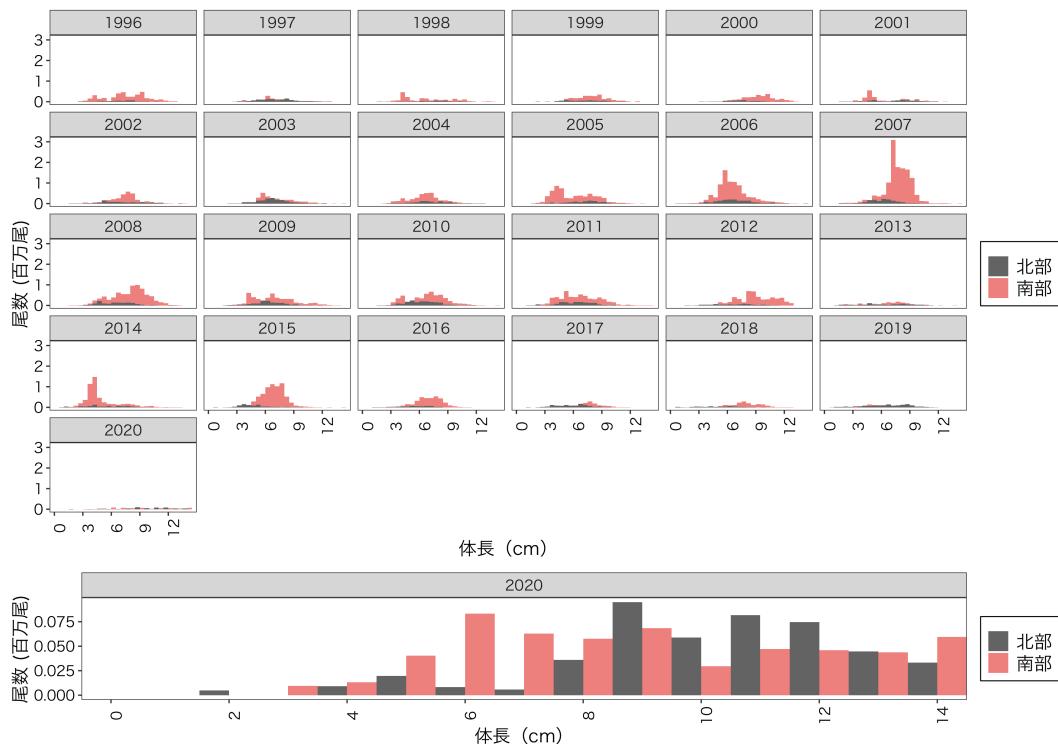


図 28: ズワイガニ雄の甲幅組成の経年変化と直近年の体長組成の拡大図

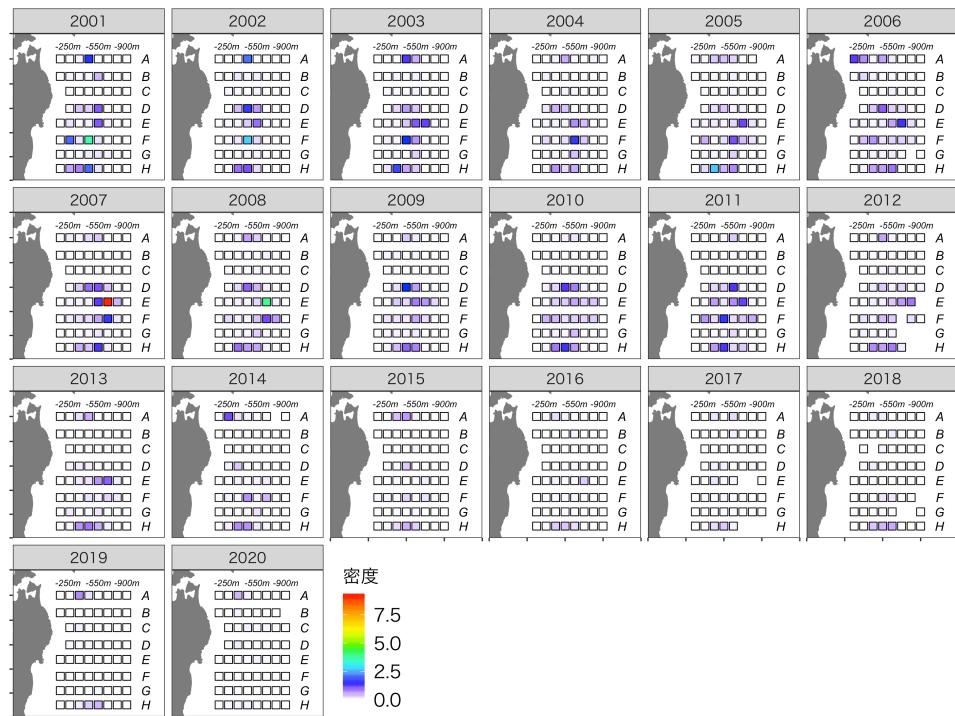


図 29: アカガレイの分布密度 (千尾/km²) の経年変化

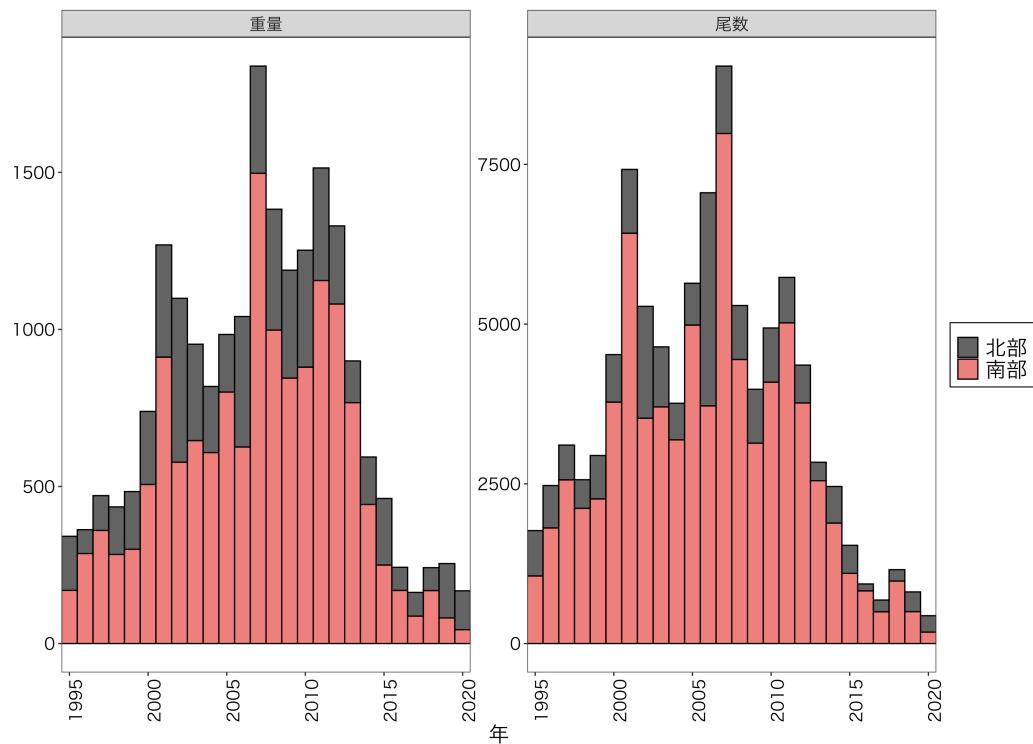


図30: アカガレイの現存量（左; 単位はトンと現存尾数（右; 単位は千尾））の経年変化

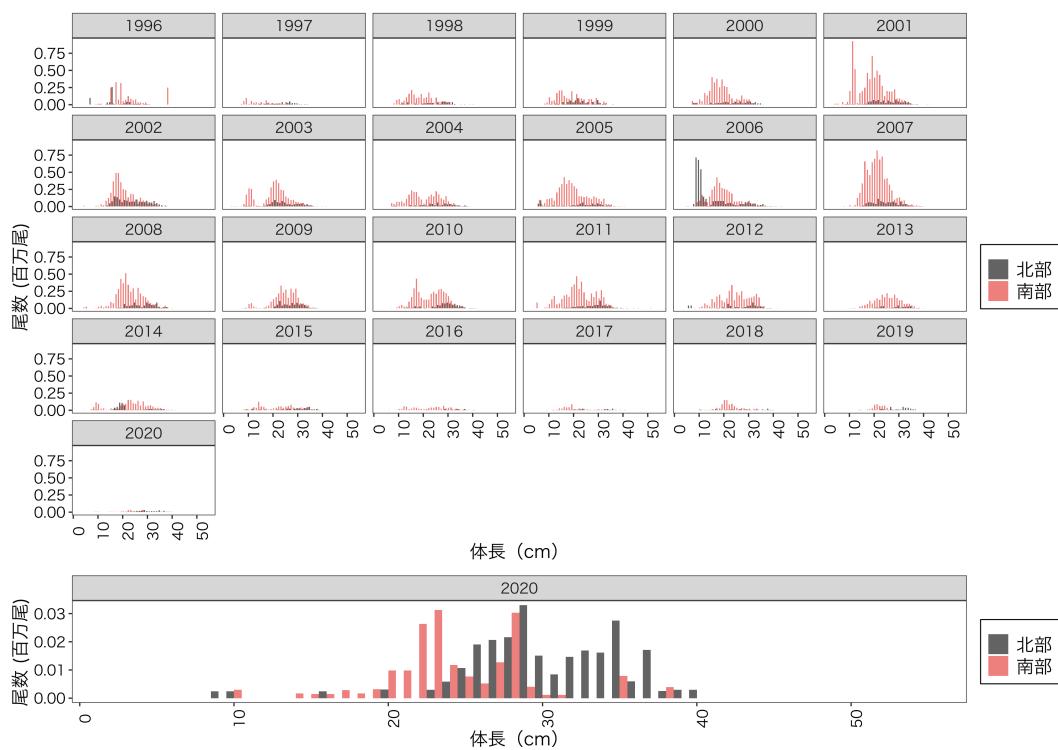


図31: アカガレイの体長組成の経年変化と直近年の体長組成の拡大図

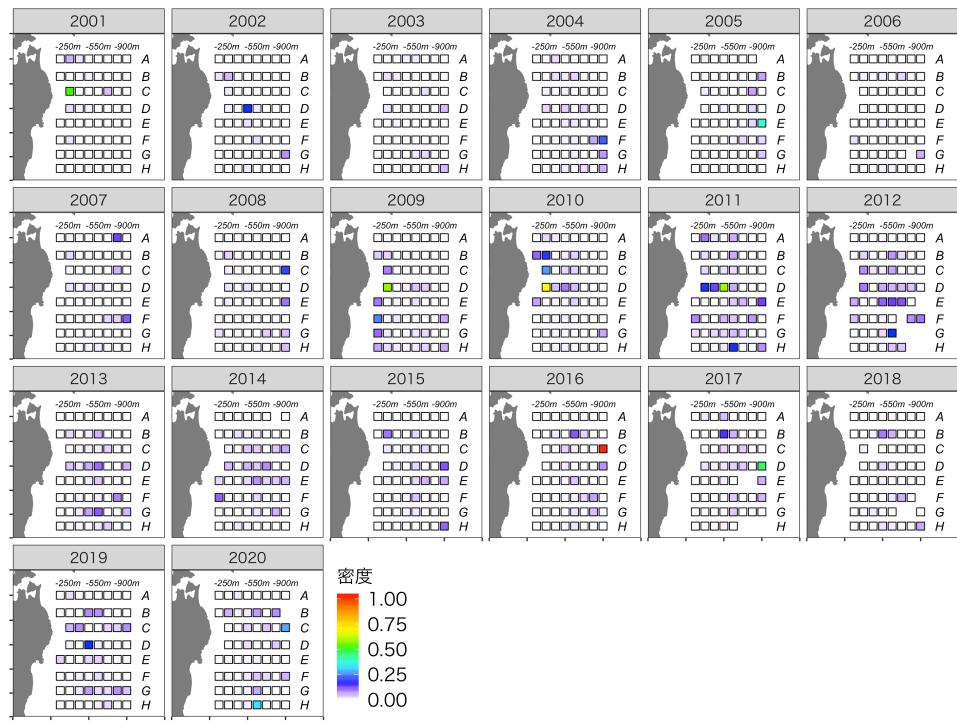


図 32: サメガレイの分布密度 (千尾/km²) の経年変化

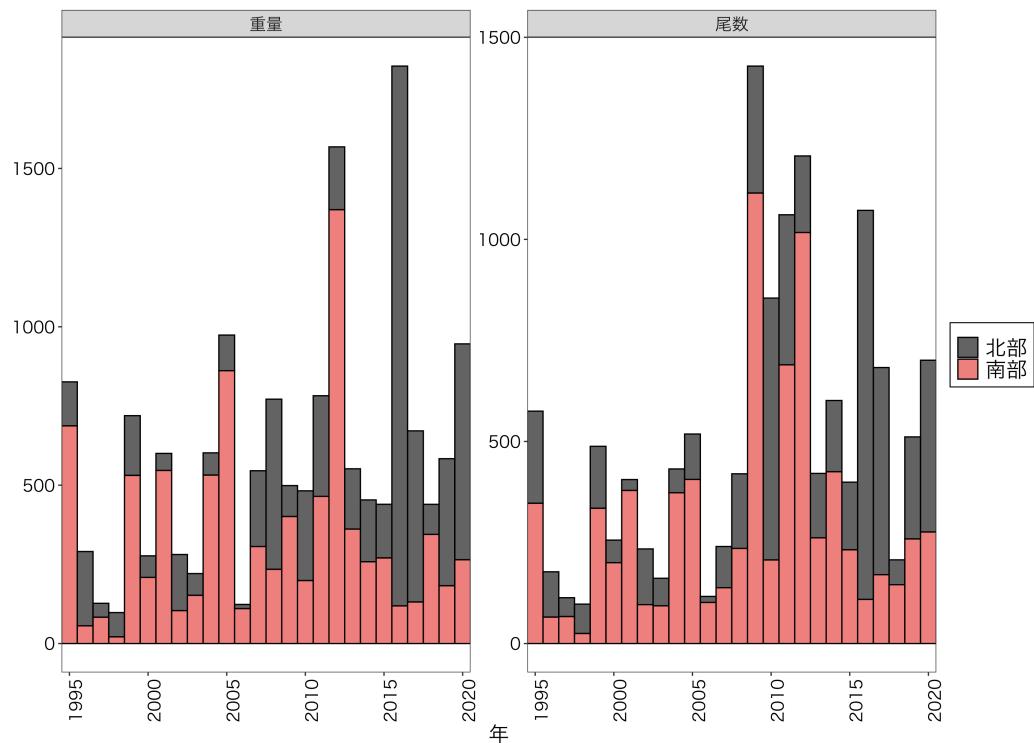


図 33: サメガレイの現存量 (左; 単位はトン) と現存尾数 (右; 単位は千尾) の経年変化

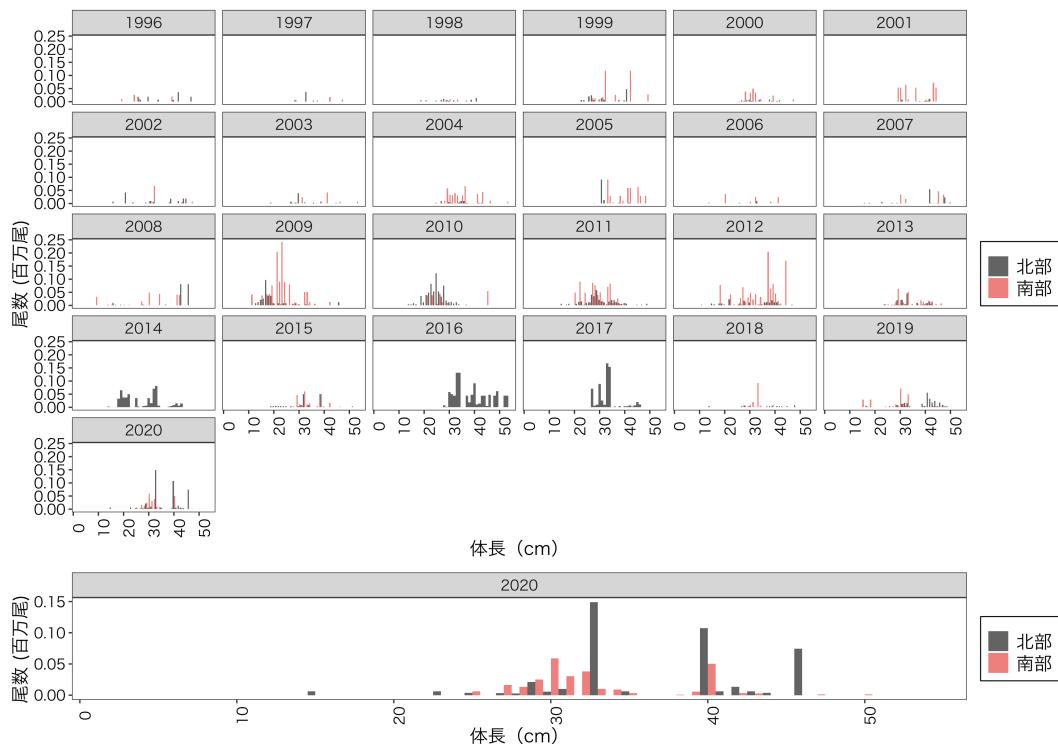


図 34: サメガレイの体長組成の経年変化と直近年の体長組成の拡大図

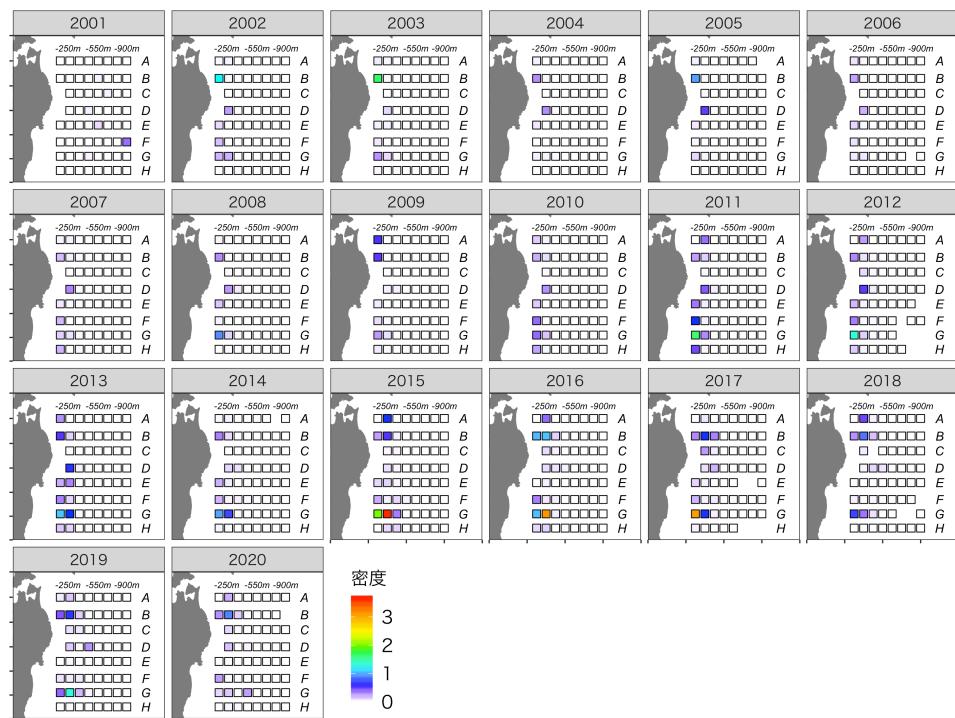


図 35: ババガレイの分布密度 ($\text{千尾}/\text{km}^2$) の経年変化

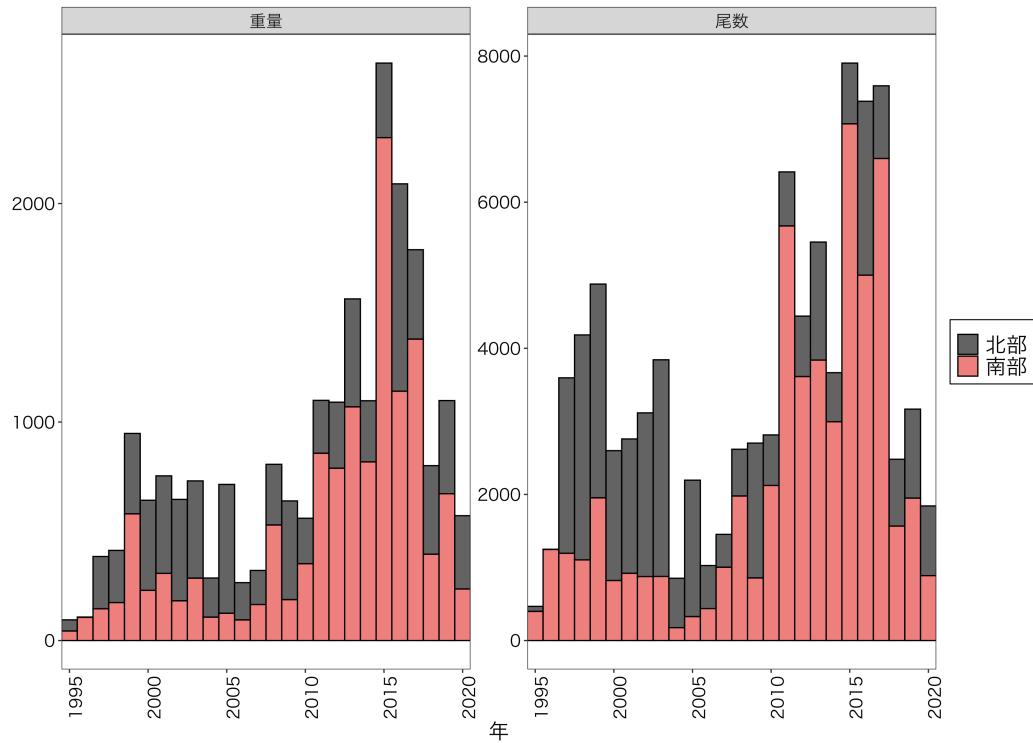


図 36: ババガレイの現存量（左; 単位はトン）と現存尾数（右; 単位は千尾）の経年変化

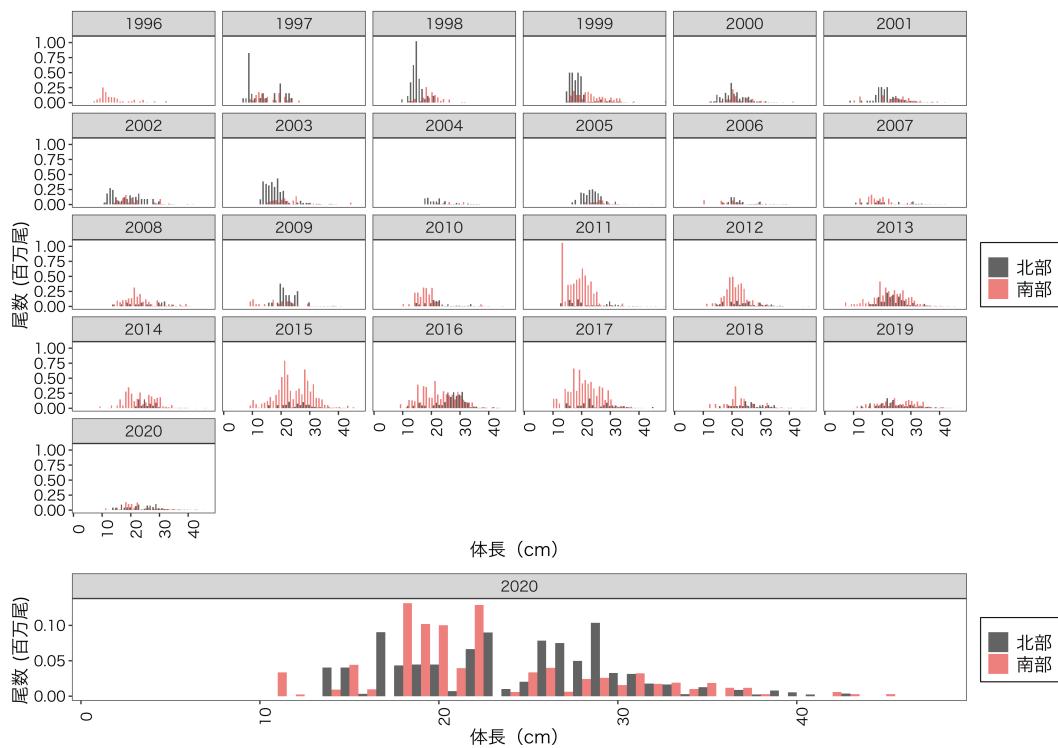


図 37: ババガレイの体長組成の経年変化と直近年の体長組成の拡大図