

北海道忍路湾におけるホソメコンブ子嚢斑面積の簡易推定法 (資料)

高谷義幸^{*1}, 川井唯史¹, 秋野秀樹²

¹北海道立総合研究機構中央水産試験場,

²北海道立総合研究機構函館水産試験場

A simplified estimation method of the sorus area of the sporophyte of the kelp *Saccharina japonica* ver. *religiosa* in Oshoro Bay, southwestern Hokkaido (Note)

YOSHIYUKI TAKAYA^{*1}, TADASHI KAWAI¹ and HIDEKI AKINO²

¹ Central Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, Yoichi, Hokkaido 046-8555,

² Hakodate Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, Hakodate, Hokkaido 040-0051, Japan

キーワード：磯焼け, ホソメコンブ, 子嚢斑面積

北海道の日本海側南部では、磯焼けによってホソメコンブを主体とする大型褐藻類が激減したことに伴い、これらを餌料とするウニやアワビなどの漁業生産が低迷している。北海道における磯焼けの持続要因は、ウニなどによる海藻類への捕食圧とされ(吾妻, 1995), これを除去することで藻場群落を回復させる事業が進められてきた。

しかし、近年では、ウニ類を除去するだけでは藻場群落が回復しない事例も出てきている(干川ら, 2016)。また、かつては、新規着生基質を適切な時期に海中へ投入すれば、多くの場合、翌年にはコンブの着生が見られたが、近年ではこれらの着生がみられないことも多い(干川, 2016)。このようなかつての知見と現在との相違点は、母藻量の違いにその一因がある。過去の調査においては、磯焼け海域で大規模なコンブ群落が見られない海域であっても、水深の浅い場所を中心としてホソメコンブが生育しており(赤池ら, 1999; 道津ら, 1999), これから放出された遊走子がコンブの群落形成に寄与していたのに対し、近年では、磯焼けが長期化してコンブ群落規模が縮小した(高谷ら, 2020) ことにより、海水中に放出される遊走子そのものが以前に比べて少なくなっていることに加え、海域での遊走子の到達範囲が限られていること(秋野ら, 2015; 高谷, 未発表) が相乗することでコンブ群落回復を困難にしていると考えられる。

再生産を担う母藻量の評価のためには成熟時期である

秋季における子嚢斑の動態を調べる必要があるが、ホソメコンブ現存量調査は本種の生物量が極大期を迎える5~7月頃に行われることが多い。遊走子を放出する秋の成熟期までには、末枯れや着生基質からの脱落、植食動物による食害などによって現存量が減少する(名畑ら, 1992) ため、春季の調査結果をそのまま母藻量に反映させることはできない。また、遊走子はコンブ藻体(胞子体)の表面に部分的に形成される子嚢斑内で作られるため、遊走子産生量を正確に評価するには子嚢斑の面積を調べる必要がある。しかし、子嚢斑はその形状が複雑なため、正確に計測するためには写真撮影と画像処理が必要となり、多検体の計測は容易ではない。そこで、葉長と葉幅を測定するだけで子嚢斑面積を簡易に推測する方法について検討した。

材料と方法

北海道南西部の日本海に面した小樽市の西部にある忍路湾の湾奥部、湾中央および湾口部の3カ所(図1)の水深0.5~1.5 mで、2018年と2019年は6月から11月まで、2020年は9月から10月にホソメコンブを各点で約30個体採取した。採集したホソメコンブは、葉長、葉幅を測定した。その際、藻体表面を観察して子嚢斑形成の有無を記録し、子嚢斑形成率(観察個体数に対する子嚢斑形成個体の割合)を算出した。また、子嚢斑形成が確認された個体に

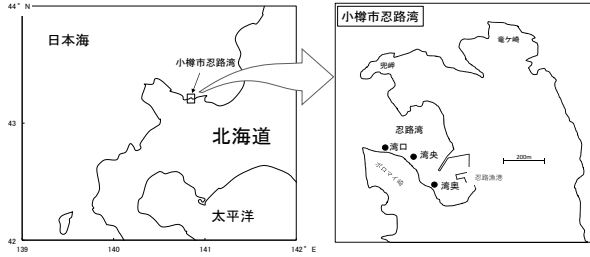


図1 標本採集場所

については、各点最大10個体についてデジタルカメラを用いて写真撮影を行い、このデジタル画像から葉面積と子嚢斑面積をTouchDeMeasure（榎本ら，2017）を用いて計測した。子嚢斑面積は、藻体の片面にのみ形成されていた場合にはその面積を、両面に形成されていた場合は裏表それぞれの面積を合算して求めたが、11月下旬に見られた遊走子放出の終了によって遊走子嚢が孢子体表層から脱落して脱色した状態となった部分は子嚢斑面積には算入しなかった。さらに、葉面積（片面×2）に対する子嚢斑面積の割合を子嚢斑面積率とした。

結果と考察

各年別、時期別の子嚢斑形成率の推移を図2に示した。各年で若干の遅速はあるが、子嚢斑形成はおおむね9月から始まっており、10月中旬までには100%に達した。

次に、葉面積の推移を図3に示した。6月の平均葉面積 ± 標準偏差は、2018年は758 cm² ± 500、2019年は507 cm² ± 256であったが、7~8月以降漸減し、子嚢斑が形成

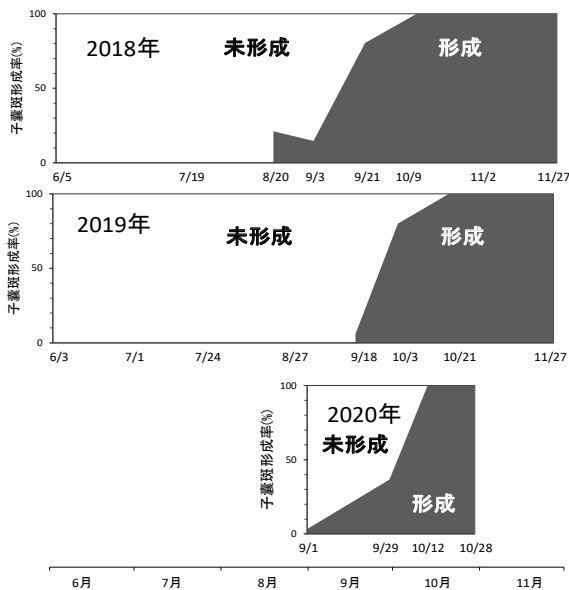


図2 ホソメコンプの子嚢斑形成率
各図の下の数値は採集日（月/日）を示す。

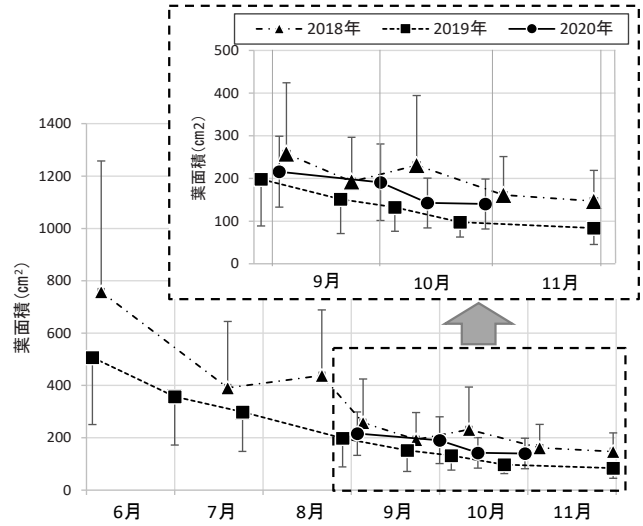


図3 ホソメコンプ葉面積の季節変化
各調査日の平均値。縦棒は標準偏差を示す。

され始める9月には2018年と2020年は200 cm²前後、2019年は140 cm²前後となった。その後も減少傾向は続き、11月下旬には2018年が147 cm² ± 72に、2019年では84 cm² ± 39となった。6月の葉面積が2018年に比べて小さかった2019年では、子嚢斑形成期以降も2018年よりも平均葉面積は小さいまま推移したが、一方で個体差も大きかった。

子嚢斑面積は9月には子嚢斑形成が始まって徐々に拡大し、10月にピークとなり、2018年と2020年では124および94 cm²に達した。2019年も10月に子嚢斑面積は最大になったが、その面積は59 cm²にとどまった（図4）。また、11月下旬には子嚢斑面積は横ばいか減少した。このように、葉面積、子嚢斑面積とも調査年間で差が見られた。

一方、子嚢斑面積率（子嚢斑面積 / (葉面積 × 2) × 100）は、9月の形成初期には10%以下であったがその後上昇し11月上旬には30%前後に達したが、11月下旬には

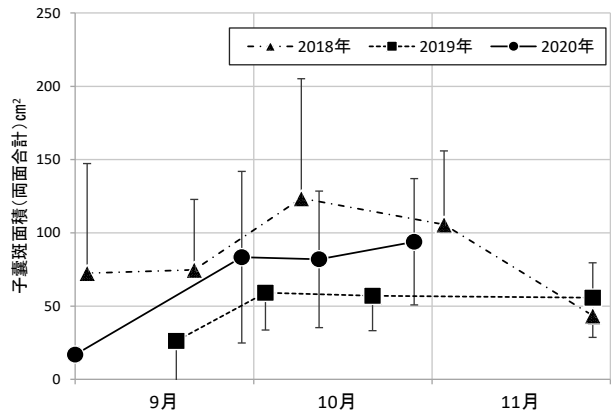


図4 ホソメコンプ子嚢斑面積の変化
各調査日の平均値。縦棒は標準偏差を示す。

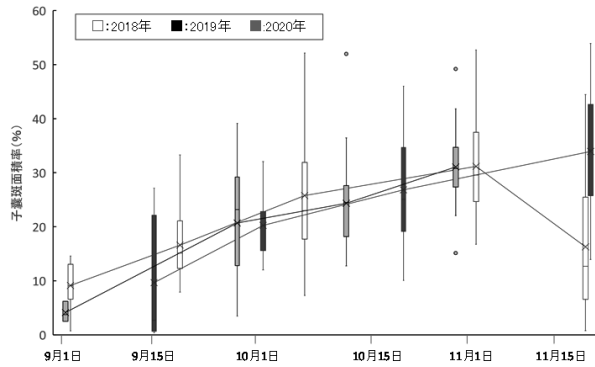


図5 ホソメコブ子囊斑面積率の変化
箱ひげ図は、最大・最小値、四分位範囲、中央値および外れ値。×は平均値を示す。

横ばいか低下し、各年とも同様な変化を示した(図5)。

以上のことから、全個体に子囊斑が形成され、かつ、子囊斑面積率が26.8~31.2%で調査年間の有意差が認められなかった(ANOVA, $F(2,87)=2.69$, $P=0.07$) 10月下旬から11月上旬に採集された個体の葉面積から子囊斑面積を推定するのが妥当であると判断し、この期間の両者の関係を図6 Aに示した。その結果、葉面積と子囊斑面積には強い相関が認められ、葉面積から子囊斑面積を推定することが可能であった(子囊斑面積(cm^2) = $0.6098 \times$ 葉面積(cm^2) - 1.9965, $R^2=0.7481$, $n=150$, $P<0.01$)。

葉面積の算出にあたっては、阿部ら(1984)によって葉長と葉幅から推定する計算式(葉面積 = $0.749 \times$ (葉長 \times 葉幅)^{1.002})が示されている。そこで、前述の個体について、この式によって推定した葉面積と実測した子囊斑面積の関係を図6 Bに示した。この場合、回帰直線の予測区間はやや拡大するが、子囊斑面積を推定することは可能だと思われた(子囊斑面積(cm^2) = $0.5904 \times$ 推定した葉面積(cm^2) - 0.1507, $R^2=0.7046$, $n=150$, $P<0.01$)。

以下に、最も簡便にホソメコブの子囊斑面積を推定する手順を記載する。

【ホソメコブ子囊斑面積の簡易算定方法】

- ① ホソメコブの採取(採取時期は10月下旬~11月上旬)
- ② 葉長および葉幅の実測
- ③ 葉面積の推定: 葉面積 = $0.749 \times$ (葉長 \times 葉幅)^{1.002}
- ④ 子囊斑面積の推定: 子囊斑面積 = $0.5904 \times$ 葉面積 - 0.1507

この方法により、個体毎の子囊斑面積の推定が可能となることから、密度調査やドローン空撮等によって得られる群落面積とあわせることで、各年の群落毎の子囊斑形成状況が明らかになる。また、10月下旬から11月上旬は、忍路湾におけるホソメコブの遊走子放出盛期である(高谷ら, 2020) ため、各年の遊走子産出規模を比較することも可能である。

ただし、ホソメコブの葉面積および子囊斑面積には個体差が大きく、回帰式からの予測範囲の幅が広いことから、この方法で推定された子囊斑面積は大まかな推計値であることに留意すべきである。また、今回の標本がホソメコブ分布域のうち、忍路湾のみで採取されたものであり、採集年も2018年から2020年までの3カ年だけである。したがって提案の回帰式が、他のホソメコブ分布域でも適用可能か、また、環境の変動があった場合にどのような変化が生じるかについてはさらなる検討が必要である。

文献

阿部英治, 垣内政宏, 松山恵二, 金子 孝. 忍路湾産ホソメコブの葉面積推定方法について. 北海道立水産試験場報告 1984; 26: 25-37.

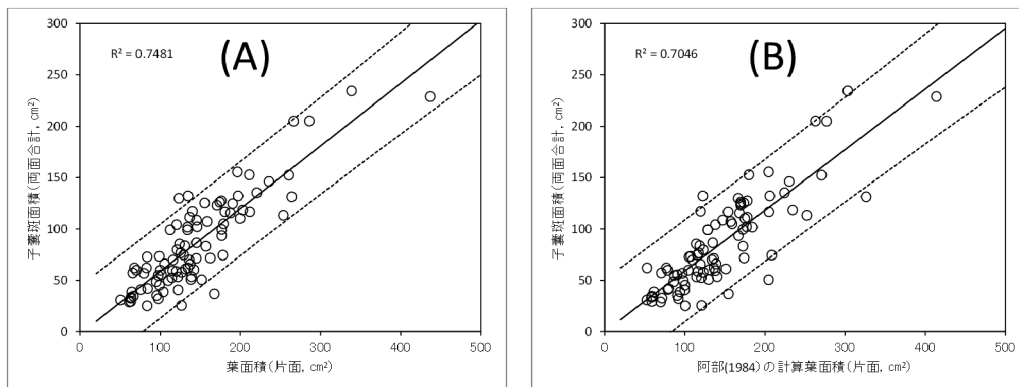


図6 10月下旬から11月上旬に採集されたホソメコブの葉面積と子囊斑面積の関係 (A)実測した葉面積, (B) 葉長と葉幅から推定した葉面積を用いた場合。破線は、回帰直線の95%予測区間を示す。

- 赤池章一, 吉田秀嗣, 松田泰平, 八木宏樹, 富山 優. 北海道積丹半島西岸における大型海藻と無節サンゴモ群落の分布面積の年変動. 北海道立水産試験場研究報告 1999 ; 56 : 125-135.
- 秋野秀樹, 川井唯史, 四ツ倉典滋, 河野時廣. 北海道泊村沿岸表層におけるホソメコンブ遊走子の移送と空間的分布. 水産工学 2015 ; 52(1) : 1-9.
- 吾妻行雄. 北海道南西部沿岸の磯焼け. 北水試だより 1995 ; 31 : 3-9.
- 道津光生, 野村浩貴, 太田雅隆, 岩倉祐二. 北海道南西部沿岸の磯焼け海域におけるホソメコンブ群落の形成要因について. 日本水産学会誌 1999 ; 65(2) : 216-222.
- 榎本洗一郎, 戸田真志, 川崎琢真, 清水洋平. タッチ教材を用いた画像計測支援ツール. ヒューマンインターフェースシンポジウム 2017 (HIS2017) 2017 ; 707-712.
- 干川 裕, 高谷義幸, 秋野秀樹, 福田裕毅. アワビ類における再生産ボトルネックの解消と藻場ネットワークの再生による資源回復・生態系修復技術の開発. 平成27年度道総研中央水産試験場事業報告書 2016 ; 152-156.
- 干川 裕. ホソメコンブ遊走子をつけた石材による新たな藻場造成手法の取組. 北水試だより 2016 ; 93 : 19-21.
- 名畑進一, 阿部英治, 垣内政宏. 北海道南西部大成町の磯焼け. 北海道立水産試験場研究報告 1992 ; 38 : 1-14.
- 高谷義幸, 川井唯史, 福田裕毅, 安永倫明, 園木詩織. 5. ホソメコンブ群落の変動と遊走子供給機能に関する研究. 令和元年度道総研中央水産試験場事業報告書 2020 ; 102-107.