

## 学位論文全文に代わる要約 Extended Summary in Lieu of Dissertation

氏名： 喜多村 鷹也  
Name

学位論文題目： サンゴ食巻貝ヒメシロレイシダマシ (*Drupella fragum*) の大発生予測に関する研究  
Title of Dissertation

学位論文要約：  
Dissertation Summary

### 【はじめに】

サンゴ食巻貝は、サンゴを主な食物とする巻貝類の総称であり、世界各地のサンゴ群生地に広く生息している。サンゴ食巻貝の中でも*Drupella*属の貝類は稀に大発生することが知られており、世界各地のサンゴ群集に深刻な被害をもたらしてきた。日本におけるサンゴ食巻貝の大発生は、1976年に三宅島で初めて記録された。その後、沖縄県を起点として、黒潮流域に位置する各地で連続的に確認された。

四国西南部では、サンゴ食巻貝の一種であるヒメシロレイシダマシ*Drupella fragum* (Blainville 1832) の高密度集団による被害が高知県大月町で1989年、愛媛県愛南町で1991年にはじめて記録された。2000年に野村・富永 (2001) によって実施された調査では、本海域の巻貝の大発生は収束する気配がなく、蔓延化していると報告された。両海域では現在に至るまで駆除活動が継続的に実施されているが、近年における駆除資料を元とした巻貝発生状況の評価が行われておらず、サンゴ食巻貝の種組成も不明である。また、大発生を確認してからの対策ではサンゴ群集への被害が大きくなる可能性が高く、事前に大発生を予測し、サンゴ群集への被害を軽減するための手法の開発が保全活動の現場で求められている。

本研究では、四国西南部におけるこれまでのサンゴ食巻貝の駆除状況を取り纏めることで、本海域におけるサンゴ食巻貝の発生の傾向と現状を把握するとともに、その情報を元に、サンゴ食巻貝の大発生を予測するための手法を開発し、効率的なサンゴ保全活動に貢献することを目的とした。

### 1. サンゴ食巻貝の駆除数の推移と近年の種組成

四国西南部におけるサンゴ食巻貝の駆除活動は、1989年から開始され、2020年まで継続的に実施されている。海域全体の年間総駆除個体数は、1998年に最大となり、227,084個体が駆除された。その後は減少傾向を示し、2018年以降の年間総駆除個体数は、10,000個体を下回った (図1)。また、2014年以降に実施された駆除活動における努力量あたり駆除個体数を算出してとりまとめると共に (図2)、野村・富永 (2001) によって提唱された基準によってサンゴ食巻貝の発生状況の評価した。その結果、両海域における努力量あたり駆除個体数には増減があるものの減少傾向を示しており、2020年における発生状況は、両海域ともに平常であると評価され、大発生の収束が示唆された。

愛南町で2015年から2017年の3年間で採取されたサンゴ食巻貝の種組成を調査した結果、全ての年で過去に大発生した経緯を持つヒメシロレイシダマシが駆除個体数の多くを占め、本海域で最も注視する必要がある種であることが明らかとなった。

### 2. ポリクローナル抗体の開発

サンゴ食巻貝の高密度集団の形成は、浮遊幼生の大量加入によって形成されるとされている (Takayama and Shirasaki 1990)。そこで本研究では、四国西南部にて最も注視する必要があるヒメシロレイシダマシの浮遊幼生に着目し、各海域における幼生の加入量を把握するための手法としてヒメシロレイシダマシ幼生に対するポリクローナル抗体を作製した。作製した抗体は、シロレイシダマシ幼生*Drupella cornus* (Röding, 1798) を用いて検証し、ヒメシロレイシダマシ幼生への高い特異性が認められた。

本抗体を用いて野外におけるヒメシロレイシダマシ幼生の出現密度の推移を2016年1月から12月の期間にて調査した。野外におけるヒメシロレイシダマシ幼生の多くは6月から12月の期間中に出現した。ヒメシロレイシダマシは、卵から22日から36日で孵化するとされていることから (Awakuni 1989)、本海域における本種の産卵期は、5月から12月頃であると予想される。

### 3. ヒメシロレイシダマシの繁殖期

2016年2月から2017年11月の期間に高知県大月町にて、ヒメシロレイシダマシを採取し、生殖層をNardi (1992) の基準 (表1) に順じ、5つの成熟段階に分類した。その結果、本種が産卵したことを示すPartially spent stageおよび、Spent stageに分類された個体が4月以降で観察され、その割合は、4月から5月が最も高かった (図6)。このことから、本海域におけるヒメシロレイシダマシの産卵期は、4月から12月であり、4月から5月にかけて同調して産卵している可能性が示唆された。

#### 【まとめ】

四国西南部では、1989年に高知県大月町、1991年に愛媛県愛南町にてサンゴ食巻貝の高密度集団によるサンゴ群集への被害が初めて記録され、駆除活動が開始された。野村・富永 (2001) は、2000年の時点でサンゴ食巻貝の大発生は慢性化しているとしており、10年以上サンゴ食巻貝による被害が継続していたと思われる。海域全体のサンゴ食巻貝の駆除個体数は、2000年頃から減少傾向を示し、2018年以降では10000個体を下回った。また、本研究による2014年以降の駆除活動の評価では、サンゴ食巻貝の大発生は確認されず、2020年における発生状況では平常であると評価された。これらのことから、本海域におけるサンゴ食巻貝の大発生の収束が示唆された。また、近年の駆除活動においても、ヒメシロレイシダマシが駆除個体数の多くを占めており、本海域で最も注視すべき種であることが明らかとなった。

本研究によって作製したポリクローナル抗体は、ヒメシロレイシダマシ幼生に対して高い特異性が確認され、本抗体にて染色された野外で採取された巻貝幼生はヒメシロレイシダマシの幼生である可能性が極めて高い。2016年の1月から12月の期間に、本抗体を用いて野外におけるヒメシロレイシダマシ幼生の出現密度を調査した結果、6月から12月の期間中に幼生が出現することが明らかとなった。ヒメシロレイシダマシの卵が孵化するまでに要する日数を考慮すると、本種の産卵期は5月から12月頃であると予想された。この結果は、組織学的手法を用いて得られた本種の産卵期の推定結果とほぼ一致した。また、ヒメシロレイシダマシの生殖層の観察において4月から5月にかけて同調して産卵した痕跡がみられ、野外における幼生の出現数も6月から7月にかけて増加した。この様に、野外におけるヒメシロレイシダマシの幼生数の推移は、生殖層の観察によって明らかとなった本種の産卵期の結果と一致する部分が多い。このことから、本研究によって作製したポリクローナル抗体は、野外における本種の浮遊幼生の動態を調査するうえで適した手法の一つであると言える。

サンゴ食巻貝の大発生を抑制するためには、産卵前に駆除を行い、幼生数を減少させることが重要である。本研究の結果から、ヒメシロレイシダマシが同調して産卵する前の3月頃に大規模な駆除を行うことで駆除効率を高めることが可能である。また、将来的には本研究で開発したポリクローナル抗体を用いて各地点のヒメシロレイシダマシの浮遊幼生数を把握することで、今後のサンゴ群集への被害規模の予測やサンゴ群集への被害が比較的軽微である稚貝の段階で、駆除を実施するなどの対策をとることが可能となり、本海域における効率的なサンゴ保全活動の実現に繋がる。

(様式5) (Style5)

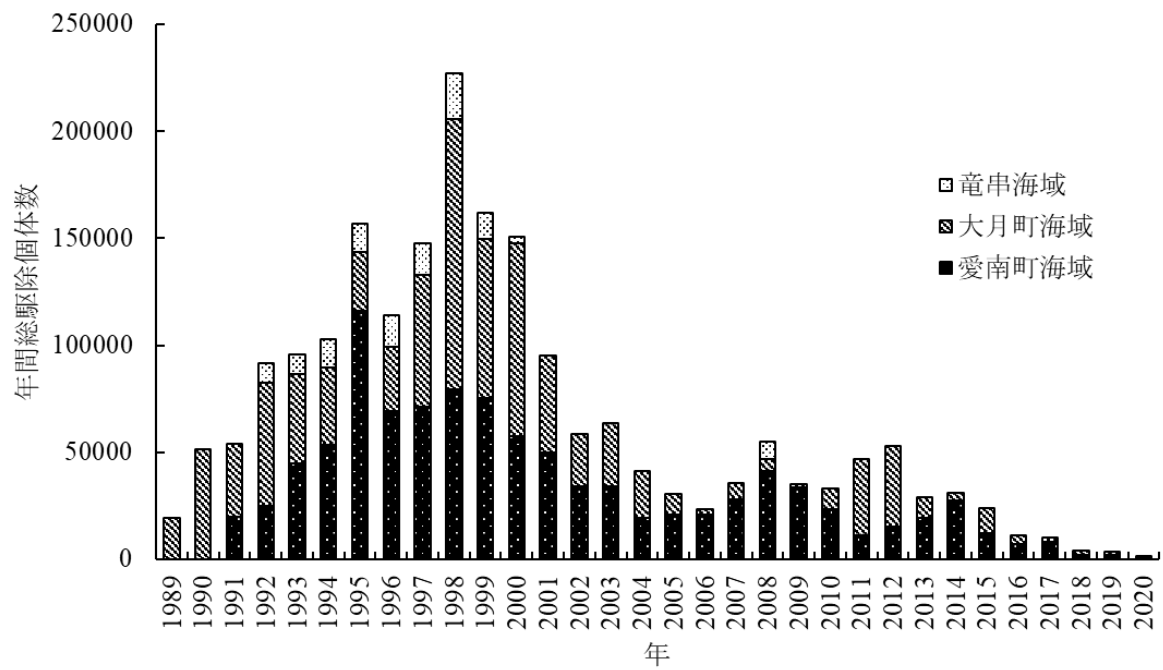


図1. 四国西南部におけるサンゴ食巻貝の年間総駆除個体数の推移。愛媛県愛南町、高知県大月町および土佐清水市竜串の3海域におけるサンゴ食巻貝の駆除個体数を年別にとりまとめた。

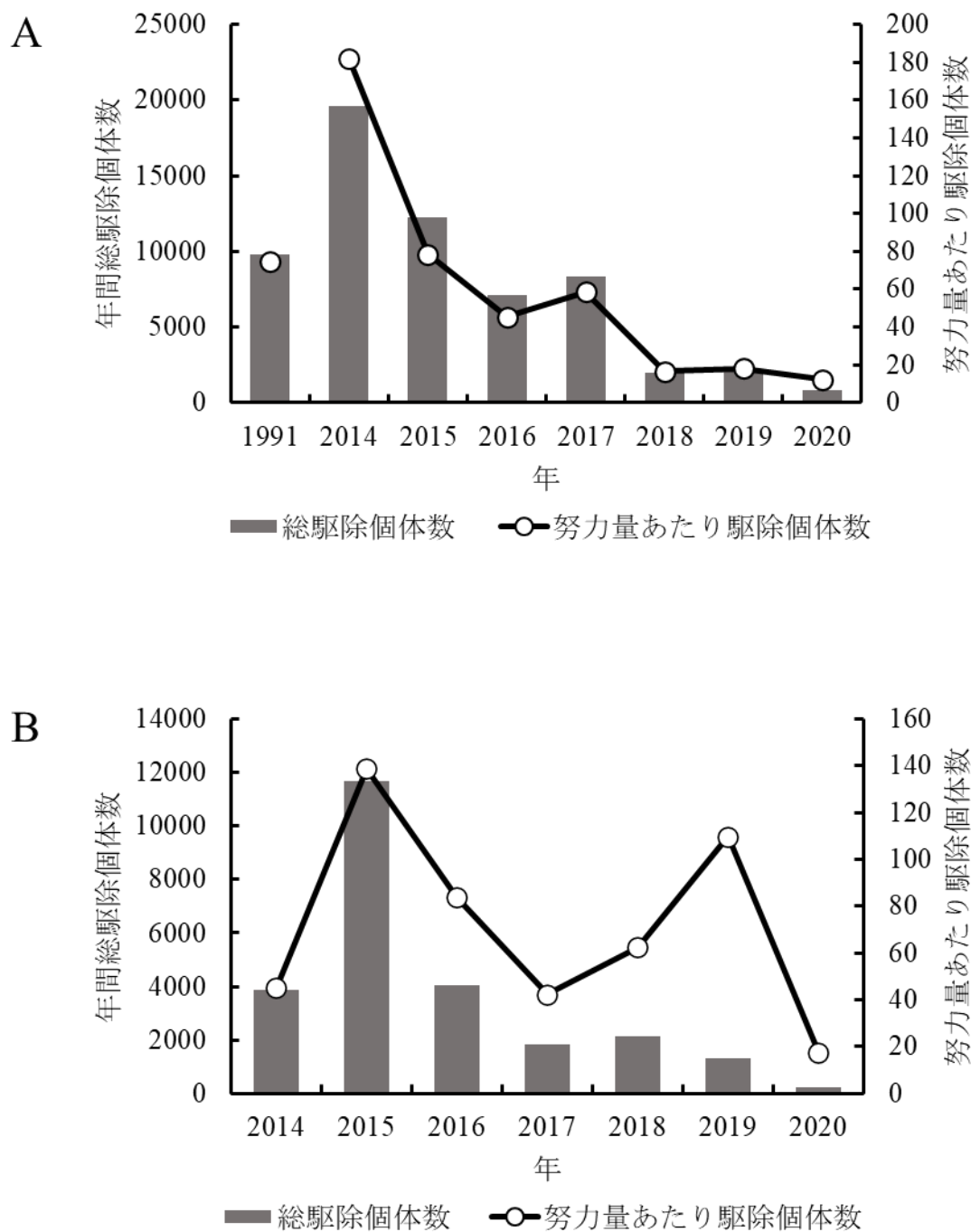


図2. 近年におけるサンゴ食巻貝の努力量あたり駆除個体数の推移. 2014年から2020年に愛南町 (A) および、大月町 (B) で実施されたサンゴ食巻貝の駆除個体数と努力量あたり駆除個体数をとりまとめた。また、愛南町においては石川ほか (1993) によって報告された1991年に実施された調査結果を近年との比較として記した。努力量あたり駆除個体数は、駆除個体数/人日として算出した。

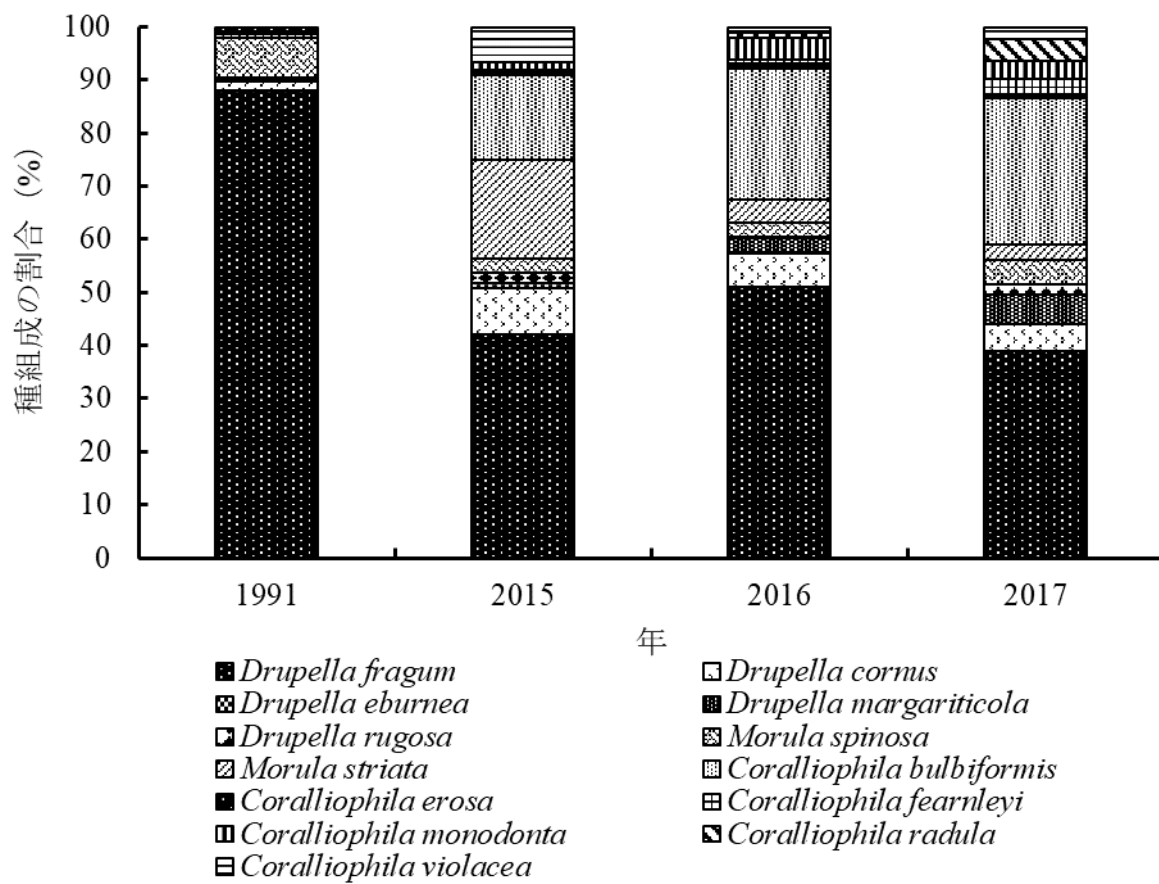


図3. 愛南町における駆除活動にて採取されたサンゴ食巻貝の種組成. 2015年から2017年の期間中に愛南町にて駆除されたサンゴ食巻貝の一部を用いてサンゴ食巻貝の種組成を調査した。種組成の調査には、2015年の駆除規模 118 人日で採取された 4336 個体、2016年の駆除規模 127 人日で採取された 4614 個体、2017年の駆除規模 137 人日で採取された 5072 個体のサンゴ食巻貝を資料として使用した。また、石川ほか（1993）によって報告された 1991 年の愛南町で実施された駆除活動にて採取されたサンゴ食巻貝の種組成を比較として記した。

(様式5) (Style5)

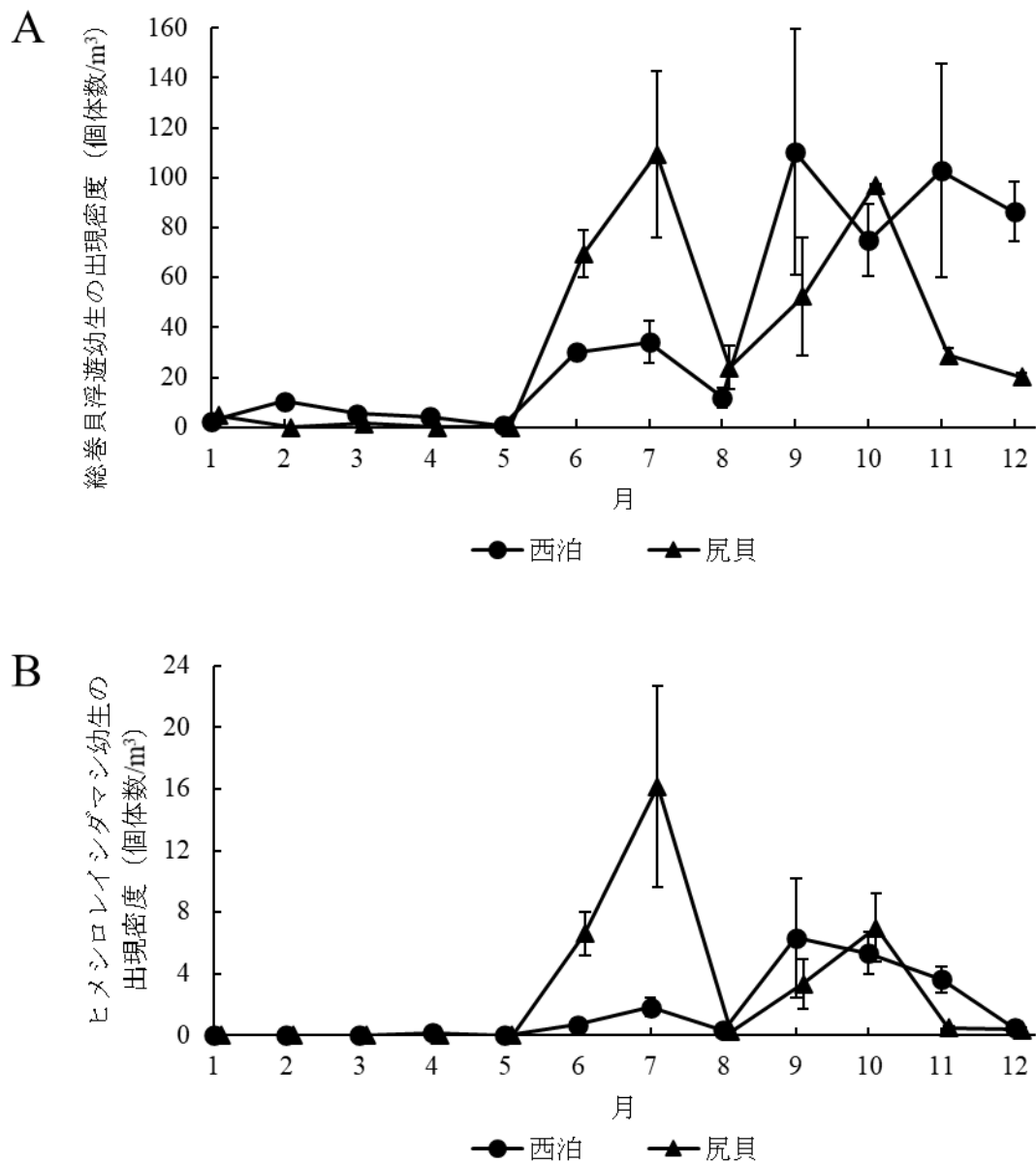


図4. ヒメシロレイシダマシ浮遊幼生数の推移. A) 2016年の大月海域におけるヒメシロレイシダマシ浮遊幼生数の推移, B) 2016年の龍ヶ迫海域におけるヒメシロレイシダマシ浮遊幼生数の推移。エラーバーは標準誤差を示す (n=3)。

表 1. ヒメシロレイシダマシの生殖層の発達段階 (Nardi 1992)

STAGE	MALE	FEMALE
Early development	Large numbers of spermatogonia and spermatocytes present around tubules. Thin layer of spermatids and spermatozoa present.	All cell stages present with large portion of oogonia and primary oocytes. Some stalked oocytes present.
Late development	Gonad lumen moderately packed with spermatozoa. Layers of spermatocytes and spermatids occupy up to half of the gonad lumen.	Moderate numbers of oogonia and primary oocytes still present. Large proportion of cells are stalked oocytes. Yolk granules and lipid droplets beginning to appear.
Ripe	Gonad lumen densely packed with spermatozoa. Few spermatocytes and spermatids present around tubules.	Gonad lumen densely packed with mature oocytes free from trabeculae. Very few stalked oocytes present. Obvious vitelline membrane enclosing densely packed yolk granules and lipid droplets in the cytoplasm.
Partially spent	Gonad lumen partially collapsed in places. Obvious spaces around tubules vacated by sperm. Other areas appear ripe, packed densely with spermatozoa. Spermatocytes and spermatids still present.	Gonad lumen partially collapsed with trabeculae folded. Obvious hollow areas between moderate numbers of mature oocytes present. Some areas remain densely packed. Yolk granules and lipids droplets still enclosed by the vitelline membrane. Very few oocytes present.
Spent	Gonad lumen collapsed. Few or no spermatogonia or spermatocytes present. Some spermatozoa still present.	Gonad lumen collapsed with trabeculae folded. A few unspawned mature oocytes may be present. Oogonia and early oocytes beginning to appear.

(様式5) (Style5)

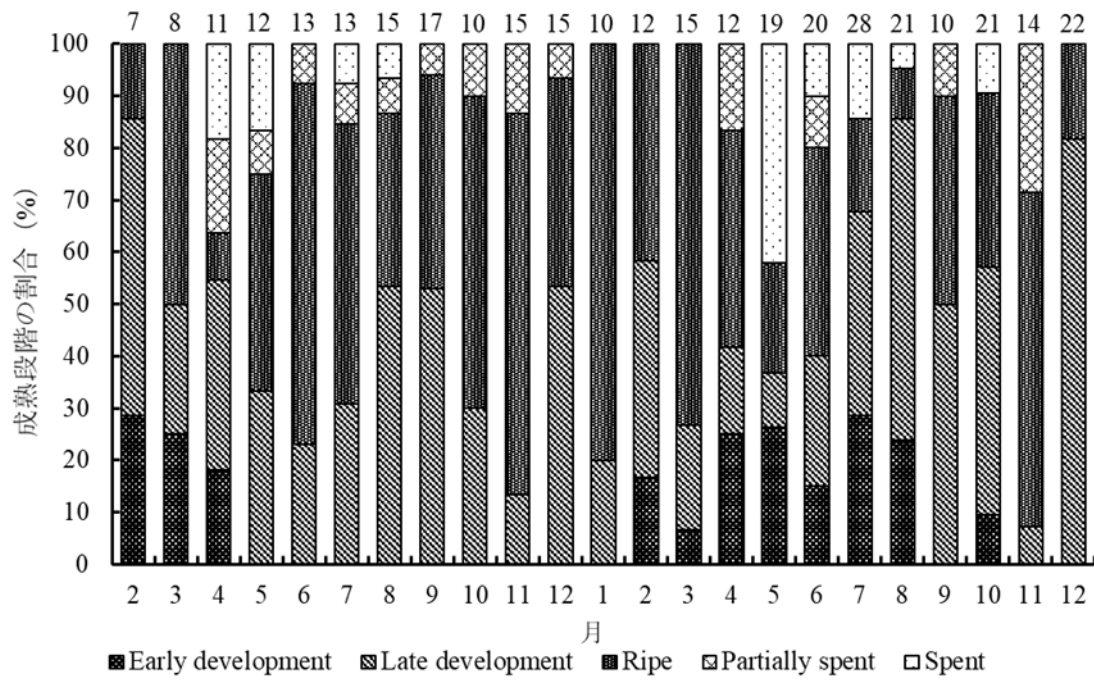


図6. 雌のヒメシロレイシダマシにおける生殖腺の発達段階の割合. 2016年2月から2017年12月の期間における雌のヒメシロレイシダマシの生殖腺の発達段階を示した。棒グラフの上部に各月に生殖腺を観察した雌のヒメシロレイシダマシの個体数を示した。