

短 報

斐伊川水系における 水産有用二枚貝に対するアカエイの捕食特性

鈴木渚斗¹・山口啓子^{2*}・門脇稔享³・門脇 祥⁴・松本洋典⁵・中村幹雄⁶

Predatory characteristics of the red stingray *Dasyatis akajei* for the commercially important clams in the Hii River system

Kaito Suzuki¹, Keiko Yamaguchi^{2*}, Toshitaka Kadowaki³, Syo Kadowaki⁴,
Hironori Matsumoto⁵ and Mikio Nakamura⁶

Abstract: The red stingray *Dasyatis akajei* is a predator that is increasing in abundance in estuarine and coastal ecosystems in Japan. It is presumed to predate on commercial clams, but this relationship has not been demonstrated in Japan. We focused on the relationship between red stingrays and commercial clams and studied the food habits of red stingrays in estuarine ecosystems of the Hii River with high and low salinity, the Lakes Nakaumi and Shinji, respectively. Red stingrays were caught by longlines, sting, and small set nets from 12 sites on the Hii River. Food materials in the gastrointestinal tract of red stingrays were classified into several items. Frequency of occurrence were determined for each food item. Appearance of clams in the gastrointestinal tract of red stingrays differed among with respect to the species. Frequencies of occurrence of *Ruditapes philippinarum* and *Corbicula japonica* were high. The weight of *R. philippinarum* was higher than that of *C. japonica*. Red stingrays tend to prey on clams found in high density in L. Nakaumi. However, *C. japonica* is not extensively preyed upon by red stingrays despite its high density in L. Shinji. The ark shell *Anadara kagoshimensis* did not appear from the gastrointestinal tract of red stingray.

Key words: Red stingray, Food habits, Clam, *Ruditapes philippinarum*, *Corbicula japonica*

¹ 島根大学大学院自然科学研究科・Graduate School of Natural Science and Technology, Shimane University, 1060 Nishikawatsu-cho, Matsue, Shimane 690-8504, Japan.

² 島根大学生物資源科学部・Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, 1060 Nishikawatsu-cho, Matsue, Shimane 690-8504, Japan.

³ 宍道湖漁業協同組合・Shinjiko Fisheries Cooperative Association, 6-9 Sodeshi-cho, Matsue, Shimane 690-0049, Japan.

⁴ 中海漁業協同組合・Nakaumi Fisheries Cooperative Association, 548-5 Shimoito, Higashiizumo-cho, Matsue, Shimane 669-0102, Japan.

⁵ 島根県水産技術センター内水面浅海部浅海科・Shimane Prefectural Fisheries Technique Center Coastal Fisheries Group, 530-10 Etomo, Kashima-cho, Matsue, Shimane 690-0322, Japan.

⁶ 日本シジミ研究所・Japan Corbicula Research Institute, 1280-1 Hayashi, Tamayu-cho, Matsue, Shimane 699-0204, Japan.

* Corresponding Author

はじめに

近年、日本ではナルトビエイ *Aetobatus flagellum* やアカエイ *Dasyatis akajei* といった一部のエイ類が増加したと考えられており、アサリ *Ruditapes philippinarum* やサルボウガイ *Anadara kagoshimensis* などの水産有用二枚貝の食害生物として注目されている（環境省, 2017; 堀口, 2005）。

アカエイの食性について, Taniuchi and Shimizu (1993) は、甲殻類や硬骨魚類が、金澤 (2003) は、カニ類やアミ類が主な餌料であると報告しており、いずれも水産有用二枚貝の捕食に関する報告はない。また、高知県で行われた研究では、飼育実験においてアカエイはアサリを捕食したが、野外個体の消化管からは、アサリが出現することはなかったと報告されている（児玉・田井野, 2014）。したがって、野外において、アカエイが水産有用二枚貝を捕食していると証明した研究は現段階では見当たらず、アカエイによる二枚貝の食害については、はっきりとわかっていないのが現状である。

また、アカエイ属の魚類は、海洋だけでなく、汽水域も主な生息場所として利用する広塩性軟骨魚類 (euryhaline elasmobranch) であり、*Dasyatis sabina* のように淡水域まで侵入する種も存在する (McGowan and Kajiura, 2009)。アカエイもまた、広塩性軟骨魚類であり、島根県東部に位置する斐伊川水系では、低塩分汽水域である宍道湖においてもアカエイの生息が確認されている (日本シジミ研究所, 2007)。

斐伊川水系の河口部にあたる宍道湖・中海は、全国でも有数の規模を誇る汽水湖であると共に、水産資源として重要な二枚貝が多い水域でもあり、宍道湖では主にヤマトシジミ *Corbicula japonica* が、中海ではアサリや、生息数は少ないがサルボウガイが代表的な水産有用二枚貝である。最近では、斐伊川水系において、アカエイが増加傾向にあり (越川, 2017a; 山口, 2018)、一部の漁業者からは、アカエイによる水産有用二枚貝 (アサリやヤマトシジミ) の食害が不安視されている。また、平成 21 年と 22 年に行われた中海を対象としたオゴノリの駆除作業報告 (水産業・漁村活性化推進機構, 2011) では、オゴノリを駆除した水域では、アサリ稚貝が一時期大量発生したが、カモ類やアカエイによる食害を受け、新たな資源加入には至らなかったと報告されている。さらに、島根県水産技術センターが行った中海浅場でのアサリ増殖実験では、網をはらなければアカエイが実験区に侵入しアサリを食い尽くしてしまったという報告もある (島根県

水産技術センターおよび漁業者 私信)。しかし、これらは実際にアカエイによる食害を証明していない。そこで、本研究では、斐伊川水系の異なる汽水域に生息する水産有用二枚貝 (アサリ・ヤマトシジミ・サルボウガイ) とアカエイの関係に着目し、アカエイの水産有用二枚貝捕食の実態を明らかにすることを目的としてアカエイの食性調査を行った。

材料と方法

試料の収集と測定

調査は島根県東部に位置する斐伊川水系内で行われた。地点および漁獲方法を図 1 に示す。アカエイ試料は、宍道湖 (St.1 ~ St.3)、中海本湖 (St.4 ~ St.7)、中海本庄水域 (St.8 ~ St.11)、境水道 (St.12) の 4 水域 12 地点で採集された。試料採集は、2017 年 4 月 ~ 2018 年 3 月までの期間、マス網による漁獲は各月に 1 回、延縄による漁獲は可能な限り各月に 1 回以上行われた。なお、刺し網は他魚種の捕獲を目的として設置されたもので、アカエイが漁獲された場合のみ漁業者からの連絡を受け試料を得た。漁獲されたアカエイはすぐに研究室へ持ち帰り、後に示す処理および測定を行った。研究室に持ち帰ったアカエイは、漁獲日時、漁獲地点、漁獲方法、雌雄を記録したのち、重量 (BW) および体盤幅 (DW) を測定した。また、測定が終わった個体から解剖を行い、消化管 (胃・腸) を摘出し、消化管内容物の分類および測定を行った。

消化管内容物の分類と測定

消化管内容物の同定は、目視によって行われた。可能な限り種の同定を行ったが、種レベルの特定が不可能な場合は、属もしくは科レベルまでの同定を行った。消化管内容物は、餌料生物を分類可能なレベルまで分けた後、餌料生物ごとに重量を測定した。重量測定には電子天秤 (AB204, METTLER TOLEDO 社) (精度 0.0001 g) を使用した。

また、本研究ではアカエイの食性を分析する際、消化管内容物中から出現した餌料生物を、魚類 Osteichthyes、大型甲殻類 Large crustacea (十脚目)、小型甲殻類 Small crustacea (アミ目を除く端脚目、等脚目)、アミ類 Mysidacea、二枚貝 Bivalvia、多毛類 Polychaeta、その他 Others の 7 つのカテゴリーに分類した。なお、アミ類に関しては甲殻類であるが、多くのアカエイの消化管から出現したため、小型甲殻類とは分けて扱った。

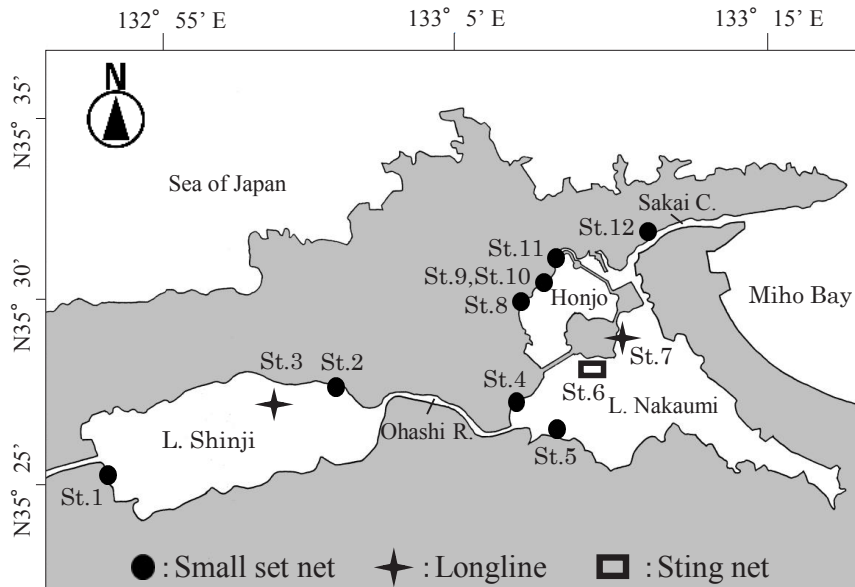


図1 斐伊川水系における調査地点と漁獲方法.

Fig. 1 Index map showing the sampling sites and sampling methods in the Hii River.

データ解析

アカエイの食性は、新野ほか(2017)に従い、水域別に餌料となる各被食生物(餌料生物*i*)の出現頻度(Frequency of occurrence:%F)を以下の計算式から求め分析した。なお、計算式中の*i*は消化管内から出現した餌料生物(種または分類群)を示す。

$$\text{出現頻度}(\%F_i) = \frac{\text{iが確認されたアカエイの個体数}}{\text{餌料生物が確認されたアカエイの総個体数(有胃個体数)}} \times 100$$

また、二枚貝については、二枚貝の種ごとに水域別の出現頻度の季節変化と各二枚貝の季節別の軟体部・殻片合計重量を求め分析した。

結果と考察

2017年4月～2018年3月までに斐伊川水系において260個体のアカエイを漁獲した。なお、有胃個体(消化管内に餌料生物が確認できた個体)が193個体、空胃個体(消化管内に餌料生物が確認できなかった個体)が67個体であったため、本研究では有胃個体の193個体について消化管内容物の調査を行った。

水域別の食性

本研究で出現した餌料生物と水域別の餌料生物出

現頻度(%F_i)を表1に示す。本研究では、分類可能な餌料生物は28種であった。魚類・二枚貝・小型甲殻類では分類の不可能な生物が存在したため、それぞれ分類不可種 Unidentified として扱った。境水道を除く水域において、イサザアミ *Neomysis* sp. の出現頻度が他の餌料生物よりも高い傾向を示しており、アカエイは斐伊川水系においてイサザアミを捕食していると考えられた。中でも宍道湖におけるイサザアミの出現頻度は55.9%と餌料生物の中で最も高かった。越川(2016)は、宍道湖においてアカエイがアミ類を捕食していたと述べており、本研究の結果も同様の傾向を示した。中海ではイサザアミの他にカタクチイワシ *Engraulis japonicus* と多毛類 *Polychaeta* の出現頻度が、境水道では小型甲殻類の出現頻度が高い傾向を示しており、水域によってアカエイが餌料として利用している生物が異なることが明らかとなった。

二枚貝に対するアカエイの捕食特性

消化管内容物中の各二枚貝の出現状態を図2に示す。消化管から出現した各二枚貝の出現状態は種によって異なっており、アサリ・イヨスダレガイ *Paphia undulata*・ソトオリガイ *Laternula marilina*・ホトトギスガイ *Arcuatula senhousia* は、殻片と足のみや水管のみといった軟体部の一部が見つかったのに対し、ヤマトシジミでは全て殻が未粉碎で、軟体部がそのまま殻中に残っていた。

水域別の二枚貝出現頻度の季節変化を図3に示す。

表 1 各水域における餌料生物出現頻度 (%) (n は各水域における有胃個体数, * は延縄に用いた餌を示す。)

Table 1 Frequency of occurrence of food items (%) in each water area.

('n' represents the number of individuals that have food items in gastrointestinal tract in each water area, and

* represents the bait used for longline.)

Species	Japanese name	Lake Shinji	Lake Nakaumi		Sakai Channel
		n=68	Main Lake n=79	Honjo Area n=43	n=3
<i>Sphyræna pinguis</i>	アカカマス	-	-	2.3	-
<i>Engraulis japonicus</i>	カタクチイワシ	-	2.5	46.5	-
<i>Konosirus punctatus</i>	コノシロ	-	6.3	-	-
* <i>Konosirus punctatus</i>	*コノシロ	-	20.3	-	-
<i>Sardinella zunasi</i>	サッパ	22.1	5.1	4.7	-
Osteichthyes * <i>Sardinella zunasi</i>	*サッパ	7.4	1.3	-	-
<i>Leiognathus nuchalis</i>	ヒイラギ	-	1.3	4.7	-
<i>Trachurus japonicus</i>	マアジ	-	2.5	-	-
<i>Acanthogobius flavimannus</i>	マハゼ	-	3.8	-	-
<i>Acanthogobius flavimannus</i>	*マハゼ	-	5.1	-	-
Unidentified		-	12.7	23.3	-
<i>Acetes japonicus</i>	アキアミ	1.5	8.9	2.3	-
<i>Palaemon sp.</i>	スジエビ	4.4	3.8	9.3	-
<i>Metapenaeus ensis</i>	ヨシエビ	1.5	-	16.3	-
Large crustacea <i>Hemigrapsus takanoi</i>	タカノケフサイソガニ	-	6.3	2.3	-
<i>Philyra pisum</i>	マメコブシガニ	1.5	-	2.3	-
<i>Pagurus dubius</i>	ユビナガホンヤドカリ	-	1.3	-	-
<i>Melita sp.</i>	ヨコエビ	5.9	3.8	7.0	-
<i>Aoridae sp.</i>	ドロソコエビ	8.8	3.8	4.7	33.3
Small crustacea <i>Synidotea sp.</i>	ヘラムシ	-	16.5	16.3	-
<i>Cyathura sp.</i>	ウミナナフシ	32.4	1.3	-	-
Unidentified		-	-	-	100.0
Mysidacea <i>Neomysis sp.</i>	イサザアミ	55.9	20.3	18.6	-
<i>Ruditapes philippinarum</i>	アサリ	-	2.5	11.6	-
<i>Paphia undulata</i>	イヨスダレガイ	-	1.3	-	-
Bivalvia <i>Laternula marilina</i>	ソトオリガイ	2.9	-	-	-
<i>Arcuatula senhousia</i>	ホトトギスガイ	-	5.1	7.0	-
<i>Corbicula japonica</i>	ヤマトシジミ	10.3	-	-	-
Unidentified		1.5	2.5	-	-
Polychaeta Polychaeta	多毛類	5.9	25.3	-	-
<i>Iravadia elegantula</i>	カワグチツボ	14.7	2.5	2.3	-
<i>Gomphidae sp.</i>	サナエトンボ	1.5	-	-	-
Others Teuthida	イカの仲間	-	1.3	-	-
<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オゴノリ	-	-	2.3	-
Unidentified		1.5	-	-	-

水域別の二枚貝出現頻度は、宍道湖ではヤマトシジミが、中海ではアサリが高く、二枚貝については全体的に 4～6 月に出現頻度が高い傾向にあった。

また、季節別の各二枚貝の軟体部・殻片合計重量を図 4 に示す。被食された各二枚貝の合計重量は、アサリが最も大きく、ヤマトシジミが最も小さかった。

アサリについて

アサリの出現頻度は、4～6 月に高かった (図 3)。消化管内に残っていたアサリの足のサイズから、捕食されたアサリの殻長は約 10～20 mm と推定された。また、合計重量が他の餌料二枚貝に比べ極めて大きく (図 4)、アカエイの消化管からアサリが単独で出現

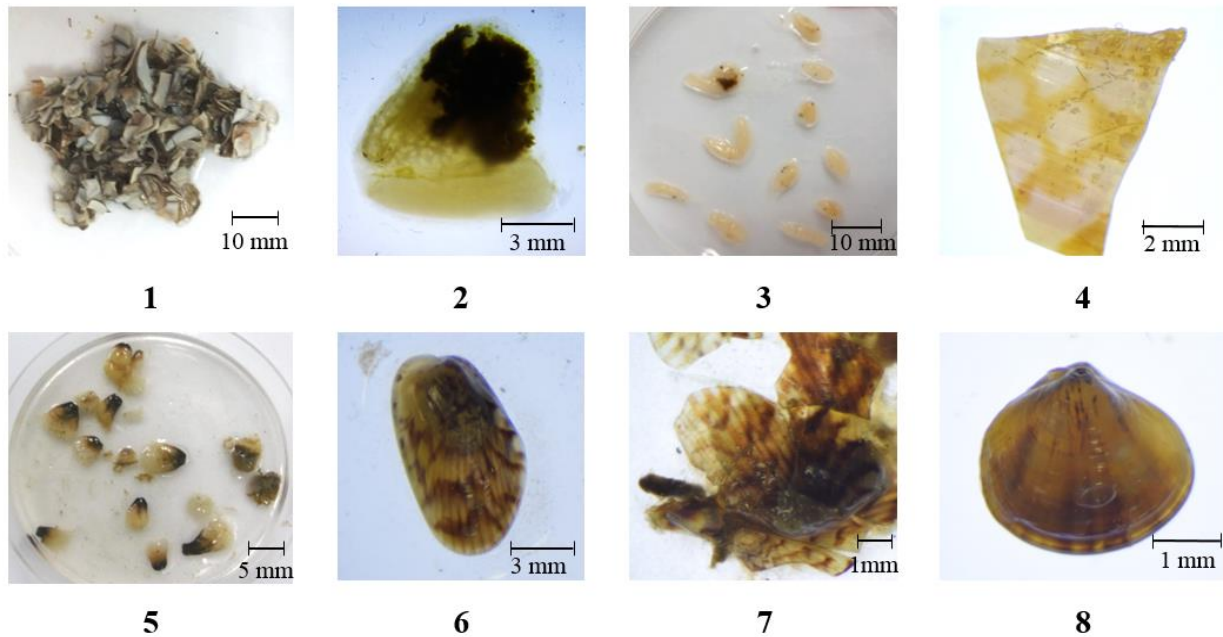


図2 アカエイ消化管内容物中の各二枚貝の状態。

1. アサリ(粉碎殻) 2. アサリ(軟体部) 3. アサリ(足) 4. イヨスダレガイ(粉碎殻) 5. ソトオリガイ(水管)
6. ホトトギスガイ(未粉碎殻) 7. ホトトギスガイ(粉碎殻) 8. ヤマトシジミ(未粉碎)

Fig. 2 Appearances of bivalves in gastrointestinal tract of *D. akjei*.

1. *Ruditapes philippinarum* (Crushed shells). 2. *Ruditapes philippinarum* (Soft tissue). 3. *Ruditapes philippinarum* (feet). 4. *Paphia undulata* (Crushed shells). 5. *Laternula marilina* (Siphons). 6. *Arcuatula senhousia* (Uncrushed shell). 7. *Arcuatula senhousia* (Crushed shells). 8. *Corbicula japonica* (Uncrushed shell).

することもあった。中海におけるアサリ小型個体の生息密度は4～6月頃に最大になり、その後、急激に減少する(Miyamoto et al. 2017)。本研究の結果では、アサリの生息密度が高い時期に、アサリの出現頻度が高かった。また、高知県で行われた飼育実験では、アカエイは殻長20 mm以下のアサリをよく捕食し、殻長が31.5 mm以上のアサリを捕食しなかったと報告されている(児玉・田野井, 2014)。本研究で被食されたアサリの殻長は10～20 mmであったことから、上記の結果と整合的である。以上のことから、斐伊川水系におけるアカエイは、アサリ小型個体の生息密度が最大になる4～6月に、殻長10～20 mmのアサリ小型個体を餌料として利用していると考えられた。

ヤマトシジミについて

ヤマトシジミについては、宍道湖内での出現頻度は高いが、アカエイ1個体から出現する被食個体数が1～2個体と極めて少なく、殻長が5 mm程度の小型の個体しか出現しなかった。そのため、合計重量が小さくなったと考えられる。ヤマトシジミを捕食していたア

カエイの消化管からは、アミ類や小型甲殻類、消化され分類不可能であった餌料などが同時に出現し、ヤマトシジミが単独で出現することはなかった。また、被食されたヤマトシジミの殻長は、誤食と考えられる木片と同程度の5 mm程度であり(図5)、殻も未粉碎であった(図2)。さらに、宍道湖において殻長5 mm未満のヤマトシジミ稚貝は東岸で5～6月に多数出現し、夏以降減少する(向井ほか, 2014)。すなわち、アカエイの消化管内からヤマトシジミが出現した時期(4～6月)には、殻長5 mm程度のヤマトシジミが、宍道湖の浅い砂底において高密度で生息していたと考えられる。一方、漁獲サイズである大型の個体も宍道湖の浅場(浅棚部)で優占し、生息密度も高い(中村, 2000)が、アカエイの消化管内からは出現しなかった。したがって、斐伊川水系において、アカエイはヤマトシジミを餌料として利用しておらず、本研究でアカエイの消化管内から出現したヤマトシジミは誤食によって消化管内に入った個体と考えられた。また、アカエイはヤマトシジミ大型個体を捕食していなかったが、どのように大型個体を選別・排除しているかは今のところ不明である。

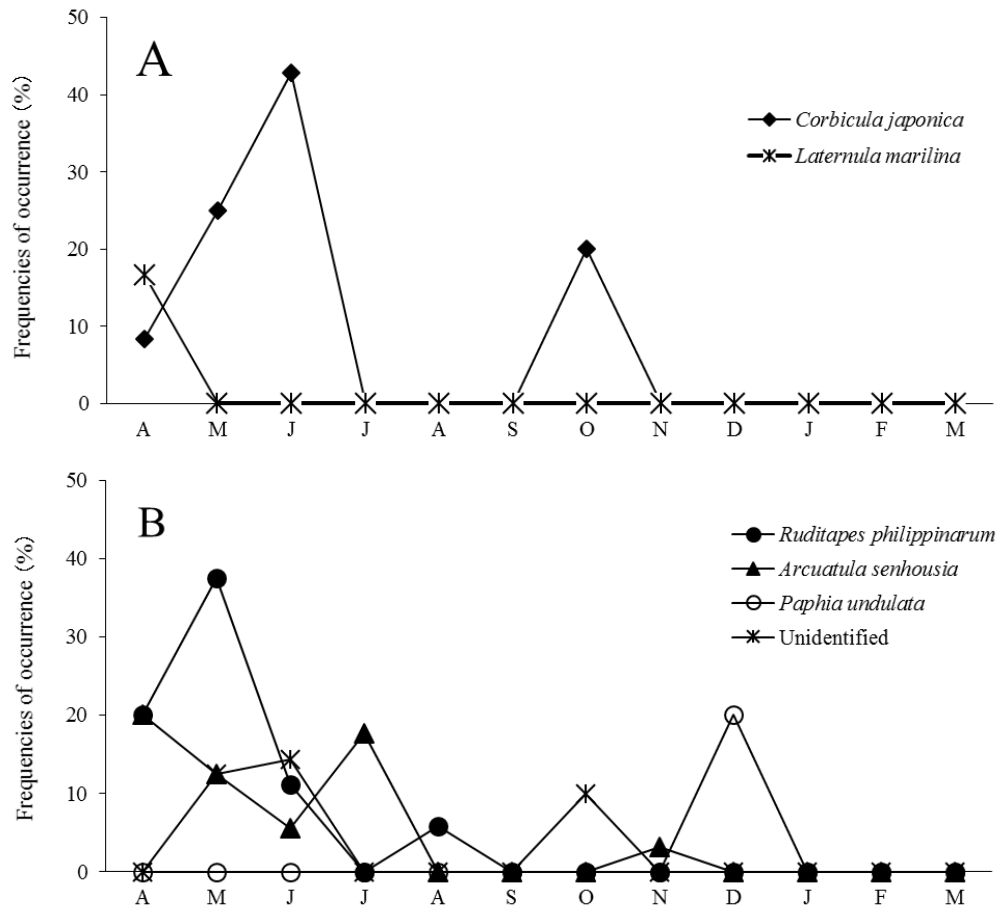


図3 水域別の二枚貝出現頻度の季節変化。

A. 穴道湖における二枚貝出現頻度 B. 中海における二枚貝出現頻度

Fig. 3 Seasonal change in frequency of occurrence of bivalves.

A. Frequency of occurrence of bivalves in Lake Shinji.

B. Frequency of occurrence of bivalves in Lake Nakaumi.

サルボウガイについて

本研究において、アカエイの消化管内からサルボウガイは出現しなかった。しかし、地撒きしたサルボウガイが食害を受け、それがアカエイによるものではないかといった情報もある（漁業者、私信；島根県水産技術センター、私信）。道根ほか（2009）が行った調査では、遅江沖のサルボウガイの生息密度は、1 m²あたり0.02～0.83個と極めて少なかった。したがって、中海ではサルボウガイの生息密度が低いいため、アカエイに捕食されなかったと考えられる。しかし、地撒きを行い、生息密度の高くなった場所では、アカエイがサルボウガイを捕食することは十分に考えられる。

その他二枚貝について

ホトトギスガイは中海で優占する二枚貝であるが

（山口ほか，2013），アカエイ消化管内容物中のホトトギスガイの出現頻度は，アサリの次に高く，4～7月に高かった（図3）。また，ホトトギスガイの合計重量は小さかった（図4）。越川（2016）は，中海においてアカエイがホトトギスガイを多く捕食していたと報告している。一方，越川（2017b）はまた，ホトトギスガイに関しては，ヨコエビ類・多毛類・イソコツブムシ類などの主要な餌生物に混じって捕食されていたと報告している。本研究においても，ホトトギスガイを捕食していた個体は全て中海において漁獲された個体であり，その消化管からは，イサザアミやヘラムシ *Synidotea* sp.などの他の餌料が同時に出現した。また，アカエイの消化管内から出現したホトトギスガイの状態は粉碎されたものと未粉碎のものがあつた（図2）。高知県で行われた飼育実験では，アカエイにホトトギ

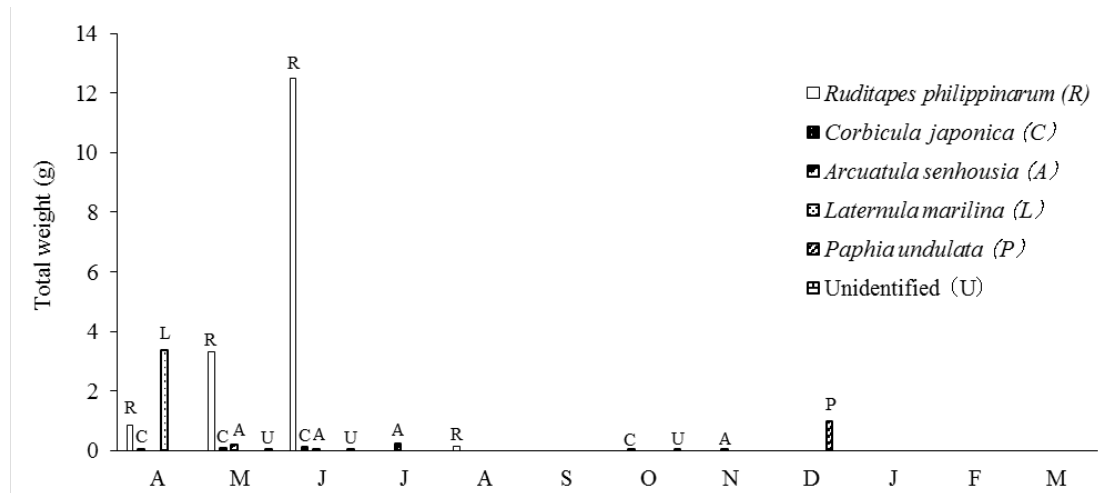


図4 季節別の各二枚貝の軟体部・殻片合計重量。
 Fig. 4 Seasonal change in total weight of each bivalve.

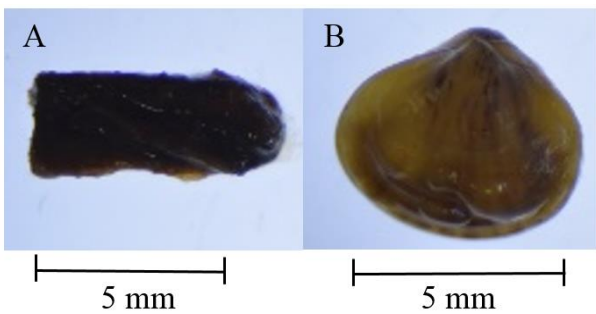


図4 アカエイの消化管から出現した木片(A)とヤマトシジミ(B)。
 Fig. 4 Wood chips (A) and *Corbicula japonica* (B) appeared from the gastrointestinal tract of *D. akajei*.

スガイを単独給餌した場合、アカエイはホトトギスガイを捕食し、その際、被食ホトトギスガイ1個体当たりの貝殻片数は19.0個に粉碎されていた(児玉・田井野, 2014)。このことから、粉碎されたホトトギスガイは餌料として利用されたものであることは明らかである。一方、未粉碎であったものは軟体部が残っており、誤食と考えられた。以上をまとめると、斐伊川水系のアカエイは、ホトトギスガイを餌料として利用するが、合計重量が小さかったこと、他の餌料に混じって出現したことなどから、アサリよりは選択性の低い餌料であると考えられた。

ソトオリガイが出現したのは4月に宍道湖(St.3)で漁獲された個体のみであった。ソトオリガイは中海と宍道湖をつなぐ大橋川の河口付近に多く生息してい

ることから(中村ほか, 1997)、宍道湖へと遡上してきた個体がソトオリガイを餌料としていたと考えられた。なお、イヨスダレガイが出現したのは12月のみであった。イヨスダレガイの生息している場所は、主に中海の深場の泥底であり、密度は低いながらサルボウガイも生息できる場所である(山口, 2015)。したがって、アカエイがサルボウガイも捕食する可能性は否定できず、今後も調査を続けていく必要があると考えられた。

まとめ

本研究の結果より、斐伊川水系においてアカエイは、アサリについては、5～6月に、殻長10～20mm程度の小型個体を多く捕食していることが明らかとなった。一方、ヤマトシジミについては、4～6月頃に、殻長5mm程度の個体が消化管から出現したが、誤食である可能性が高いと考えられた。なお、本研究では、サルボウガイを捕食していた個体は確認されなかった。

謝辞

島根大学エスチュアリー研究センターの松本力也技能補佐員には、アカエイ試料の提供をしていただいた。島根県水産技術センター内水面浅海科の佐々木正研究員、吉田太輔研究員、宍道湖漁業共同組合の桑原正樹氏、門脇輝哉氏、中海漁業協同組合の外谷久人氏、門脇英治氏、森山養殖事業青年部会の石倉義之氏、宍道湖自然館ゴビウスの田久和剛史氏には情報提供等多大なご支援をいただいた。また、島

根大学生物資源科学部の倉田健悟准教授には本研究
に対しての議論とアドバイスをしていただいた。お世
話になった方々に、深く感謝の意を表し、厚くお礼申
し上げます。

引用文献

- 堀口敏宏 (2005) 東京湾における底棲魚介類の種組
成と生物量の変遷. 国立環境研究所ニュース, 24(2):
3-6.
- 金澤孝弘 (2003) 水温下降期の有明海におけるアカエ
イの漁獲分布と食性. 福岡県水産海洋技術センター
研究報告, 13: 149-152.
- 環境省 (2017) 有明海・八代海等総合調査評価委員
会報告, 8: pp.366-376.
- 児玉修・田井野清也 (2014) アサリ資源回復試験. 平
成 26 年度高知県水産試験場事業報告書, 112: 118-
134.
- 越川敏樹 (2016) 宍道湖と中海における主な魚類の
食性と餌環境. 平成 27 年度ホシザキグリーン財団
環境修復プロジェクト報告書, pp.1-23.
- 越川敏樹 (2017a) 宍道湖・中海の魚介類の移り変わ
り～過去 30 年間の漁から汽水域環境の変化を探
る～. 平成 28 年度ホシザキグリーン財団環境修復
プロジェクト報告書 (別冊), pp.10.
- 越川敏樹 (2017b) 宍道湖・中海・美保湾で貝類を食
べる魚類とその状況. 平成 28 年度ホシザキグリー
ン財団環境修復プロジェクト報告書, pp.47-56.
- McGowan, W. D. and Kajiura, M. S. (2009)
Electroreception in the euryhaline stingray, *Dasyatis*
sabine. *Journal of Experimental Biology*, 212: 1544-
1552.
- 道根淳・原修一・木村秀・青山喜久雄 (2009) 中海
におけるサルボウガイの桁曳き網調査. 島根県水産
技術センター研究報告, 2: 71-73.
- Miyamoto, Y., Yamada, K., Hatakeyama, K., Hamaguchi,
M. (2017) Temperature-dependent adverse effects of
drifting macroalgae on the survival of Manila clams
in a eutrophic coastal lagoon. *Plankton and Benthos*
Research, 12 (4): 238-247.
- 向井哲也・曾田一志・勢村均・石田健次・松本洋典 (2014)
宍道湖ヤマトシジミ資源調査. 平成 24 年度島根県
水産技術センター年報, pp.58-63.
- 中村幹雄 (2000) 日本のシジミ漁業 その現状と問題点.
たたら書房, pp.187-190.
- 中村幹雄・清川智之・山根恭道・内田浩・福井克也 (1997)
宍道湖・中海水産振興対策検討調査事業 宍道湖・
中海の底質環境と底生生物調査. 平成 9 年度島根
県水産技術センター年報, pp.205-228.
- 新野洋平・柴田淳也・富山毅・坂井陽一・橋本博明
(2017) 瀬戸内海中央部燧灘周辺におけるタチウオ
Trichiurus japonicus の食性. *日本水産学会誌*, 83(1):
34-40.
- 日本シジミ研究所編 (2007) 宍道湖と中海の魚たち.
山陰中央新報社, pp.68-69.
- 水産業・漁村活性化推進機構 (2011) 漁業者等地
域活動普及啓発部会 (輪番休漁事業) 報告書,
pp.134-145.
- Taniuchi, T. and Shimizu, M. (1993) Dental Sexual
Dimorphism and Food Habits in the Stingray *Dasyatis*
akajei from Tokyo Bay, Japan. *Nippon Suisan*
Gakkaishi, 59: 53-60.
- 山口啓子 (2015) 中海の二枚貝—サルボウガイが語る
中海の環境変遷—. 島根大学「斐伊川百科」編集
委員会編「フィールドで学ぶ斐伊川百科」. pp.112-
121. 今井書店.
- 山口啓子 (2018) 宍道湖・中海における水産資源と水
環境. *水環境学会誌*, 41 (A) : 233-236.
- 山口啓子・倉田健悟・園田武・瀬戸浩二 (2013) 中海
における二枚貝群集の特徴と干拓堤防建設により
隔てられた汽水域の変化. *日本ベントス学会誌*, 67
(2) : 82-95.