干潟のアカミミガメは何を食べているのか？
～干潟と周辺淡水域における外来種ミシシippアカミミガメの食性比較
**What does the red-eared slider eat on the tidal flats? Comparing the diet of
the invasive alien species *Trachemys scripta elegans*
inhabiting the tidal flat and freshwaters**

吉岡志帆・木村妙子*

三重大学大学院生物資源学研究科, 〒514-8507 三重県津市栗真町屋町 1577

Shiho YOSHIOKA and Taeko KIMURA*

Graduate school of Bioresource, Mie University, 1577 Kurimamachiya, Tsu, Mie 514-8507, Japan

Abstract: The red-eared slider, *Trachemys scripta elegans*, is a freshwater turtle native to the South Central United States of America and Northeastern Mexico. It was introduced into Japan in the late 1960s and is currently the dominant and widely distributed species throughout the country. The species is salt tolerant, and its distribution has recently expanded into tidal flats; however, its ecology in the tidal flats is unknown. The aim of the present study was to analyze the diet of *T. s. elegans* inhabiting the tidal flats. We collected 46 individuals from the tidal flats and adjacent freshwater waterway of the Tanakagawa River in the Mie Prefecture in November 2014 and from April to November 2015. We compared the intestinal content of the turtles from both the habitats. They consumed a wide variety of plants and animals in both the habitats, with no difference between the habitats in terms of food intake per body weight. There was a higher ratio of animal to plant matter in juveniles and adults from the tidal flats than that in those from the freshwater waterways. In this animal matter, there was a high incidence of decapod species, such as the tidal flat crabs *Helice tridens* and *Macrophthalmus japonicus*. To the best of our knowledge, the present study is the first to suggest that the red-eared slider affects the tidal flat ecosystems by preying on the native tidal flat organisms.

Key Words: alien species, decapoda, diet, tidal flat, *Trachemys scripta elegans*

はじめに

ミシシippアカミミガメ *Trachemys scripta elegans* (以下、アカミミガメとする) は、アメリカ合衆国中南部とメキシコ北東部を原産とする淡水性のヌマガメ科のカメであり、現在ではヨーロッパやアフリカ、南アメリカ、アジアなどの76の国と地域に移入し定着している世界的な外来種である (van Dijk et al. 2012)。日本では第二次世界大戦前からペットとして少数の輸入が行われていた。その後、1960年代前半から大量に輸入されるようになり、1960年代後半にはペットの遺棄や逸出を原因とする野外個体の定着が確認されるようになった (安川 2012)。現在では北海道南部から琉球諸島まで全国各地で定着しており、2016年時点では国内で約800万個体が生息していると推定され (環境省 2016a)、国内の淡水環境で最も普通に見られるカメ

となっている (安川 2012)。本種は最大背甲長が30 cmほどになり、在来の淡水カメ類に比べて大型で成長が早く産卵数も多く、広範囲の温度や塩分に適応し、人為的な環境への耐性がある (安川 2002)。本種は在来生物との競合や、絶滅危惧種への脅威となることから、世界の侵略的外来種ワースト100に指定されている (Lowe et al. 2000)。また、国内においても日本の侵略的外来種ワースト100に指定され (日本生態学会 2002)、環境省は2015年に本種を緊急対策外来種に指定した (環境省 2015)。しかし、侵入先での本種の生態系への影響に関する定量的な研究は少ない (Cadi & Joly 2003; Chen 2006)。

本種は雑食性であり動物から植物まで幅広く摂餌することが知られている (Clark & Gibbons 1969; Hart 1983; Ernst & Lovich 2009)。国内での食性研究は、野田・鎌田 (2004) の糞分析、三根ら (2014) の消化管内容物分析、小出水ら (2015) による糞からの環境DNAを用いた研究があり、雑食性ではあるが植物食傾向が強いことが示された。これまでに農産物のハスやその新芽のレンコン食害、稀少植物のオニバスの食害が報告されている (Ramsay et al. 2007; 有馬ら 2008; 沢田 2012; 曾我部ら 2013)。また、池に生息す

Received 2 July 2017 Accepted 17 December 2017

* Corresponding author

E-mail: k-taeko@bio.mie-u.ac.jp

Fig. 1. *Trachemys scripta elegans* and *Helice tridens* sunbathing on the Tanakagawa tidal flat.

るカメ類のひなを捕食する例も報告されている (佐藤 2012)。今回の調査地となった三重県では 1980 年までは野外での記録はなかったが (富田 1980), 1980 年末から分布が確認され (富田 1990; 河北 1993; 富田 1994; 竹原 1996; 矢部 1996), 現在では県内の多くの水路やため池などの淡水環境に本種が生息している (三重自然誌の会 2013; 谷口ら 2015)。また, 本種は淡水性ではあるが耐塩性があり (Shu et al. 2012; Hong et al. 2014), 国内の分布の拡大に伴い, 汽水域や干潟でも生息が確認されるようになった。本研究の調査地である三重県津市の田中川干潟では, 干潮時に干潟内でアカミミガメの泳いでいる姿や甲羅干しをしている姿がしばしば目撃されている (Fig. 1)。

これまでの本種の生態的研究は淡水域での知見がほとんどであるが, 耐塩性の高い本種が干潟の生物を捕食する場合, 干潟生態系に影響を与える可能性がある。そこで本研究では, 外来種アカミミガメの干潟生態系への影響を定量的に把握するために, 田中川干潟とその周辺淡水域に生息するアカミミガメの消化管内容物を調査した。そして, 干潟と淡水域両方の消化管内容物の分類と計測比較から本種の干潟における食性を明らかにし, 干潟生態系への影響を考察することを目的とした。

材料と方法

調査地

田中川は伊勢湾の北中部西岸部に流入する流れ 5 km ほどの二級河川である (Fig. 2)。田中川干潟は田中川河口部

Fig. 2. Location of the sampling sites on the Tanakagawa tidal flat, Mie Prefecture. Open circle: tidal flat sampling site; closed circle: freshwater waterway sampling site.

の右岸に位置する面積 0.06 km² ほどの潟湖干潟であり, 南端部に水路から淡水が流入するとともに, 川沿いの石積み護岸の上流側と河口付近の 2 ヶ所の流入口から上げ潮時に海水が流入する。干潟は小面積ながらも多様な環境がよく保存されており, 塩性湿地であるヨシ原, 砂質干潟, 泥質干潟, 滞筋, 陸上植生が見られることから, 生物多様性の観点から重要度の高い湿地に指定されている (環境省 2016b)。これまでにこの干潟ではマクロベントスの優占分類群の生物相や分布と底土環境の関係についての調査がされており (木村・木村 1999; Kawaida et al. 2013; Liu et al. 2014), メイオベントスの線虫類相も明らかにされている (梅本・木村 2016)。また, ナラビオカミミガイ *Auriculastra duplicata*, オカミミガイ *Ellobium chinense*, クリイロコミミガイ *Laemodonta siamensis*, キヌカツギハマシイノミガイ *Melampus (Melampus) sincaporensis*, ハマグリ *Meretrix lusoria*, ウモレベンケイガニ *Clistocoeloma sinense*, クモノエミオスジガニ *Deiratonotus kaoriae*, シオマネキ *Uca arcuata*, ハクセンシオマネキ *Uca lactea* (環境省 2014a; 環境省 2014b) などを含む多数の絶滅危惧種が確認されている (木村・木村 1999; 鈴木ら 2013; Yuhara et al. 2014; 三重県 2015)。

河口付近にある海水の流入口から始まる干潟の滞筋は, 干潟の南端の堤防道路下の暗渠を通して淡水が流入する水路とつながっている。暗渠の水路側には水門があり, ごみ取り用の幅 10 cm 程の鉄柵と扉型の水門の二重構造になっている。通常時には扉型の水門は閉まっていますが, カメ類は行き来できないが, 水路の増水時には水門が開き干潟への放水が行われるため, 鉄柵の隙間を通ることのできるカメ類は水路から干潟への移動が可能である。また, 堤防道路を横断して干潟と水路を行き来するアカミミガメも目撃されている。水路は堤防道路の西側を流れる幅 3~5 m, 長

さ約 700 m の三面コンクリート護岸で、周辺は陸上植生に囲まれている。田中川は両岸とも護岸化された斜面であり、護岸の隙間に陸上植生が見られる。堤防道路の西側には元養鰻池の淡水の池が複数あり、壁面は護岸されており周辺は陸上植生に囲まれている。

予備調査によって、アカミミガメは田中川干潟の水門付近の泥干潟とそれに接続する水路、および田中川本流と周辺の池で泳いだり、甲羅干しをしている姿が確認されている。調査は、予備調査によりアカミミガメの密度が高かった泥干潟の水門前の水たまりと干潟に接続する水路で行った。干潟の調査地点の水深は最深部で干潮時に約 1 m あり、塩分は調査期間中の干潮時に 1.1~15.2 であった。水路は上流部が約 0.7 m、下流部が 0.4 m の水深であり、塩分は調査期間中の干潮時にそれぞれ 0.1~0.8、0.6~1.2 であり、ほぼ淡水であった。調査地ではカメ類はアカミミガメが優占しており、その他の種は在来種のニホンイシガメ *Mauremys japonica* を調査期間中に水路で 2 個体確認したのみであり、干潟内では確認されなかった。

餌生物相調査

アカミミガメの餌環境を明らかにし、消化管内容物中の生物を同定するために、干潟と水路の調査地点に生息する水生生物や水辺の植物の定性調査を行った。水生生物は生体のみを対象とし、底生生物のみでなくミジンコ類などの浮遊生物や魚類などの遊泳生物も対象とした。2015 年 5 月、6 月、8 月に各月 1 回ずつ、プランクトンネットとタモ網を用いて底泥上の堆積物ごと生物を採集した。採集した生物は 80% アルコールで固定し、保存した。保存した生物標本は、アカミミガメの消化管内容物中の生物を同定する際に参考にした。

アカミミガメの捕獲方法

干潟と水路に生息するアカミミガメの食性比較の試料を得るため、本種が活動する春から秋にかけての 2014 年 11 月および 2015 年 4 月から 11 月に捕獲調査を行った。アカミミガメが活発に活動する日中晴天日に、干潟 1 地点、水路 2 地点で主にカゴを用いて捕獲し、適宜目視によるタモ網や素手、釣りによる捕獲を行った。捕獲は水深が浅い方が作業しやすいため、主に干潮時に行った。水路の結果は 2 地点まとめて処理した。

カゴによる捕獲では市販のカニカゴ（縦 60 cm、横 45 cm、高さ 25 cm の箱型、網の目合い 1.3 cm）を使用した。カゴ内には捕食防止のために洗濯ネットに入れた餌の魚アラ（調理残渣）と、捕獲個体の溺死防止のための浮き用ペットボトルを入れ、付近の木の枝や構造物に紐で固定した（佐藤 2012）。カゴによるカメ類の捕獲は一晩仕掛ける方法がよく用いられるが（野田・鎌田 2004; 佐藤 2012; 谷口ら 2015）、カゴ内で捕獲されたアカミミガメが混獲生物を捕食する可能性が考えられたため、仕掛ける時間を短

時間に設定し、午前中に仕掛けて 2~5 時間後に回収した。

試料処理

捕獲したアカミミガメは速やかに氷を入れたクーラーボックスに入れ、研究室に持ち帰り、冷凍庫で凍死させた（環境省 2011）。解凍後、体重、背甲長を測定した。尾の形態や爪の長さなどの外部形態によって雌雄判別が可能で、解剖時に卵巣または精巣が認められた個体を成体とした。それ以外の雌雄判別がつかない個体は全て幼体とした（Ernst & Lovich 2009）。

各試料は解凍解剖し、胃と腸の内容物をシャーレに出してそれぞれの重量を測定した後、80% アルコールで固定した。カゴでの捕獲では、カゴの仕掛ける時間を短時間に設定したものの、カニ類や魚類が混獲されることもあり、アカミミガメが混獲生物を捕食した可能性が考えられた。予備実験において捕食から排泄に要した時間が最短で 21 時間であったことから、カゴを仕掛けた時間が 2~5 時間であれば腸内容物への混獲生物捕食の影響はほとんどないと考え、解析には腸内容物の結果のみを用いた。腸内容物は、動物質のものは、線虫類、貝類、クモ類、ミジンコ類、貝虫類、等脚類、十脚類、多足類、陸生昆虫類、水生昆虫類、魚類の 11 項目、植物質のものは陸上植物と緑藻類の 2 項目、その他 1 項目の計 14 項目に分類し、それらを種あるいはより高次の分類群に同定した（Table 1）。分類は主に日本分類学会連合（2003）に従った。ただし、貝類は奥谷（2017）、十脚類は鈴木ら（2013）に従った。14 の分類群ごとに湿重量を測定し、出現率を算出した。また、十脚類については種ごとに湿重量を測定した。

湿重量は、分類群別に試料をろ紙の上に乗せ、水分がほとんどなくなるまで吸水させてから電子天秤を用いて測定した（今井・新井 1986）。この時、湿重量が非常に小さく、秤量不能なもの（0.001 g 未満）については全て 0.0004 g とした（淀・木村 1998）。腸内容物の分類群別出現率は各調査地点の幼体と成体について、以下の式を用いて求めた（三根ら 2014）。

出現率 (%)

$$= \frac{\text{ある分類群が出現したアカミミガメの個体数}}{\text{アカミミガメの個体数}} \times 100$$

解析には、エクセル統計 2008 を用いた。干潟と水路におけるアカミミガメの個体群構造の違いを調べるために、各調査地点の成体の性比について二項検定を行った。また、各調査地点の背甲長と体重を比較するため、試料全体と幼体および雌雄それぞれで Student t-test を行った。本種はメスがオスよりも大型となる性的二型が知られているため（Gibbons & Lovich 1990）、干潟と水路を合わせた成体雌雄による違いについて背甲長と体重それぞれで Student t-test を行った。

食性調査の結果では、各試料の体重 1 g に対する腸内容

Table 1. Intestinal content of *Trachemys scripta elegans* collected from the Tanakagawa tidal flat and waterway, Mie Prefecture. T: tidal flat; W: waterway.

Taxon groups		Species	Japanese name	Sampled area	
Animal matter	Nematoda	Nematoda spp.	線形動物門	T	
	Mollusca	<i>Physa acuta</i>	サカマキガイ	T	
		<i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキイガイ	T	
		<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	T	
	Arachnida	Araneae spp.	クモ目		W
		Opiliones spp.	ザトウムシ目		W
	Cladocera	Cladocera spp.	ミジンコ目		W
	Ostracoda	Podocopa spp.	カイミジンコ目		W
	Isopoda	<i>Armadillidium vulgare</i>	オカダンゴムシ		W
		<i>Porcellio scaber</i>	ワラジムシ		W
	Decapoda	<i>Macrobrachium nipponense</i>	テナガエビ	T	W
		<i>Eriocheir japonicus</i>	モクズガニ	T	
		<i>Hemigrapsus takanoi</i>	タカノケフサイソガニ	T	
		<i>Helice tridens</i>	アシハラガニ	T	
		<i>Chiromantes haematocheir</i>	アカテガニ	T	W
		<i>Parasarma tripectinis</i>	ユビアカベンケイガニ	T	
		<i>Macrophthalmus japonicus</i>	ヤマトオサガニ	T	
		Decapoda spp.	未同定十脚目	T	W
	Myriapoda	Diplopoda spp.	ヤスデ綱		W
		Scolopendridae spp.	オオムカデ科		W
	Terrestrial insects	Odonata sp.	トンボ目		W
		Gryllotalpidae sp.	ケラ科	T	
		<i>Graptopsaltria nigrofuscata</i>	アブラゼミ		W
		Coleoptera spp.	甲虫目	T	W
		Corabidae spp.	オサムシ科		W
		Scarabaeoidea spp.	コガネムシ上科		W
		Chironomidae spp.	ユスリカ科	T	W
		Hymenoptera spp.	ハチ目	T	
		Formicidae spp.	アリ科		W
		Insecta spp.	未同定昆虫綱	T	W
	Aquatic insects	Corixidae spp.	ミズムシ科	T	W
		Chironomidae spp. (Larvae)	ユスリカ科幼虫		W
	Pisces	Mugilidae sp.	ボラ科	T	
		Pisces spp.	未同定魚綱	T	W
Plant matter	Terrestrial plants	<i>Phragmites australis</i>	ヨシ	T	
		Magnoliophyta spp.	未同定被子植物門	T	W
	Green algae	Chlorophyceae spp.	緑藻綱	T	W
Other	Other	Digesta	消化物	T	W
		Plastic bag	ビニール袋	T	

物重量を算出し、干潟と水路の試料全体の違いについて Mann-Whitney U test を、更に各調査地点内での幼体および雌雄による違いについて Kruskal-Wallis test を行った。また、本種は成長に伴う食性変化が知られているため (Clark & Gibbons 1969; Hart 1983), 各試料の腸内容物の固形物中の動物質と植物質の重量割合を算出し、調査地点間の幼体と成体の違いおよび調査地点内の幼体と成体の違いそれぞれについて Mann-Whitney U test を行った。

結 果

アカミミガメ生息地の生物相

Table 2 に干潟と淡水水路内の生物相調査の結果を示した。干潟では動物は 19 種類が確認された。十脚類は最も

多い 12 種類が確認され、カニ類のアシハラガニ *Helice tridens*, ヤマトオサガニ *Macrophthalmus japonicus*, チゴガニ *Ilyoplax pusilla* が高密度で生息していた。その他、腹足類のイシマキガイ *Clithon retropictus* やフトヘナタリ *Cerithidea moerchii*, 二枚貝類のマガキ *Crassostrea gigas*, 等脚類のフナムシ *Ligia exotica*, 魚類のハゼ類, ボラ類幼魚など比較的大型の動物が多種類生息していた。一方、淡水水路では 9 種類の動物が認められた。十脚類のテナガエビ *Macrobrachium nipponense* とアカテガニ *Chiromantes haematocheir* や魚類のコイ *Cyprinus carpio* などの大型種も見られたが、堆積物中に線虫類やミジンコ類, 貝虫類, カイアシ類, 水生昆虫類のミズムシ類やユスリカ類幼虫などの小型の動物が多種類生息していた。また、干潟と水路に共通して、十脚類のテナガエビ, アカテガニ, 水生昆虫類の

Table 2. Aquatic fauna and flora found in the Tanakagawa tidal flat and waterway, Mie Prefecture. T: tidal flat; W: waterway.

Taxon groups	Species	Japanese name	Sampled area	
Nematoda	Nematoda spp.	線形動物門		W
Mollusca	<i>Clithon retropictus</i>	イシマキガイ	T	
	<i>Cerithidea moerchii</i>	フトヘナタリ	T	
	<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ	T	
Cladocera	Cladocera spp.	ミジンコ目		W
Ostracoda	Podocopida spp.	カイミジンコ目		W
Copepoda	Copepoda spp.	カイアシ下綱		W
Isopoda	<i>Ligia exotica</i>	フナムシ	T	
Decapoda	<i>Caridina leucosticta</i>	ミゾレヌマエビ	T	
	<i>Caridina serratirostris</i>	ヒメヌマエビ	T	
	<i>Exopalaemon orientis</i>	シラタエビ	T	
	<i>Macrobrachium nipponense</i>	テナガエビ	T	W
	Crangonidae sp.	エビジャコ科	T	
	<i>Pagurus minutus</i>	ユビナガホンヤドカリ	T	
	<i>Hemigrapsus takanoi</i>	タカノケフサイソガニ	T	
	<i>Helice tridens</i>	アシハラガニ	T	
	<i>Chiromantes haematocheir</i>	アカテガニ	T	W
	<i>Perisesarma bidens</i>	フタハカクガニ	T	
	<i>Ilyoplax pusilla</i>	チゴガニ	T	
	<i>Macrophthalmus japonicus</i>	ヤマトオサガニ	T	
Aquatic insects	Corixidae spp.	ミズムシ科	T	W
	Chironomidae spp. (Larvae)	ユスリカ科幼虫		W
Pisces	<i>Cyprinus carpio</i>	コイ		W
	Mugilidae spp. (Juvenile fish)	ボラ科幼魚	T	
	Gobiidae spp.	ハゼ科	T	
Terrestrial plants	<i>Phragmites australis</i>	ヨシ	T	W
Green algae	Chlorophyceae spp.	緑藻綱	T	W

ミズムシ類が生息していた。植物は、干潟と水路の両方で塩生植物であるヨシ *Phragmites australis* と緑藻類が確認された。緑藻類は幅 0.1 mm ほどの糸状藻類で、干潟ではコンクリートの壁面にわずかに認められたが、水路では水中に沈んでいる木の枝やコンクリートの壁面などに多く生えていた。生息する生物相は、調査月によって大きな違いは見られなかった。水底は干潟では泥底上に陸上植物やヨシの落ち葉がわずかに堆積していたのに対し、水路は泥底上に陸上植物の落ち葉や木の枝などの植物由来のものが大量に堆積していた。

アカミミガメの性比と大きさ

本研究ではアカミミガメ合計 46 個体を用いた。干潟で捕獲した個体（以下、干潟個体）25 個体の性別内訳は、幼体 4 個体、オス 6 個体、メス 15 個体であった。淡水水路で捕獲した個体（以下、水路個体）21 個体の性別内訳は、幼体 7 個体、オス 2 個体、メス 12 個体であった。干潟、水路ともに、幼体と成体両方が捕獲され、成体の性比はメスに偏っていた（干潟 $p < 0.05$, 水路 $p < 0.01$ ）。

背甲長は干潟個体全体で 63.5～221.9 mm（幼体 63.5～68.9 mm, オス 102.6～170.2 mm, メス 104.2～221.9 mm）、水路個体全体で 28.3～217.5 mm（幼体 28.3～72.1 mm, オス 115.9～130.0 mm, メス 112.9～217.5 mm）であった。

調査地点間の背甲長の有意差は認められなかった（全体 $p = 0.23$, 幼体 $p = 0.14$, オス $p = 0.17$, メス $p = 0.95$ ）。一方、体重は干潟個体全体で 42.2～1753.3 g（幼体 42.2～61.3 g, オス 163.7～731.5 g, メス 199.7～1753.3 g）、水路個体全体で 5.5～1822.1 g（幼体 5.5～91.7 g, オス 246.5～358.2 g, メス 266.6～1822.1 g）であった。調査地点間の体重の有意差は認められなかった（全体 $p = 0.51$, 幼体 $p = 0.40$, オス $p = 0.17$, メス $p = 0.94$ ）。また、干潟と水路を合わせた雌雄間では背甲長、体重とも有意にメスが大きかった（背甲長 $p < 0.01$, 体重 $p < 0.01$ ）。

腸内容物の出現生物

アカミミガメの腸から動物質の内容物が、11 分類群 34 種類確認された（Table 1, Fig. 3）。そのうち、干潟個体からは線虫類、貝類、十脚類、陸生昆虫類、水生昆虫類、魚類の 6 分類群 20 種類が、水路個体からはクモ類、ミジンコ類、貝虫類、等脚類、十脚類、多足類、陸生昆虫類、水生昆虫類、魚類の 9 分類群 22 種類がそれぞれ出現した。線虫類と貝類は干潟個体のみから、クモ類とミジンコ類、貝虫類、等脚類、多足類は水路個体のみから出現した。

干潟個体の動物質の腸内容物からは、テナガエビ、モクズガニ *Eriocheir japonicus*, タカノケフサイソガニ *Hemigrapsus takanoi*, アシハラガニ, アカテガニ, ユビアカ

Fig. 3. Intestinal content of *Trachemys scripta elegans*. A: Ostracoda species, B: *Chiromantes haematocheir*, C: *Helice tridens*, D: Formicidae species, E: Corixidae species, F: Mugilidae species (tail), G: *Phragmites australis*, H: Magnoliophyta species. Scale bars represent 5 mm.

ベンケイガニ *Parasasarma tripectinis*, ヤマトオサガニなど、十脚類で最も多くの種が出現した。モクズガニ以外の十脚類は前述の干潟の生物相調査でも確認された。貝類では干潟に生息する付着性二枚貝類のムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis* とマガキ、および淡水性腹足類のサカマキガイ *Physa acuta* が出現し、魚類ではボラ類が出現した。一方、生物相調査で調査対象とされなかった陸生昆虫

類のケラ類、ユスリカ類の成虫、ハチ類なども確認された。

水路個体の動物質の腸内容物では、トンボ類、アブラゼミ *Graptosaltria nigrofuscata*, オサムシ類, コガネムシ類, ユスリカ類 (成虫), アリ類など, 陸生昆虫類で最も多くの種類が出現した。クモ類, 等脚類, 多足類も陸生種だった。また, 水路の生物相調査で確認されたミジンコ類や貝

虫類、十脚類のテナガエビとアカテガニが出現したが、干潟のみで確認された十脚類は出現しなかった。

植物質の腸内容物は、干潟個体、水路個体とも陸上植物と緑藻類が出現した。陸上植物はヨシや同定の困難な被子植物の葉、茎、枝、種子などが出現した。落ち葉や枯れた状態のものが多かったが、干潟個体からは新鮮なヨシの根と茎も出現した (Fig. 3)。緑藻類は糸状藻類だった。その他の内容物には判別不能な消化物やビニール袋などの人工物が含まれた。

調査地点と性別、成長段階による食性の比較

アカミミガメの体重に対する腸内容物重量

干潟と水路の試料全体について体重に対する腸内容物重量を求めた結果、干潟個体では 7.9~68.1 mg、水路個体では 0.0~92.1 mg の範囲であり、調査地点間には有意な差は見られなかった ($p=0.80$)。また、地点内でも幼体と成体の雌雄の 3 種類の間には有意な差は見られなかった (干潟 $p=0.44$, 水路 $p=0.29$) (Fig. 4)。

腸内容物の動物質および植物質割合

腸内容物の固形物中の動物質と植物質の重量割合を、調査地点および成長段階別に比較した (Fig. 5)。調査地点間で比較すると、成体の動物質割合は干潟個体の方が水路個体よりも有意に高く ($p<0.05$)、植物質は水路個体の方が干潟個体よりも有意に高かった ($p<0.05$)。また、干潟個体の全ての個体で植物質割合が 50% 以下と低かった。調査地点内での成長段階で比較すると、水路個体の動物質は幼体の方が成体よりも有意に高く ($p<0.01$)、植物質は成体の方が幼体よりも有意に高かった ($p<0.05$)。

本研究では水路個体では幼体で動物質食性が強く、成体で植物質食性が強い傾向を示したが、干潟個体は成体で動

物質食性の傾向が見られ、生息環境によって異なる食性傾向を示した。

分類群ごとの出現率と湿重量

調査地点および成長段階別に腸内容物中の各分類群の出現率とアカミミガメの体重に対する各分類群の平均湿重量を比較した (Fig. 6)。比較は全体での出現率が 30% 以上の優占した 5 つの分類群で行った。干潟個体では幼体、成体ともに十脚類と陸上植物の出現率が 50% 以上と高く、特に成体では両方 80% 以上であった。一方、水路個体では幼体、成体ともに陸上植物、陸生昆虫類、水生昆虫類の出現率が 40% 以上と高かった。また、干潟個体、水路個体ともに、成体は陸上植物や緑藻類、十脚類の出現率が幼体より高く、幼体は陸生昆虫類や水生昆虫類の出現率が成体より高かった。分類群ごとの平均湿重量では、干潟個体は幼体では陸上植物が 1.6 ± 3.4 mg、成体では十脚類が 3.4 ± 3.8 mg と最も高かった。水路個体の幼体では水生昆虫類が 2.2 ± 4.1 mg、成体では緑藻類が 14.3 ± 18.2 mg と最も高かった。

調査地点間の腸内容物の十脚類比較

調査地点別に個体ごとの十脚類 7 種類の湿重量頻度を示した (Fig. 7)。分析には腸内容物に十脚類の出現した干潟 21 個体と水路 7 個体の合計 28 個体の結果を用いた。干潟個体では、未同定十脚類以外にテナガエビ、モクズガニ、タカノケフサイソガニ、アシハラガニ、アカテガニ、ユビアカペンケイガニ、ヤマトオサガニの 7 種の十脚類が確認された。成体では多くの個体から 2 種以上の十脚類が出現

Fig. 4. Wet weight of the intestinal content per 1 g wet weight of *Trachemys scripta elegans*. J: juveniles; M: adult males; F: adult females. There were no significant differences between the groups.

Fig. 5. Percent of animal and plant matter in the intestinal content of *Trachemys scripta elegans*. Adults included males and females. The box plots present the same information as in Fig. 4. Asterisks indicate significant differences (Mann-Whitney U test, *: $p<0.05$; **: $p<0.01$).

Fig. 6. Percent (upper) and average wet weight sample per 1 g wet weight turtle (lower) of different taxa found in the intestinal content of *Trachemys scripta elegans*. Open and closed bars indicate juveniles and adults, respectively. Adults included males and females. Vertical lines indicate standard deviation.

Fig. 7. Percent composition of the wet weight of the decapod species in the intestinal content of *Trachemys scripta elegans* collected from the Tanakagawa tidal flat and waterway. Individual turtles are arranged in ascending order of carapace length on the x-axis. J: juveniles; M: adult males; F: adult females.

した。特にアシハラガニ、タカノケフサイソガニ、ヤマトオサガニは高い頻度で出現し、これら3種のカニ類は干潟に生息するカニ類だった。一方、幼体ではタカノケフサイソガニのみが出現した。水路個体では、未同定十脚類以外にアカテガニとテナガエビの2種が出現したが、1個体で複数種を捕食している個体は見られなかった。これら2種の十脚類は干潟と水路の両方に生息する十脚類だった。テナガエビはどちらの地点においても、雌雄ともに背甲長17 cm以上の大型個体から出現した。

考 察

本研究では、干潟と淡水水路に生息するアカミミガメの食性を腸内容物組成から比較した。その結果、次の4点が明らかになった。(1) 干潟と水路の両方で、アカミミガメは動物、植物両方の幅広い種類の生物を捕食していた、(2) 干潟と水路でアカミミガメの体重当たりの摂餌量には差が認められなかった、(3) 干潟個体では幼体、成体とも

に植物質よりも動物質の摂餌割合が高かった。(4) 干潟個体では幼体、成体ともに十脚類の出現率が高く、特に干潟に生息するカニ類を摂餌していた。

これまでのアカミミガメの食性に関する研究は淡水域で行われ、多様な分類群の動植物を摂餌することが知られている (Clark & Gibbons 1969; Hart 1983; Ernst & Lovich 2009)。本研究では、生物相調査の対象としなかった陸生生物を除いて、腸内容物の生物群あるいは種は調査地点の生物相調査の結果と類似しており、淡水域だけでなく干潟においてもアカミミガメは幅広い生物群を捕食していることが明らかになった。干潟に接続する水路は両面が護岸されているが、護岸上には陸上植生が茂り陸生生物も生息していること、水底には落ち葉などが堆積して緑藻類も繁茂していることから、生息に十分な餌資源があると推測できる。また、体重に対する腸内容物重量が干潟個体と水路個体に差がなかったことから (Fig. 4)、本種は塩分のある干潟でも淡水域である水路と同等の量を摂餌し、干潟は餌資源においては水路と同等であることが示された。

アカミミガメは幼体から成体になるにつれて、動物質食性から植物質食性へと変化することが知られており (Clark & Gibbons 1969; Hart 1983)、本研究でも水路個体では幼体の方が成体よりも動物質の内容物の割合が有意に高かった (Fig. 5)。一方、干潟個体ではこの傾向は見られず、成体においては水路個体よりも干潟個体で有意に動物質の割合が高かった (Fig. 5)。また、干潟個体は動物質の中でも幼体では陸生昆虫類の摂餌量が高く、成体では十脚類の摂餌量が高く、成長段階による食性の変化が見られた (Fig. 6)。水路個体の幼体でも同様に、十脚類よりも陸生・水生昆虫類の摂餌量が高かった (Fig. 6)。幼体は、体サイズが小さくて捕食しやすい水生昆虫類や水中に落ちてきた陸生昆虫類を摂餌したと考えられ、自身の体サイズに合った摂餌をしていることが考えられた。また、アカミミガメの腸内容物には陸生昆虫類やクモ類などの陸生生物で多くの種類が出現したが、本研究では生物相調査では水生生物のみを対象としていたため、餌としての陸生生物相は明らかにできなかった。アカミミガメは淡水種であるが、今後餌生物相調査の対象は水生生物のみでなく、水辺周辺に生息する陸生生物も含めるべきだと考えられた。腸内容物の植物質の割合は、水路個体では成体の方が幼体よりも有意に高く、成体においては干潟よりも水路の個体で有意に高かった (Fig. 5)。一方、干潟個体には新鮮な状態のヨシの根と茎を捕食していた個体もいたことから、餌環境によってはヨシの食害の可能性が考えられる。

腸内容物の十脚類湿重量の内訳では、干潟個体ではアシハラガニやタカノケフサイソガニなどの干潟に生息するカニ類複数種が出現した。水路個体では干潟、水路両方に生息するアカテガニとテナガエビが出現したが、水路個体では十脚類の摂餌量自体が低かった (Figs. 6, 7)。アシハラガニとヤマトオサガニは干潟に高密度で生息しており、水

際や水中でアカミミガメのごく近くまで接近している姿を確認している (Fig. 1)。タカノケフサイソガニはコンクリート壁面に付着しているカキ殻の中や間に隠れるように生息しているため、アカミミガメがカニを壁面に追い込む、あるいはカキごと捕食することが可能と考えられる。予備実験においても、飼育個体がアシハラガニ、タカノケフサイソガニ、ヤマトオサガニの3種の生体と死体それぞれを捕食することを確認した。これら3種のカニは干潟個体からのみ出現し、いずれのカニもアカミミガメと同所的に生息している。このことから、アカミミガメは自然下でも生きたカニを捕食することが可能であると考えられた。一方、調査地の生物相調査ではチゴガニも干潟に高密度で生息していたが、アカミミガメの腸内容物からは出現しなかった (Tables 1, 2)。前述の3種のカニは水中でも活動的であり、チゴガニは水中よりも干潮時の干潟上で活動的であることから、アカミミガメは水中で摂餌を行っていると考えられる。

アシハラガニやヤマトオサガニなどの干潟に生息するカニ類は、渡り鳥などの高次消費者の餌としての有機物供給や、珪藻やデトライタスの摂餌による有機物除去、巣穴造成による酸化層拡大によって干潟の浄化機能の一端を担うなどの役割を持つことが知られている (小林 2000)。本研究では干潟にいるアカミミガメが干潟生物、特にカニ類を捕食することが明らかになった。淡水性外来種アカミミガメは干潟にも生息し、カニ類などの小型干潟生物を捕食しているという点で干潟生態系に影響を与えている可能性がある。

国内の干潟におけるアカミミガメの継続的な生息報告は本研究が初めてだが、愛知県の汐川干潟においても本種の生息が確認されている (吉岡・木村 未発表)。一方、千葉県行徳鳥獣保護区では人工淡水湿地にアカミミガメが豊富に生息するが、その湿地から10 m 離れている干潟では本種はほとんど確認されていない (野長瀬雅樹氏 私信)。干潟における本種の生息の有無の要因については明らかではないため、今後詳しく調べていきたい。また、近年海域や河川河口部、砂浜でのアカミミガメの目撃例、捕獲例が複数報告されていることから (竹田 2005; 山本・亀崎 2011; 楠田・杉浦 2016; 谷口・亀崎 2017)、干潟に流入する川や水路からだけでなく海からの侵入の可能性も考えられる (竹田 2005; 山本・亀崎 2011; 楠田・杉浦 2016)。アカミミガメが干潟を選択的に生息地とし、さらに干潟内で再生産が可能かどうかは今のところ不明だが、このような侵入経路は多くの干潟で予想され、今回の摂餌生態の結果から干潟生物の危機の増大につながると考えられる。今後はアカミミガメが多く生息する干潟環境の特徴や、干潟域での本種の繁殖についても検証していく必要があるだろう。

謝辞：魚類の同定をしていただいた河村功一博士と淀太我博士 (三重大学大学院生物資源学研究所)、査読を通して有意義なコメ

ントをいただいた二名の匿名の査読者の方に心より感謝いたします。

引用文献

- 有馬 進・鈴木章弘・鄭 紹輝・奥蘭 稔・西村 巖 2008. ミシシッピーアカミミガメのハス食害調査. *Coastal Bioenvironment*, 11: 47–54.
- Cadi, A. and Joly, P. 2003. Competition for basking places between the endangered European pond turtle (*Emys orbicularis galloitalica*) and the introduced red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*). *Canadian Journal of Zoology*, 81: 1392–1398.
- Chen, T. H. 2006. Distribution and status of the introduced red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) in Taiwan. *Assessment and Control of Biological Invasion Risks*, Koike, F., Clout, M. N., Kawamichi, M., De Poorter, M. and Iwatsuki, K. (eds), Shoukadoh Book Sellers, Kyoto, Japan and IUCN, Gland, Switzerland, pp. 187–195.
- Clark, D. B. and Gibbons, J. W. 1969. Dietary shift in the turtles *Pseudemys scripta* (Schoepff) from youth to maturity. *Copeia*, 4: 704–706.
- Ernst, C. H. and Lovich, J. E. 2009. *Turtles of the United States and Canada* (2nd ed.). The Hopkins University Press, Maryland, 827pp.
- Gibbons, J. W. and Lovich, J. E. 1990. Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). *Herpetological Monographs*, 4: 1–29.
- Hart, D. R. 1983. Dietary and habitat shift with size of red-eared turtles (*Pseudemys scripta*) in a southern Louisiana population. *Herpetologica*, 39: 285–290.
- Hong, M., Zhang, K., Shu, C., Xie, D. and Shi, H. 2014. Effect of salinity on the survival, ions and urea modulation in red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*). *Asian Herpetological Research*, 5(2): 128–136.
- 今井利為・新井章吾 1986. アカウニの食性と摂餌量について. 水産増殖, 34(3): 157–166.
- 環境省 2011. 平成 22 年度外来生物法施行状況評価検討報告書 参考資料 13 防除実施者から寄せられる主な質問について. 4 pp. https://www.env.go.jp/nature/intro/6document/files/h22_IAS_Act/ref13.pdf
- 環境省 2014a. レッドデータブック 2014—日本の絶滅のおそれのある野生生物—6 貝類. 株式会社ぎょうせい, 東京, 455 pp.
- 環境省 2014b. レッドデータブック 2014—日本の絶滅のおそれのある野生生物—7 その他無脊椎動物 (クモ形類・甲殻類等). 株式会社ぎょうせい, 東京, 82 pp.
- 環境省 2015. 「我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト (生態系被害防止外来種リスト)」の公表について (お知らせ) 資料 2 我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト. 7 pp. <http://www.env.go.jp/press/files/jp/26594.pdf>
- 環境省 2016a. (お知らせ) 全国の野外におけるアカミミガメの生息個体数等の推定について. <http://www.env.go.jp/press/102422.html> 2017 年 6 月 29 日確認
- 環境省 2016b. 生物多様性の観点から重要度の高い湿地 [重要湿地]. 133pp. http://www.env.go.jp/nature/important_wetland/pdf/jwetlist2804v3.pdf
- Kawaida, S., Kimura, T. and Toyohara, H. 2013. Habitat segregation of two dotillid crabs *Scopimera globosa* and *Ilyoplax pusilla* in relation to their cellulase activity on a marsh-dominated estuarine tidal flat in central Japan. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 449: 93–99.
- 河北 均 1993. 津・伊勢市におけるミシシッピーアカミミガメの野生化. 三重動物学会会報, 16: 53.
- 木村昭一・木村妙子 1999. 三河湾および伊勢湾河口域におけるアシ原湿地の腹足類相. 日本ベントス学会誌, 54: 44–56.
- 小出水規行・森 淳・嶺田拓也・澤田英司・渡部恵司・竹村武士 2015. 糞からの環境 DNA を利用したアカミミガメの食性解析. H27 農業農村工学会大会講演会要旨集: 300–301.
- 小林 哲 2000. 河川環境におけるカニ類の分布様式と生態—生態系における役割と現状—. 応用生態工学, 3(1): 113–130.
- 楠田哲史・杉浦鉄太 2016. 愛知県碧南市の汽水域および海域におけるミシシッピーアカミミガメの発見例. 亀楽, 12: 4–6.
- Liu, W., Tanimura, A., Imai, T., Kanaya, G., Niiyama, T., Maegawa, S., Kohzu, A., Kimura, T. and Toyohara, H. 2014. Distribution of the gastropods in a tidal flat in association with digestive enzyme activities. *Plankton Benthos Research*, 9(3): 156–167.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. and De Poorter, M. 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species. Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN). 12 pp. <http://s1.downloadmienphi.net/file/downloadfile2/169/1398476.pdf>
- 三重県 2015. 三重県レッドデータブック 2015—三重県の絶滅のおそれのある野生動物—, 三重県農林水産部みどり共生推進課, 三重, 757 pp.
- 三重自然誌の会 2013. つし自然ガイドブック〜知ろう・歩こう・津市の自然〜. 津市, 三重, 295 pp.
- 三根佳奈子・谷口真理・簗洗太郎・亀崎直樹 2014. ミシシッピーアカミミガメとクサガメの消化管内容物分析. 亀楽, 8: 12–15.
- 日本分類学会連合 2003. 第 1 回日本産生物種数調査. <http://ujssb.org/biospnum/search.php> 2017 年 6 月 29 日確認.
- 日本生態学会 2002. 外来種ハンドブック. 日本生態学会 (編), 地人書館, 東京, 390 pp.
- 野田英樹・鎌田直人 2004. 淡水性カメ類の個体群特性と食性の関係. 爬虫両棲類学会報, 2004(2): 102–113.
- 奥谷喬司 2017. 近海産貝類図鑑 (第二版). 東海大学出版会, 東京, 1375 pp.
- Ramsay, N. F., Ng, P. K. A., O'Riordan, R. M., Chou, L. M. 2007. The red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) in Asia: a review. *Biological Invaders in Inland Waters: Profiles, Distribution, and Threats*, pp. 161–174.
- 佐藤方博 2012. 要注意外来生物による生態系・農業被害防止のためのアカミミガメ防除のすめ方 生態工房調査報告書. 認定 NPO 法人生態工房, 東京, 79 pp.
- 沢田英司 2012. レンコン田のアカミミガメによる被害と対策. 第 14 回日本カメ会議 & ニホンイシガメシンポジウム講演要旨集, 認定 NPO 法人生態工房, 東京, pp. 9–16.
- Shu, C., Zhang, K., Hong, M., Xie, D., Liu, Q. and Shi, H. 2012. Effect of salinity stress on *Trachemys scripta elegans* growth and blood biochemical ingredient. *Sichuan Journal of Zoology*, 31(6): 912–916.
- 曾我部共生・浦部美佐子・渡邊輝世 2013. 彦根城中堀のオニバス個体群に対するアカミミガメ食害影響の検証. 日本生態学会第 61 回 全国大会 講演要旨. <http://www.esj.ne.jp/meeting/abst/61/PB3-056.html> 2017 年 6 月 30 日確認.
- 鈴木孝男・木村昭一・木村妙子・森 敬介・多留聖典 2013. 干潟生物調査ガイドブック〜全国版 (南西諸島を除く)〜. 特定非営利活動法人日本国際湿地保全連合, 東京, 269 pp.
- 竹田正義 2005. 丹後半島周辺において確認されたヌマガメ類の漂着例. 兵庫陸水生物, 56・57: 231–235.
- 竹原康史 1996. 鈴鹿・亀山のヌマガメ類の生態. 三重自然誌, 3: 17–21.
- 谷口真理・亀崎直樹 2017. 大阪湾内で清掃船により捕獲された淡水カメ類. 亀楽, 14: 9.
- 谷口真理・上野真太郎・三根佳奈子・亀崎直樹 2015. 西日本のため池における淡水性カメ類の分布と密度. 爬虫両棲類学会報, 2015(2): 144–157.
- 富田靖男 1980. 三重県の爬虫・両生類相. 三重県博物館研究報告—自然科学第 2 号: 1–67.
- 富田靖男 1990. ネーチャーウォッチングのための故郷の動物. 三重県良書出版会, 三重, 253 pp.

- 富田靖男 1994. 日本生物教育会第49回全国大会三重大会記念誌 三重の生物, 三重生物教育会, 三重, pp. 134.
- 梅本祥平・木村妙子 2016. 三重県田中川干潟における自由生活性線虫類の組成と分布. 日本ベントス学会誌, 70: 65–74.
- van Dijk, P. P., Iverson, J. B., Shaffer, H. B., Bour, R., and Rhodin, A. G. J. 2012. Turtles of the world, 2012 update: Annotated checklist of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status. *Chelonian Research Monographs*, 5: 243–328.
- 矢部 隆 1996. 三重県多度町におけるカメ類の分布. 三重自然誌, 3: 23–29.
- 山本明男・亀崎直樹 2011. 海から上がってきたミシシippアカミミガメ. 亀楽, 2: 7.
- 安川雄一郎 2002. ミシシippアカミミガメ. 外来種ハンドブック, 日本生態学会 (編), 地人書館, 東京, pp. 97.
- 安川雄一郎 2012. 侵略的外来種としてのミシシippアカミミガメ～各国における現状と対策～. 第14回日本カメ会議 & ニホンイシガメシンポジウム講演要旨集, 認定NPO法人生態工房, pp. 17–26.
- 淀 太我・木村清志 1998. 三重県青蓮寺湖と滋賀県西の湖におけるオオクチバスの食性. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 64(1): 26–38.
- Yuhara, T., Kawane, M. and Furota, T. 2014. Genetic population structure of local populations of the endangered saltmarsh sesarmid crab *Clisto-coeloma sinense* in Japan. *PLoS ONE*, 9(1): e0084720.