

## 海浜性植物ハマゴウの訪花ハナバチ相と周辺環境との関係について

宮永龍一\*・清水加耶・井上くるみ

Wild Bee Communities at the Flowers of a Typical Coastal Plant, *Vitex Rotundifolia* in Shimane Prefecture, Japan (Hymenoptera, Apoidea) in Relation to Landscape Type of Coastal Area.

By Ryoichi MIYANAGA, Usun SHIMIZU-KAYA and Kurumi INOUE

**Abstract** Summer wild bee communities on a typical coastal shrub, *Vitex rotundifolia* in 11 sites along the Sea of Japan coast in Shimane Prefecture were investigated and compared their richness in species diversity and similarities. The study sites were grouped on the basis of land-use types of adjacent areas into three locations, village, semi-village or non-village types to examine landscape structure effects. A total of 1269 individuals, belonging to 19 species in 4 families were collected from 11 sites. The studied communities were species-poor, composed of only 3 to 11 species for each site. *Megachile (Eutricharaea) kobensis*, was the most dominant species in all sites. Similarity among communities was not always associate with the land-use types around the study sites. The reasons for this were discussed.

Key words: bee diversity, bee fauna, coastal area, flower visitor, *Megachile kobensis*

### はじめに

海岸はその物理的特性から、多くの陸上生物にとって特殊な生息環境であり、そこに適応した生物群集による独特の生態系が成立している。多数の島々からなるわが国は、海岸線の総延長が32,800 kmにも及ぶ(環境庁, 1998)。島嶼国において海岸は、景観を構成する環境要素のなかでもとくに重要なものと考えることができる。本研究では開花植物が乏しい盛夏の海岸において、訪花性昆虫の重要な餌資源植物となっているハマゴウ *Vitex rotundifolia* に着目し (RADHA *et al.*, 2012)、海浜性被子植物の重要な送粉者であるハナバチ類の生息状況に関して島根県各地で調査を行った。また、海浜周辺の人的環境とハナバチ群集との関係についても検討を行ったので、それらの結果について報告する。

### 材料および方法

#### 1. 調査地の概要

ハマゴウはシソ科の匍匐性落葉低木で、海岸の砂浜や礫浜をおもな生育地とする(図1)。その分布域は広く、オーストラリア、ポリネシアから東アジアにまでの熱帯から温帯に及ぶ(大橋ら, 2017)。

---

島根大学生物資源科学部

\* 投稿責任者



図1. ハマゴウの花序 (左) と群落 (大田市鳥井海岸)

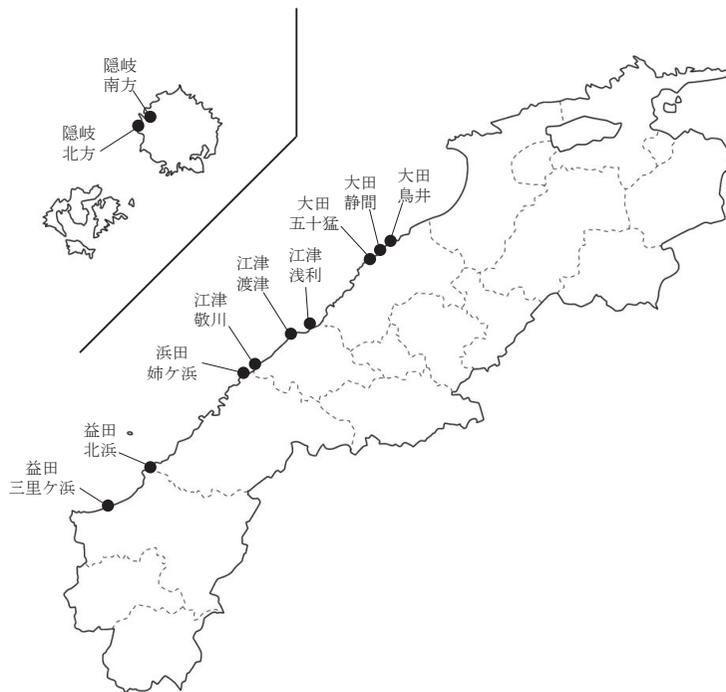


図2. ハマゴウの訪花ハナバチ相調査の調査地

わが国の北限は青森県とされてきたが(細井, 2018), 近年, 北海道の渡島半島で自然個体群が確認されている(中村ら, 2020). 開花期は長く, 山陰地方では7月中旬から9月下旬にまで及ぶ(皆木ら, 2000). 調査はハマゴウが生育する海岸を対象に, 島根県益田市から大田市にかけての9か所および隠岐島後の2か所で行った(図2). 調査地の略称と概要を以下に示す. なお, 本論文では海浜に

おける植物群落の成帯構造を「打ち上げ帯」、「草本帯」、「低木帯」、「高木帯」の4つに、砂浜海岸の断面構造については、「前浜」、「後浜」、「砂丘」の3つに区分した。調査期間中の優占開花植物はいずれもハマゴウであった。

① 益田三里ヶ浜 (益田市高津町)

調査地は全長およそ13 km におよぶ砂浜海岸の一角にある。前浜から後浜までの最大幅は200 m ほどで、草本帯が幅およそ100 m にわたって形成されている。調査地周辺に耕作地・集落はない。後浜の陸側には海浜砂丘が発達しており、高木帯が広範に広がっている。

② 益田北浜 (益田市土田町)

土田川の河口に位置する小規模な砂浜海岸で、全長はおよそ300 m、前浜から後浜までの最大幅は80 m ほどである。草本帯が幅およそ30 m にわたって形成されている。周辺には耕作地・集落および山林が広がっている。

③ 浜田姉ヶ浜 (浜田市国分町)

全長およそ4 km におよぶ「石見海浜公園」の西端にある海浜で、山林および整備された公園に囲まれている。前浜から後浜までの最大幅は80 m ほどである。

④ 江津敬川 (江津市敬川町)

調査地は岬によって石見海浜公園と隔てられている全長およそ3.5 km の海浜の一角にある。前浜から後浜までの最大幅は120 m ほどで、後浜の陸側には海浜砂丘が発達している。周辺は低木帯が発達し、一部集落が含まれる。

⑤ 江津渡津 (江津市渡津町)

調査地は全長およそ1 km の海浜の中央部～西端で、前浜から後浜までの最大幅はおよそ30 m である。後浜の陸側には台地状の砂丘が形成されており、そこに耕作地・集落および山林が広がっている。

⑥ 江津浅利 (江津市浅利町)

調査地は全長およそ5.5 km におよび海浜の中央部にあり、前浜から後浜までの最大幅はおよそ50 m である。後浜の陸側は台地状の砂丘が形成されており、そこに耕作地・集落、高木帯、山林が混在している。

⑦ 大田五十猛 (大田市五十猛町)

調査地は全長およそ1.5 km の海浜の西端にある小川河口域にあたる。前浜から後浜までの最大幅はおよそ80 m で、周辺は耕作地・集落、山林が混在している。

⑧ 大田静間 (大田市静間町)

調査地は静間川河口域に広がる全長およそ1 km の海浜の西端にあたる。前浜から後浜までの最大幅はおよそ50 m で、後浜の陸側は段丘となっている。周辺は主として山林および小集落で構成されている。

⑨ 大田鳥井 (大田市鳥井町)

調査地は全長およそ1.5 km の海浜の中央から西端にかけてで、前浜から後浜までの最大幅はおよそ50 m である。周辺は耕作地・集落が主体で、山林がそれに加わる。

⑩ 隠岐北方 (隠岐の島町北方)

調査地は長尾田川河口部の礫浜で、全長およそ500 m、前浜から後浜までの最大幅は20 m である。浜の陸側は崖地となっており、周辺はわずかな戸数の小集落と崖地に広がる山林で構成されている。

⑪ 隠岐南方 (隠岐の島町南方)

表1. ハマゴウの訪花ハナバチ相調査の調査地点別調査日と調査回数

調査日	調査地										
	益田 三里ヶ浜	益田 北浜	浜田 姉ヶ浜	江津 敬川	江津 渡津	江津 浅利	大田 五十猛	大田 静間	大田 鳥井	隠岐 北方	隠岐 南方
VII 15			○								
VII 16					○	○					
VII 17									○		
VII 25	○	○									
VII 29			○	○							
VII 30					○	○	○				
VII 31								○	○		
VIII 5											○
VIII 6										○	
VIII 19	○	○	○								
VIII 20				○	○						
VIII 21								○	○		
調査回数	2	2	3	2	3	2	1	2	3	1	1

隣接する漁港を造成する際に作られた人工的な海岸で、砂浜面積はおよそ100m<sup>2</sup>である。周辺は主として山林で人家や耕作地はない。

## 2. 調査方法

調査は2021年7月15日から8月21日にかけて行った。調査に際しては、調査地のハマゴウ群落内を任意に歩行し、「見つけ採り法」によりハマゴウに訪花しているハナバチ類を捕虫網で採集した。調査人数は1名から3名であった。各調査地における調査日と調査回数を表1に示した。調査回数は調査地によって異なっており、最も多い場所で3回、少ない場所は1回であった。調査は晴天の9時から13時に行った。

## 3. 同定とデータ解析

採集した標本の同定は、一部を筆者らが行ったが、大半は専門家(環境設計株式会社 村尾竜起博士)に依頼した。調査した11か所を通して、海浜における優占種を明らかにするため、採集した各ハナバチ種の95%信頼度における母集団出現率を以下の佐久間(1964)の近似式により推定した。

$$\text{母集団出現率} = (n/N \pm 2\sqrt{n(N-n)/N^3}) \times 100$$

ここでNは得られた総個体数、nは当該種の個体数である。算出した母集団出現率の下限値が平均出現率(1/S×100、ただしSは総種数)を超えた種を優占種とした。また、調査地間のハナバチ群集間の多様性の比較は、Shannon-Weaver関数(H':平均多様度)とPielouの均衡性指数(J':相対多様度)を用いて行った。各指数は以下の各式によった。

$$H' = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i \quad (p_i = n_i/N)$$

$$J' = H' / \log_2 S$$

また、群集間の類似度は次のPiankaのα指数を用いて比較した。

$$\alpha = \sum p_{Ai} \cdot p_{Bi} / \sqrt{\sum p_{Ai}^2 \cdot \sum p_{Bi}^2} \quad (p_{Ai} = n_{Ai}/N_A, p_{Bi} = n_{Bi}/N_B)$$

ここでn<sub>Ai</sub>、n<sub>Bi</sub>は、群集AとBにおける種iの個体数、N<sub>A</sub>とN<sub>B</sub>は群集AとBの総個体数である。さらに群集間の類似性の比較のため、ユークリッド距離を用いたクラスター分析により樹形図

を作成した。ただし、調査回数が1回だけの3調査地(大田五十猛、隠岐北方、隠岐南方)は、この分析から除外した。

ハマゴウに訪花するハナバチ類の群集に及ぼす海浜の周辺環境、とくに人為的環境の影響を検討するため、調査地点とその周辺環境を①砂浜、②林地、③耕作地・集落、④ハマゴウ群落の4つの環境要素に区分し、それぞれの面積を計測した。計測にあたっては、ハマゴウ群落に採餌に訪れるハナバチ類の採餌範囲を巣から500 m以内と仮定し、各調査地におけるサンプリングの中心点から半径500 mの円内を「計測エリア」とした。計測には Google LLC が公開しているフリーソフトウェア「Google Earth」を利用した。上記した環境要素のうち、①集落・耕作地が全体面積の30%以上を占める場合を「集落型」、②集落・耕作地が全体面積の10%から30%未満の場合を「半集落型」、③集落・耕作地面積が全体の10%以下の場合を「非集落型」とし、各調査地を3つの景観型に分けた。①には「江津渡津」、「江津浅利」、「大田静間」、「大田鳥井」、「江津敬川」、②には「益田北浜」、③には「益田三里ヶ浜」、「浜田姉ヶ浜」が該当した。

## 結果および考察

### 1. ハマゴウの訪花ハナバチ相

調査地におけるハマゴウの開花は7月上旬から8月下旬まで2か月間に及んだ。そのピークは7月下旬から8月上旬と推定された。ハマゴウの花上では1か月以上にわたって継続的に訪花昆虫が採集された。表2にはハマゴウの訪花ハナバチ相を調査地別に示した。今回の調査では、全11か所から4科14属19種1,269個体のハナバチが得られた。調査地別にみると、もっとも採集個体数が多かったのは、大田鳥井で366個体、次いで浜田姉ヶ浜の286個体、江津渡津の262個体の順で、この3か所で全採集個体数の70%以上を占めた。種数についてみると、最も多くの種が採集されたのは、浜田姉ヶ浜の11種、次いで大田鳥井と江津渡津のそれぞれ10種の順であった。益田北浜は採集個体数わずかに26個体で、江津五十猛の22個体に次いで少なかったが、採集種数は7種であった。

次に優占種についてみると、全調査地のデータを合わせて分析した結果、母集団出現率の下限が平均出現率を超えたものは3種、すなわち採集個体数の多い順にハキリバチ科のキヌゲハキリバチ *Megachile (Eutricharaea) kobensis* (採集個体数486個体：以下、キヌゲ)、ムカシハナバチ科のノウメンハナバチ *Hyaleus (Nesoprospis) noomen* (同、309個体：以下、ノウメン)、コハナバチ科のシモフリチビコハナバチ *Lasioglossum (Evyllaes) frigidum* (同、214個体：以下、シモフリ)であった。これら3種の個体数の合計は全体の76%を占めた。中でもキヌゲの個体数は突出しており、調査地別にみても、すべての調査地において優占種であった。各調査地の優占種にはこのキヌゲの他に、セイヨウミツバチ *Apis (Apis) mellifera* (益田北浜)、アカガネコハナバチ *Halictus (Seladonia) aerarius* (浜田姉ヶ原)、シモフリ(浜田姉ヶ原、江津渡津)、ノウメン(浜田姉ヶ原、江津渡津、大田鳥井)があった。このように優占種が少ない理由として、前田ら(2004)は、ハマゴウの花型が特異なため、花冠から花蜜や花粉を採集できる特定の訪花者のみが訪花していること、2)海浜という特殊な環境に生育していることをあげている。調査回数1回の3調査地を除くすべての調査地で共通して採集されたのはキヌゲのほかに、ノウメン、シモフリ、ホシトガリハナバチ *Coelioxys (Allocoelioxys) formosicola* (以下、ホシトガリ)の3種であった。ホシトガリはハキリバチ科の労働寄生蜂で、そのホストはキヌゲとされている。

前田ら(2004)は島根県大社砂丘における調査から海浜性・準海浜性ハナバチ類として7種、すなわちキヌゲ、ホシトガリ、シモフリ、ノウメン、ネジロハキリバチ *M. (Callomegachile) disjunctiformis*、キ

表2. ハマゴウの訪花ハナバチ相調査で採集したハナバチ類の種別個体数

科名	種名	調査地												雌雄別 合計	種別 合計					
		益田 三里ヶ浜	益田 北浜	益田 雄ヶ浜	浜田 雄ヶ浜	江津 鞍川	江津 渡津	江津 浅利	大田 五十嵐	大田 藤間	大田 鳥井	隠岐 北方	隠岐 南方							
Colletidae ムカシハナバチ科	1. <i>Colletes (Colletes) esakii</i> Hirashima	♂																0	12	
		♀																		
		♂	2	2	23	5	35	1	38	1	8	1	8	115						309
		♀	1	1	24	3	43	18	1	69	24	9	194							
Halictidae コハナバチ科	3. <i>Nomia (Hoplonomia) incerata</i> Gribodo	♂											1						2	
		♀																	0	
Megachilidae ハキリバチ科	4. <i>Halictus aerarius</i> Smith	♂	1																8	
		♀	1	52															67	
	5. <i>Lasoglossum (Elytaeus) frigidum</i> Sakagami et Ebmer	♂	1																16	
		♀		6																
	6. <i>Sphacodes amakusensis</i> Yasumatsu et Hirashima	♂	2	3	88	10	49	8	9	29									198	
		♀																	0	
	7. <i>Megachile (Amegachile) xanthothrix</i> Yasumatsu et Hirashima	♂																	1	
		♀	1																0	
	8. <i>Megachile kobensis</i> Cockerell	♂		3	26														139	
		♀	20	8	45	24	49	18	14	52	85	2	10	327					486	
Apidae ミツバチ科	9. <i>Megachile nipponica nipponica</i> Cockerell	♂	3																6	
		♀	5																12	
	10. <i>Megachile remota sakagami</i> Hirashima et Maeta	♂																	0	
		♀																	0	
	11. <i>Coelioxys (Allocoelioxys) formosicola</i> Strand	♂																	2	
		♀																	2	
	12. <i>Xylocopa (Allylocoepa) appendiculata circummolans</i> Smith	♂	1	1	2	2	6	3	1	1	5	16							42	
		♀																	36	
	13. <i>Xylocopa (Bilima) tranquebarorum tranquebarorum</i> (Swederus)	♂	2	1	1	2	3												0	
		♀																	11	
Colletidae ムカシハナバチ科	14. <i>Ceratina (Ceratinita) flavipes</i> Smith	♂																	0	
		♀																	1	
	15. <i>Eucera (Eucera) spureatipes</i> Perez	♂																	0	
		♀																	6	
	16. <i>Amegilla (Amegilla) quadrifasciata</i> (Villers)	♂																	0	
		♀																	1	
	17. <i>Amegilla (Amegilla) florea</i> (Smith)	♂	1	2	2	1													4	
		♀																	9	
	18. <i>Thyrus decirus</i> (Smith)	♂																	0	
		♀																	8	
Colletidae ムカシハナバチ科	19. <i>Apis (Apis) mellifera</i> Linnaeus	♂																	0	
		♀																	2	
調査地別合計 (個体数)		40	26	286	67	262	54	22	75	366	41	30	1269							
調査地別合計 (種数)		9	7	11	9	10	6	4	5	10	4	3	19							

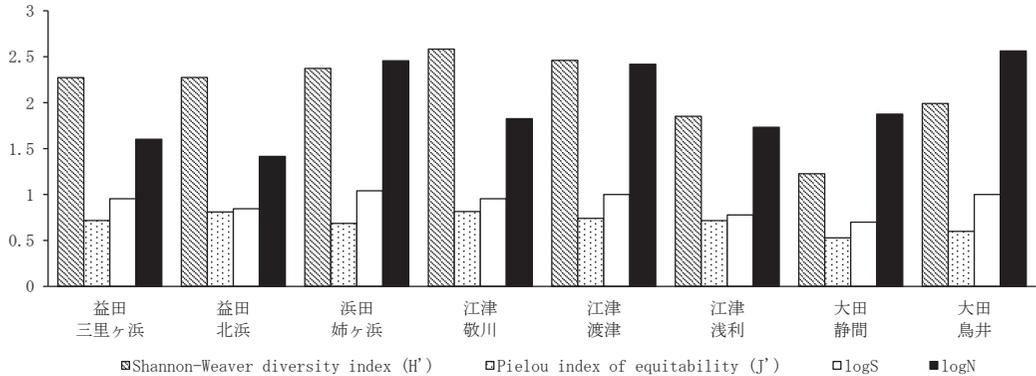


図3. ハマゴウの訪花ハナバチ相調査で採集したハナバチ類の調査地点別採集個体数、種数および平均多様度 (H') と相対多様度 (J')

バラハキリバチ *M. (Amegachile) xanthothrix*, シロスジフトハナバチ *Amegilla (Amegilla) quadrifasciata* を、郷右近 (2010) は仙台砂丘における調査から、これら7種に加えて4種、すなわちホソメンハナバチ *H. (Lambdopsis) macilentus*, マツムラメンハナバチ *H. (N.) matsumurai*, ヨーロッパメンハナバチ *H. (N.) pectoralis*, アマクサヤドリコハナバチ *Sphecodes amakusensis* をあげている。これら計11種のうち、本調査ではノウメン、シモフリ、アマクヤドリコハナバチ、ホシトガリ、キバラハキリバチ、キヌゲ、シロスジフトハナバチの7種が採集された。

## 2. 種多様度の比較

各調査地のハナバチ群集について、対数変換した種数および個体数、種多様度 (平均多様度 H' および相対多様度 J') を図3に示した。群集の均衡性を表現する相対多様度 (J') と群集の種の豊富さと均衡性を表現する平均多様度 (H') が最も高い値を示したのは、いずれも江津敬川であった。これに対して最も低い値を示したのは大田静間であった。大田静間では、本調査地点で唯一の優占種であるキヌゲの優占度が突出していたことから、群集の均衡性が低く評価され、平均多様度も低くなったことがうかがえる。ただし、最も平均多様度が高かった江津敬川でも、採集種数の合計は11種に過ぎず、全体としてハマゴウの訪花ハナバチ群集は、少数種が強く優占する単調な構造であることが示された。

## 3. 調査地点間の類似度

調査地点間の群集の類似性を比較するため、Pianka の  $\alpha$  指数を算出して得た類似マトリックスを表3に示した。また、群集間のユークリッド距離をもとにウォード法を用いてクラスター分析を行った結果を図4に示した。各地点の群集間の類似度は比較的高い値を示した。これは群集を構成する種の組成が全調査地で共通する2つの環境要素、すなわち「砂浜」と「ハマゴウ」によって強く規定されていることを示唆している。その一方で、景観型が異なる益田三里ヶ浜 (非集落型)、益田北浜 (半集落型)、江津敬川 (集落型)、江津浅利 (集落型)、大田静間 (集落型) と浜田姉ヶ浜 (非集落型)、江津渡津 (集落型)、大田鳥井 (集落型) がそれぞれ同じクラスターを形成し、調査地点周辺の人的環境の違いを反映する結果とはならなかった。

表3. ハマゴウの訪花ハナバチ相調査におけるハナバチ群集間の類似度指数 ( $a$ 指数)

	益田 三里ヶ浜	益田 北浜	浜田 姉ヶ浜	江津 敬川	江津 渡津	江津 浅利	大田 静間
益田 北浜	0.8194						
浜田 姉ヶ浜	0.6271	0.692					
江津 敬川	0.8096	0.9682	0.7483				
江津 渡津	0.7384	0.7824	0.8868	0.8249			
江津 浅利	0.8048	0.8158	0.7847	0.8448	0.9663		
大田 静間	0.9141	0.8585	0.6363	0.8649	0.7024	0.7885	
大田 鳥井	0.8373	0.8513	0.7166	0.8897	0.9116	0.9755	0.8573

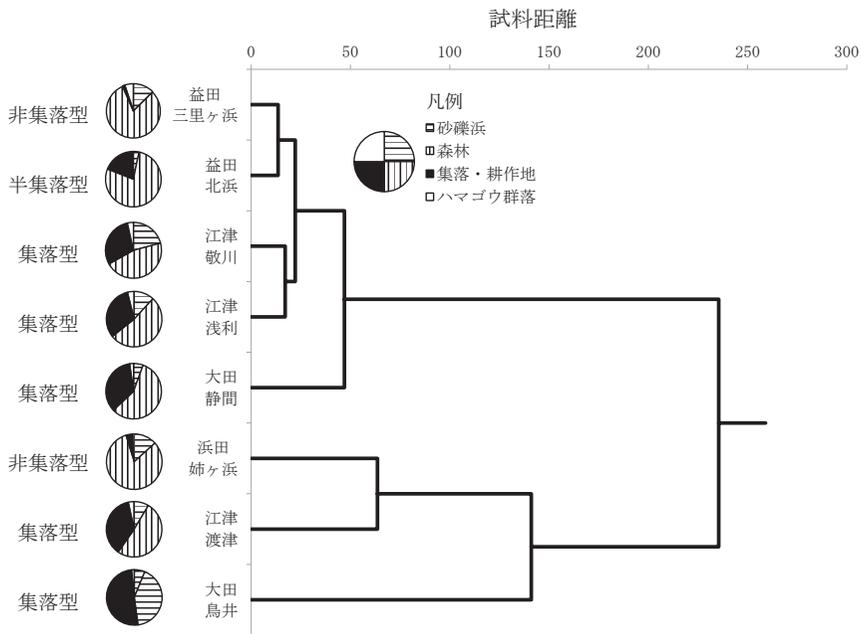


図4. ハマゴウの訪花ハナバチ群集をもとにしたクラスター分析により得られた樹形図と各調査地の環境要素の構成比

### まとめ

ハナバチ類の種多様性が高く維持されるには訪花植物の多様性のほか、営巣環境の多様性が重要である。ハナバチ類の営巣場所として最も多く利用されるのは地中であるが、このほかに朽木(例：クマバチ類)、植物の茎などの中空部(例：ハキリバチ類)や髄質部(例：ツヤハナバチ類)など、地上にあるさまざまな空間や営巣基質も利用される。これらは人家や納屋など、人の生活環境に付随

してしばしば豊富に存在する。地中営巣性種においても、裸地状の平坦地や、道路の切通に生じた崖などを利用する種が多く、やはり人のさまざまな活動によって営巣環境が維持される傾向にある。

以上のことから、本研究ではハナバチ類に多様な営巣環境を提供する場所として、集落・耕作地に着目し、それらが調査エリアに占める割合をもとに3つの景観型を設定したうえでハナバチ群集を比較した。しかし、必ずしも景観型間でハナバチ群集構造が類似するわけではないことが示された。海浜のハナバチ群集は砂浜環境に起因する共通性を有する一方で (RADHA *et al.*, 2012), 周辺環境との接続性は低いのかもしれない。このことは海浜のハナバチ群集が衰退しても、海浜以外の周辺環境からハナバチ類が移入することで群集構造が維持される可能性が低いことを示唆している。

海浜のハナバチ群集は多様性・均衡度ともに低く、単純な構造を有しているが、他の地域では見られない独特のものである。地域の生物多様性を考えるうえで十分配慮すべき生物群集と言える。

## 謝 辞

ハナバチ類の同定を賜った村尾竜起博士(地域環境計画株式会社)、採集に協力いただいた首藤裕貴氏、林晴樹氏、宮永活朗氏に厚くお礼申し上げる。なお、本研究は令和3年度ホシザキグリーン財団研究助成による補助を受けて行われた。

## 引用文献

- 郷右近勝夫, 2010. 砂浜の後退にともなう海浜性有剣ハチ類の衰退. (石井 実監修, 「日本の昆虫の衰亡と保護」所収) : pp. 174-188. 北隆館, 東京.
- 細井幸兵衛, 2018. 新青森県植物目録. 弘前大学白神自然環境研究所, 弘前, 40 pp.
- 環境庁自然保護局, 1998. 第5回自然環境保全基礎調査(海辺調査)統合報告書. 260 pp. 環境庁自然保護局, 東京.
- 前田泰生・北村憲二・松本圭司・宮永龍一, 2004. 海浜における送粉生態系の保全に関する研究2. 山陰地方の海浜性植物ハマゴウ(クマツヅラ科)における有剣類の送粉様式. ホシザキグリーン財団研究報告, 7: 275-303.
- 皆木宏明・前田泰生・北村憲二, 2000. 海浜における送粉生態系の保全に関する研究 I. 大社砂丘における送粉昆虫の種類とそれらの季節消長. ホシザキグリーン財団研究報告, 4: 136-160.
- 中村 剛・國府方吾郎・佐藤 謙, 2020. 北海道におけるハマゴウ属(シソ科)の初記録. 植物地理・分類研究68: 55-57.
- 大橋広好・門田裕一・邑田 仁・米倉浩司・木原 浩(編) 2017. 日本の野生植物 第5巻. 平凡社. 474 pp.
- Radha Devkota Adhikari・前田泰生・宮永龍一, 2012. 山陰地方における海浜性植物ハマゴウの訪花ハナバチ群集の比較. *New Entomologist*, 61(2): 25-31.
- 佐久間 昭, 1964. 生物検定法, その計画と分析. 東京大学出版会, 東京.
- 澤田 佳, 2014. 海浜植物のレッドリスト記載状況と保全上の課題. *景観生態学*19(1): 25-34.

(2022年2月15日受領, 2022年3月2日受理)