

神戸市須磨海岸ではじめて観察されたウスバミル

奈島 弘明* ・ 谷 良夫**

First record of a carpet-like *Codium tenuifolium* Shimada *et al.*
at Kobe Suma seaside

Hiroaki Nashima* and Yoshio Tani**

はじめに

須磨海岸は東部から中央部にかけての砂浜と須磨港西部の丸石と砂を主体とする浜からなる。この場所では筆者の一人、奈島が今までにミルとクロミルを観察している(奈島 2002)。2015年4月5日(日)に布状のミルが打ち上げられているものを初めて採集し、ヒラミル *Codium latum* Suringar (吉田 1998) と考えた。しかし、阪口氏より 2015年7月2日に神戸市垂水沖で採集された藻体を持参していただき、ウスバミル *Codium tenuifolium* (Shimada *et al.* 2007) の可能性を示唆された。そこで形態と遺伝子の両方から調べてみたのでここに報告する。

方 法

1 形態観察

藻体はさく葉(おし葉)標本として保存した。また、小囊の形態に関しては生もしくはさく葉標本の一部を水で戻し、観察に使用した。小囊の大きさは光学顕微鏡に接眼マイクロメーターを装着して測定した。20個の小胞を測定し、平均値と標準偏差を求めた。種の検索に当たっては、吉田(1998)、Shimada *et al.* (2007)、Lee and Kim (2011)、柴田(2014)によった。

2 遺伝子解析

DNA抽出

各藻体(表1)から Carvalhol *et al.* (2012)の方法を改変した次の方法でDNAの抽出を行った。試料(乾燥標本 3mm×3mm)を溶解 Buffer (100mM Tris-HCl pH8.0, 1M KCl, 10mM EDTA, 1% TritonX, 2% SDS) 150 μ L に加える。90°C, 10分間 インキュベートする。13,000rpm, 4分間遠心する。上澄 80 μ L にフェ

ノール・クロロホルム溶液を 100 μ L を加え、さらに溶解 Buffer 200 μ L を加える。13,000rpm, 10分間遠心する。上澄 80 μ L にイソプロパノール 80 μ L を加える。13,000rpm, 10分間遠心する。上澄を捨てる。70%エタノールを 150 μ L 加える。13,000rpm, 10分間遠心する。上澄を捨てる、5分間乾燥させる。TE50 μ L を加え、鋳型 DNA 溶液とした。

PCR法によるDNA増幅と塩基配列解読(シーケンス)および系統樹の作成

葉緑体 DNA ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (rbcL) のエキソン領域について、プライマー EadF と EadR (Shimada *et al.* 2007) を用いて PCR 法による DNA 増幅を試みた。また同領域について CT61F (5' -AAGAACTGATATTCCTTGACGCTTTTCG-3'; 28mer) と CT701R (5' -ACCAGCTGTTGCATTTAAATAATGTCCT-3'; 28mer) を新たに Primer 3 web version 4.0.0 (<http://bioinfo.ut.ee/primer3/>; 2016年1月24日現在) を利用してデータベース上のデータ (KF572040) から作成し、DNA 増幅を試みた。PCR 反応液は 10 μ M プライマー各 2 μ L, 2×PCR Buffer for KOD FX Neo 10 μ L, KOD FX Neo (1 U/ μ l) 0.5 μ L, 鋳型 DNA 溶液 2 μ L, 2 mM dNTPs 3.5 μ L をよく攪拌し計 20 μ L 調整した。0.2mLPCR チューブに注入し、ASTECC 製サーマルサイクラー PC-708 を用いて PCR 反応を行った。この反応液を 94°C 4分間初期加熱した後、94°C 15秒の熱変性・60°C 15秒のアニーリング・68°C 30秒の伸長反応を 35 サイクル行った後、68°C 7分間伸長反応を行い、10°C で保存した。PCR 産物を Roche High Pure PCR Product Purification Kit を用いて精製し、北海道システムサイエンス社に委託して上流と下流から塩基配列を解読した。解読したデータは MOLECULAR VOLUNTARY GENETICS

* 兵庫県立兵庫高等学校

** 兵庫県立尼崎小田高等学校

2016年1月25日受理



図1 ウスバミルの藻体 A, B, C (2015年4月5日 須磨海岸での打ち上げ採集) スケール:10 cm
 D, E (2015年7月2日 垂水福田川尻南方での付着個体)

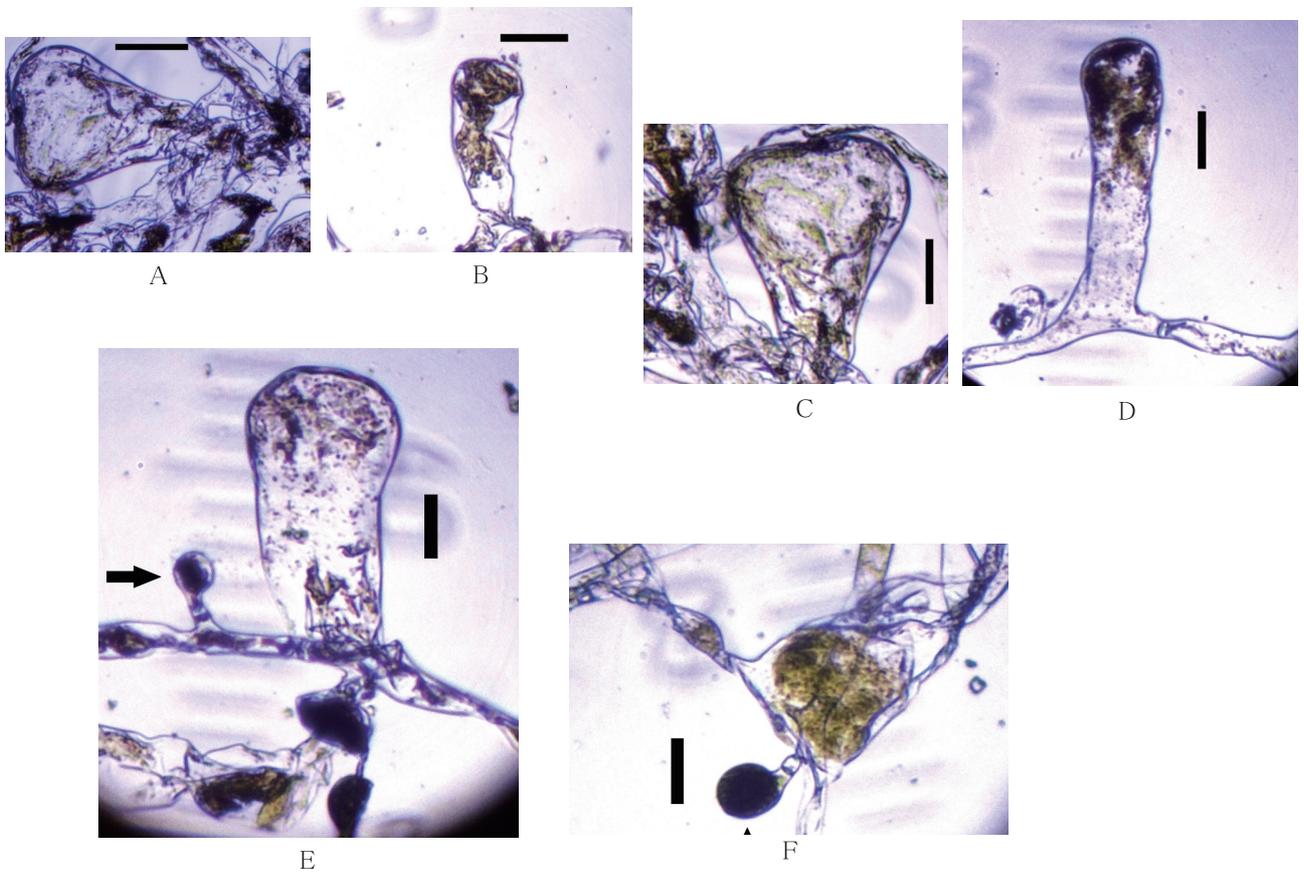


図2 藻体の小嚢 須磨 A, B 垂水 C, D, E, F 矢印: 栄養生殖器官 スケール: 100 μ m (A~F)

表1 DNA抽出を行った標本

Collection Site	Collector	Voucher	Collection date	DDBJ No.
Suma beach ; 兵庫県神戸市須磨区須磨海岸	H. Nashima	150002	5-Apr-2015	LC121526
Suma beach ; 兵庫県神戸市須磨区須磨海岸	H. Nashima	150003	5-Apr-2015	LC121527
Suma beach ; 兵庫県神戸市須磨区須磨海岸	H. Nashima	150004	5-Apr-2015	LC121528
Suma beach ; 兵庫県神戸市須磨区須磨海岸	H. Nashima	150005	5-Apr-2015	LC121529
Suma beach ; 兵庫県神戸市須磨区須磨海岸	H. Nashima	150006	5-Apr-2015	LC121530
Tarumi ; 兵庫県神戸市垂水区福田川尻	M. Sakaguchi	150007	2-Jul-2015	LC121531
Tarumi ; 兵庫県神戸市垂水区福田川尻	M. Sakaguchi	150008	2-Jul-2015	LC121532

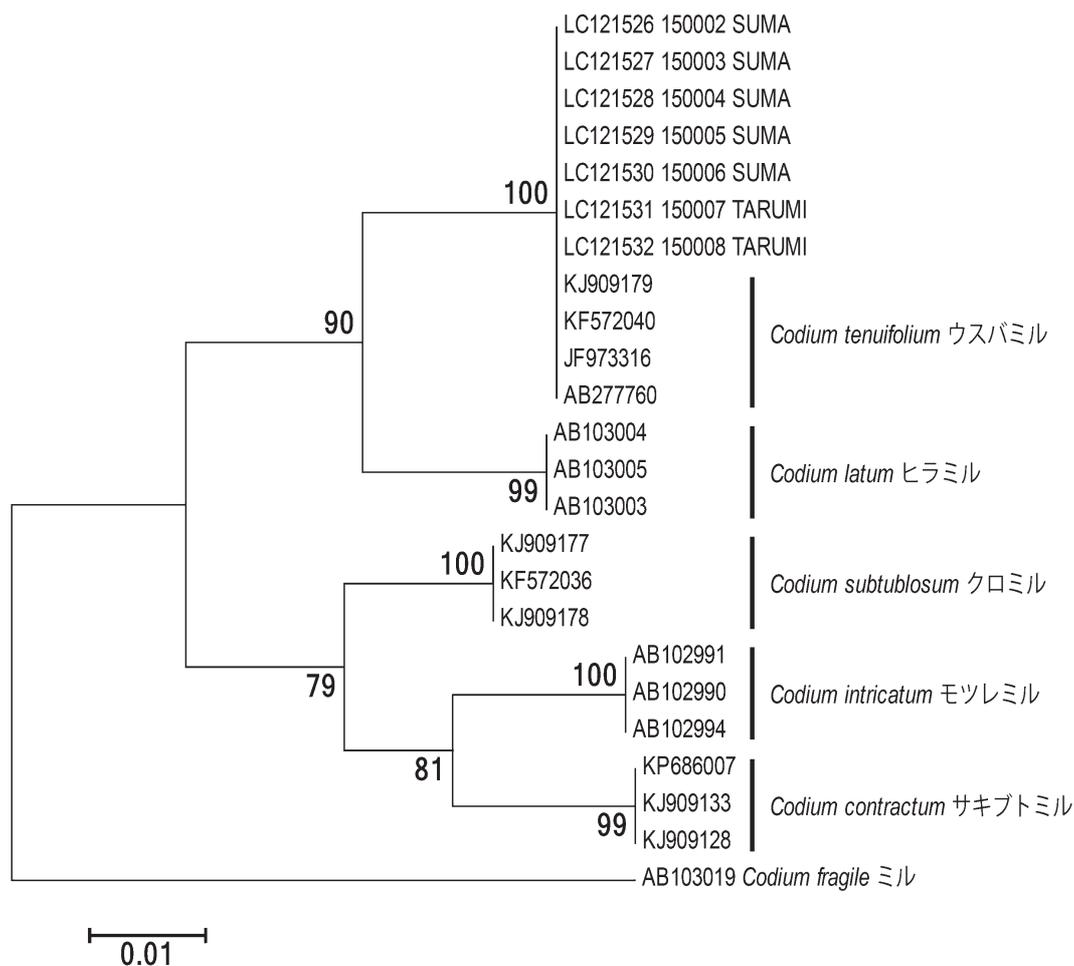


図3 rbcL の塩基配列をもとに須磨、垂水の藻体（150002 SUMA～150008 TARUMI）とウスバミルや近縁種を比較して作った分子系統樹

ANALYSIS 6 (MEGA 6) (Tamura *et al.* 2011)でアライメントし、上流と下流から解読したデータが完全に一致する部分のみを解析に用いた。*C. fragile* (ミル: GenBank accession AB103019) を外群として用いた。また配列の近い日本産ミル属を解析に使用した。系統樹の作成も MEGA6 で行った。

結果

資料 1

採集日および場所

2015年4月5日(日) 神戸市須磨海岸(北緯 34° 38' 25", 東経 135° 06' 26")

藻体 色は深緑, 付着部は 1×2 mm, 1~2 mm幅の柄を持つ。形は二裂もしくは三裂する逆三角形, 大

きさはおよそ 10cm×10cm, 厚さ約 1 mm であった (図 1A~C)。奈島 打上げ採集。

小囊 形は棍棒状が最も多く, 円柱状や逆円錐状のものも観察された (図2A, B)。

小囊の長さは $265 \pm 30 \mu\text{m}$ 先端部分の直径は $137 \pm 35 \mu\text{m}$ 基部付近の直径は $106 \pm 24 \mu\text{m}$ であった。また, (先端部分の直径) / (基部付近の直径) は 1.30 ± 0.19 最大値が 1.67 最小値が 1.07 であった。

資料 2

採集日および場所

2015 年 7 月 2 日 (木) 神戸市垂水沖, 福田川尻南岸南方 350m (北緯 $34^{\circ} 37' 19.1''$, 東経 $135^{\circ} 03' 38.6''$) 水深約 8 m。

藻体 色は濃い深緑, 付着部は $3 \text{mm} \times 5 \text{mm}$, 3mm 幅の柄を持つ。形は楕円形, 大きさは $20 \text{cm} \times 35 \text{cm}$, 厚さ約 1 mm (図1 D), あるいは二裂もしくは三裂する逆三角形, 大きさは $15 \text{cm} \times 15 \text{cm}$, 厚さ約 1 mm (図1 E (さく葉標本))。

小囊 形は棍棒状が最も多く, 円柱状や逆円錐状のものも観察された (図2 C, D)。

小囊の長さは $280 \pm 20 \mu\text{m}$ 先端部分の直径は $136 \pm 32 \mu\text{m}$ 。基部付近の直径は $102 \pm 22 \mu\text{m}$ であった。また, (先端部分の直径) / (基部付近の直径) は 1.33 ± 0.12 最大値が 1.57 最小値が 1.11 であった。

栄養生殖器官 (Vegetative reproduction structure) 類似の構造を観察した (図2 E, F)。

DNA 解析

DNA 抽出を行った 7 サンプルから良好な 354 bp の配列が得られた。7 サンプルで配列はすべて一致した。

DNA データベースからこの配列と同じもしくは近い配列を示す日本産ミル属のデータを, ダウンロードした。*C. tenuifolium* (ウスバミル: KJ909179, KF572040, JF973316, AB277760), *C. latum* (ヒラミル: AB103004, AB103005, AB103003), *C. subtubulosum* (クロミル: KJ909177, KF572036, KJ909178), *C. intricatum* (モツレミル: AB102991, AB102990, AB102994), *C. contractum* (サキブトミル: KP686007, KJ909133, KJ909128), さらに外群としてミル *Codium fragile* の塩基配列を用い, Maximum Likelihood 法により 1000 回繰り返し演算し解析したところ, ミル属各種は高い分岐率でそれぞれ独立したグループを形成し, 今回検証した 7 サンプルはすべて *Codium tenuifolium* (ウスバミル) と同一グループに属した (図3)。

考 察

神戸市から淡路島, 播磨灘にかけて, 今まで海藻植生が調べられてきた (広瀬 1954; 金沢 1959; 広瀬・

榎本 1965; 川井 2001; 奈島 2002)。しかし, 海岸での採集でヒラミルの報告は無かった。ただ, 瀬戸内海ではヒラミルがまれに産する (稲葉 1988)。ヒラミルの小囊は長さ $400\text{--}600 \mu\text{m}$, 直径 $50\text{--}100\text{--}160 \mu\text{m}$ である (吉田 1998)。Shimada *et al.* (2007) はウスバミルの小囊は長さ $360\text{--}720 \mu\text{m}$, 直径 $48\text{--}160 \mu\text{m}$ と記載している。また, 栄養生殖器官 (Vegetative reproduction structure) の存在を記載し, 遺伝子解析によってヒラミルと別種であるとして新種記載した (Shimada *et al.* 2007)。Lee and Kim (2011) は韓国で 2008 年に報告した *C. tapetum* や新たに済州島や朝鮮半島, 日本で採集した扁平なカーペット状の個体を遺伝子解析してそれがウスバミルであるとし, その小囊の長さは $260\text{--}410 \mu\text{m}$, 直径 $85\text{--}160 \mu\text{m}$ と記載した。また, 柴田 (2014) は愛媛県松山海岸からウスバミルの採集を報告している。それによると, 小囊の長さの平均は $289 \mu\text{m}$, 直径 $117 \mu\text{m}$ で栄養生殖器官の存在を報告している。本研究の 2015 年 4 月須磨海岸で採集された個体は小囊の長さは $265 \pm 30 \mu\text{m}$, 直径が $106 \pm 24 \mu\text{m}$ であった。また, 7 月垂水で採集された個体は小囊の長さは $280 \pm 20 \mu\text{m}$ 直径は $102 \pm 22 \mu\text{m}$ であった。この結果は Shimada *et al.* (2007) の記載したものより小さいものの, Lee and Kim (2011) や柴田 (2014) の結果とほぼ一致し, また, 7 月の個体からは栄養生殖器官と思われる構造も観察した。また, rbcL の DNA 解析の結果もウスバミルと同一グループに属し, 他のミル属の種とは別グループに属した。

これらの事から 4 月に須磨で採集された布状のミルと 7 月に垂水で採集された布状のミルは共に 2007 年新種記載されたウスバミルであった。

有山 (2014) は大阪湾海岸生物研究会のブログで 1996 年に大阪府岬町の深日漁港で採集しヒラミルと報告したものは外部や小囊の形態からウスバミルと思われると述べている。また, 柴田 (2014) も愛媛県松山からウスバミルを報告した。今回の研究で須磨, 垂水でウスバミルが採集されたことは瀬戸内海へ分布を広げている可能性がある。

謝 辞

神戸市垂水沖で採集し布状のミル数個体を阪口正樹氏よりいただき, ウスバミルの可能性を伝えていただいた。深く感謝いたします。遺伝子解析をご指導いただいた笠原恵先生に感謝いたします。

引用文献

- 有山啓之. 2014. 大阪湾のミル類. 大阪湾海岸生物研究会ブログ. <http://d.hatena.ne.jp/osakawan/comment/20140718>.
- Carvalho, M. de O., M. C. Oloveira, S. O. B. Pereira and H. Verbruggen. 2012. Phylogenetic analysis of

- Codium* species from Brazil, with the description of the new species *C. pernambucensis* (Bryopsidales, Chlorophyta). Eur. J. Phycol., 47(4):355-365.
- 広瀬弘幸. 1954. 南淡路島産の海藻. 兵庫生物, 2:205-206.
- 広瀬弘幸・榎本幸人. 1965. 淡路島岩屋の海藻. 兵庫生物, 5:8-11.
- 稲葉明彦. 1988. 瀬戸内海の生物相 II. 475pp. 広島大学向島臨海実験所, 広島.
- 金沢竜. 1959. 播磨産海藻目録 (予報). 兵庫生物, 3:379-382.
- 川井浩史. 2001. 神戸の海藻. 146pp. 財団法人神戸市体育協会, 神戸.
- Lee, H. W. and M. S. Kim. 2011. Taxonomic re-examination of a carpet-like *Codium* (Chlorophyta) from Jeju, Korea. Algae, 26(3):221-227
- 奈島弘明. 2002. 須磨海岸の海藻. 兵庫生物, 12(3):141-145.
- 柴田健介. 2014. 瀬戸内海で記録されたウスバミルとオオハイミル(アオサ藻綱, ハネモ目, ミル科). 南紀生物, 56(1):30-33.
- Shimada, S., T. Tadano and J. Tanaka. 2007. *Codium tenuifolium* (Codiales, Chlorophyta), a new species from Japan. J. Jpn. Bot., 82:117-125.
- Tamura, K., G. Stecher, D. Peterson, A. Filipski and S. Kumar. 2013. MEGA 6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0, Molecular Biology and Evolution, 30(12):2725-2729.
- 吉田忠生. 1998. 新日本海藻誌. 1248pp. 内田老鶴圃, 東京.

ベイトトラップで得た兵庫県宝塚市山林のスズメバチ類の季節消長

西本 裕*

The seasonal changes of vespine wasps (*Vespa* and *Vespula*, Hymenoptera, Vespidae) collected with bait traps in the forest of Takarazuka city, Hyogo, Japan

Yutaka Nishimoto*

Abstract: Vespine wasps collected with bait traps were 7 species and 371 individuals, and *Vespa mandarinia* was a dominant species in 2012. Bait trap was the most suitable method for investigation of the species composition in a small area and the grasp of the population with the caste by the seasonal changes. In the next year, the population was reduced clearly.

はじめに

樹林に立ち入って、下草刈の作業や野外調査をしているとスズメバチ類の被害に遭い、最悪の場合は刺症被害で死亡する例が起きている。2010年～2013年の4年間の統計では合計82人、年平均20.5人となっていて(厚生労働省 2013)、1994年～2010年の17年間で138名、年平均8.1人のマムシよりも被害者数は多い(後藤ら 2006)。

筆者はこの10年ほどの間に竹筒トラップの野外調査中にオオスズメバチと思われる巣に近づき、働きバチによる威嚇を3度経験している。ひとつ間違えば重大な事故となるので、調査地点近辺のスズメバチ類の減衰をねらい、同時に種構成および季節消長を把握するために2012年5月から12月までベイトトラップを設置した。また、減衰の確認のために2013年もベイトトラップを設置した。

調査方法

調査地点はJR宝塚駅の北方約10km、兵庫県宝塚市切畑、北緯34度51分30秒、東経135度20分25秒である(図1)。標高は370m、植生は老齢アカマツ林が優

占種で、枯死しているものが多数である。アカマツ以外には、高木層にクヌギ、コナラ、リョウブ、亜高木層にアラカシ、ソヨゴ、ネズミサシ、低木層にコバノミツバツツジ、クロモジ、ヒサカキ、草本層にシシガシラ、ベニシダが生えており、関西地方に特有なアカマツ林である。トラップは樹林内に東から西に3個を設置し、トラップ1～3とした。調査地点の両端は浅い谷筋で、スギとヒノキの植林地であった。各トラップは設置間隔を150mとし、道路より20m入った樹林内の地上1.5mの樹幹に固定した。

トラップは2012年5月16日から12月16日の間設置し、その回収はほぼ週に1度実施した(最短3日、最長14日)。誘引が確認された最終日は11月24日であった。捕獲したハチ類は、乾燥標本にして同定した。

ベイトトラップは、昆虫を餌で誘引する方法であり、対象とする昆虫の種類により餌や設置場所、容器などが工夫されている。今回使用した餌は日本酒50mL、醸造酢25mL、砂糖25gの混合液とした。容器は2L用のペットボトルに切り込みを入れて加工し、餌は回収時に新しいものと取り換えた(図2)。

また、翌年の2013年6月1日から7月31日まで同じ地域に3トラップを設置した。

結果

<誘引・捕獲されたスズメバチ類の種名と個体数>

* 〒669-1211 宝塚市大原野字谷上10-1
e-mail: dipogon@hotmail.co.jp
2016年2月4日受理

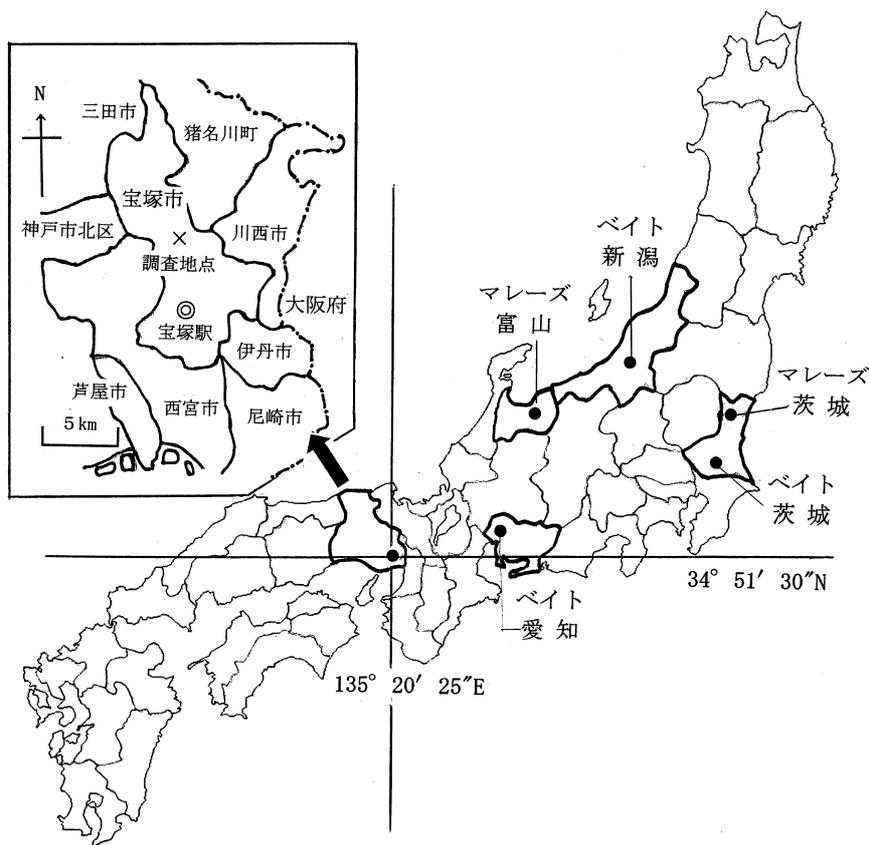


図1 本研究の調査地点（左上枠）と5つの他研究の調査地点
 Fig.1 Investigation point (upper-left frame) in this study and five other studies

2012年に誘引・捕獲されたスズメバチ類は、オオスズメバチ、コガタスズメバチ、ヒメスズメバチ、キイロスズメバチ、モンズズメバチ、クロスズメバチ、シダクロスズメバチの2属7種で371個体であった(表1)。本州に生息するスズメバチ(*Vespa* 属)6種のうち、チャイロスズメバチ以外の5種が捕獲された。個体数の多かった種はオオスズメバチで全体の63.1%を占め、同種が優勢な地域であった。次いでコガタスズメバチが15.9%、ヒメスズメバチが13.5%であった。女王バチが確認された種はオオスズメバチが47個体で最多であった。ただしコガタスズメバチとキイロスズメバチは女王バチと働きバチの識別が出来ないので、雄バチ以外は働きバチとした。この2種の6、7月の捕獲個体は女王バチの可能性が高い。

2013年は6月初めから7月末までトラップを設置したがトラップに誘引されたハチはいなかった。

<トラップ別誘引・捕獲数>

トラップ別捕獲個体数はトラップ1が144個体、トラップ2が157個体、トラップ3が70個体であった(表2)。モンズズメバチ以外の4種のスズメバチは3つのトラップで捕獲された。モンズズメバチはトラップ1で、クロスズメバチがトラップ2と3で、シダクロス



図2 設置したベイトトラップ

表1 宝塚市山林におけるベイトトラップに誘引・捕獲されたスズメバチ類 (2012年)
 Table 1 The vespine wasps which was induced and collected with bait traps in the forest of Takarazuka city in 2012

和名	学名	カースト			合計	割合 (%)
		女王	働きバチ	オス		
オオスズメバチ	<i>Vespa mandarinia</i>	47	178	9	234	63.1
コガタスズメバチ*	<i>V. analis</i>	—	59	—	59	15.9
ヒメスズメバチ	<i>V. ducalis</i>	1	38	11	50	13.5
キイロスズメバチ*	<i>V. simillima</i>	—	17	—	17	4.6
モンスズメバチ	<i>V. crabro</i>	—	2	—	2	0.5
クロスズメバチ	<i>Vespula flaviceps</i>	—	6	—	6	1.6
シダクロスズメバチ	<i>Vl. shidai</i>	—	3	—	3	0.8

*女王バチと働きバチの識別が出来なかったため、すべて働きバチとした。 371

表2 宝塚市山林でベイトトラップに誘引されたスズメバチ類のトラップ別捕獲数 (2012年)
 Table 2 The population which was induced and collected according to bait traps in the forest of Takarazuka city in 2012

和名	学名	トラップ番号			小計
		トラップ1	トラップ2	トラップ3	
オオスズメバチ	<i>Vespa mandarinia</i>	87	104	43	234
コガタスズメバチ	<i>V. analis</i>	25	22	12	59
ヒメスズメバチ	<i>V. ducalis</i>	21	24	5	50
キイロスズメバチ	<i>V. simillima</i>	9	1	7	17
モンスズメバチ	<i>V. crabro</i>	2	—	—	2
クロスズメバチ	<i>Vespula flaviceps</i>	—	3	3	6
シダクロスズメバチ	<i>Vl. shidai</i>	—	3	—	3
合計		144	157	70	371

表3 トラップの違いによる種・個体数比較 (他研究5つを含む)
 Table 3 Comparison between species and population by the difference of the trap inclusive of other 5 researches

和名	学名	トラップ種類 調査県	ベイト 兵庫	ベイト 愛知	ベイト 茨城	ベイト 新潟	マレーズ 茨城	マレーズ 富山
オオスズメバチ	<i>Vespa mandarinia</i>		234	530	603	97	6	
コガタスズメバチ	<i>V. analis</i>		59	403	315	127	2	1
ヒメスズメバチ	<i>V. ducalis</i>		50	286	321	69		
キイロスズメバチ	<i>V. simillima</i>		17	11	32	357	52	11
モンスズメバチ	<i>V. crabro</i>		2	299	69	20	5	2
チャイロスズメバチ	<i>V. dybowskii</i>			1		285		
クロスズメバチ	<i>Vespula flaviceps</i>		6		300	57	27	2
シダクロスズメバチ	<i>Vl. shidai</i>		3				178	204
ホオナガスズメバチ他	<i>Dolichovespula</i> sp. et al.						2	93
合計数			371	1530	1640	1012	272	313
種数			7	6	6	7	7	6
調査期間(年)			1	1	2	2	2	1
トラップ数			3	8	20	10	5	6
1トラップ・年当たりの平均捕獲数			123.7	191.3	41.0	50.6	27.2	52.2
標高m			370	50 200	15	285 315	700 750	664 1120
植生			アカマツ コナラ	市街地 ゴルフ場	アカマツ コナラ	ブナ コナラ	ブナ	ブナ クルミ
出典				山内(2009)	Makino & Sayama(2005)	小柳津・工藤 (2013)	Totok et al. (2002)	山内・渡辺 (2013)

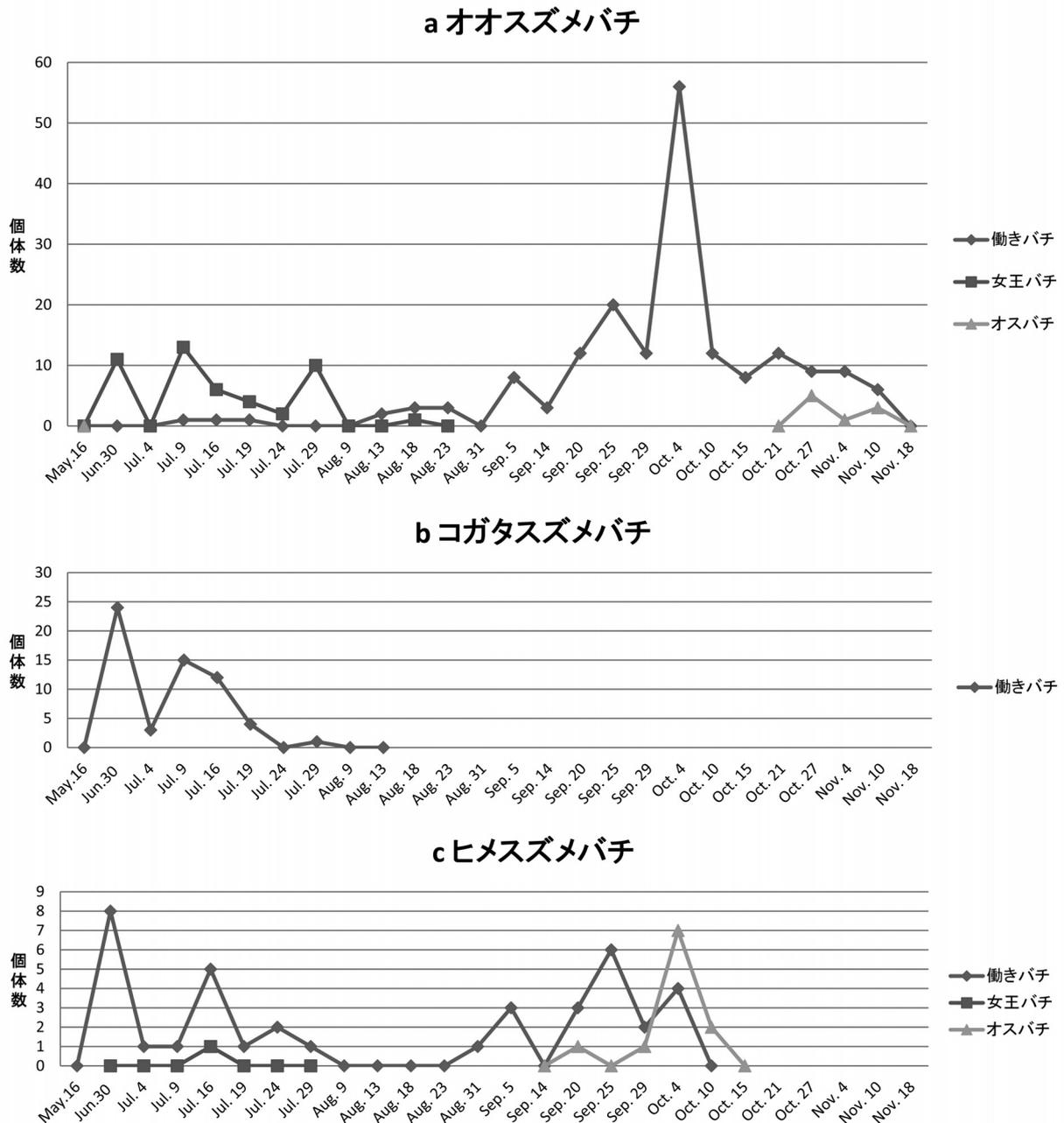


図3-1 スズメバチ類7種の季節消長 (2012年)
Fig. 3-1 The seasonal changes of 7 vespine wasps (2012)

ズメバチがトラップ2で捕獲された。トラップ間の捕獲数についてはトラップ2が最多であった。

＜スズメバチ7種の季節消長＞

2012年6月30日から11月24日の間に、ベイトトラップで誘引・捕獲された種類別・捕獲日別の個体数をグラフにした(図3)。オオスズメバチの女王バチは6月30日から8月18日まで47個体捕獲され、働きバチは7月9日から11月10日まで178個体、雄バチは10月27日から11月10日まで9個体捕獲された。同じくコガタスズメバチの働きバチは6月30日から7月29日まで59個体、ヒメスズメバチの女王バチは7月16日に1個体捕獲さ

れ、働きバチは6月30日から10月4日まで38個体、雄バチは9月20日から10月10日まで11個体、キイロスズメバチの働きバチは7月9日から11月18日まで17個体、モンズズメバチの働きバチは6月30日に2個体、クロスズメバチの働きバチは11月18日から11月24日に6個体、シダクロスズメバチの働きバチは11月18日に3個体それぞれ捕獲された。

考察

ベイトトラップを使用するとスズメバチ類の地域における種類と季節変動によるカースト別個体数の把握

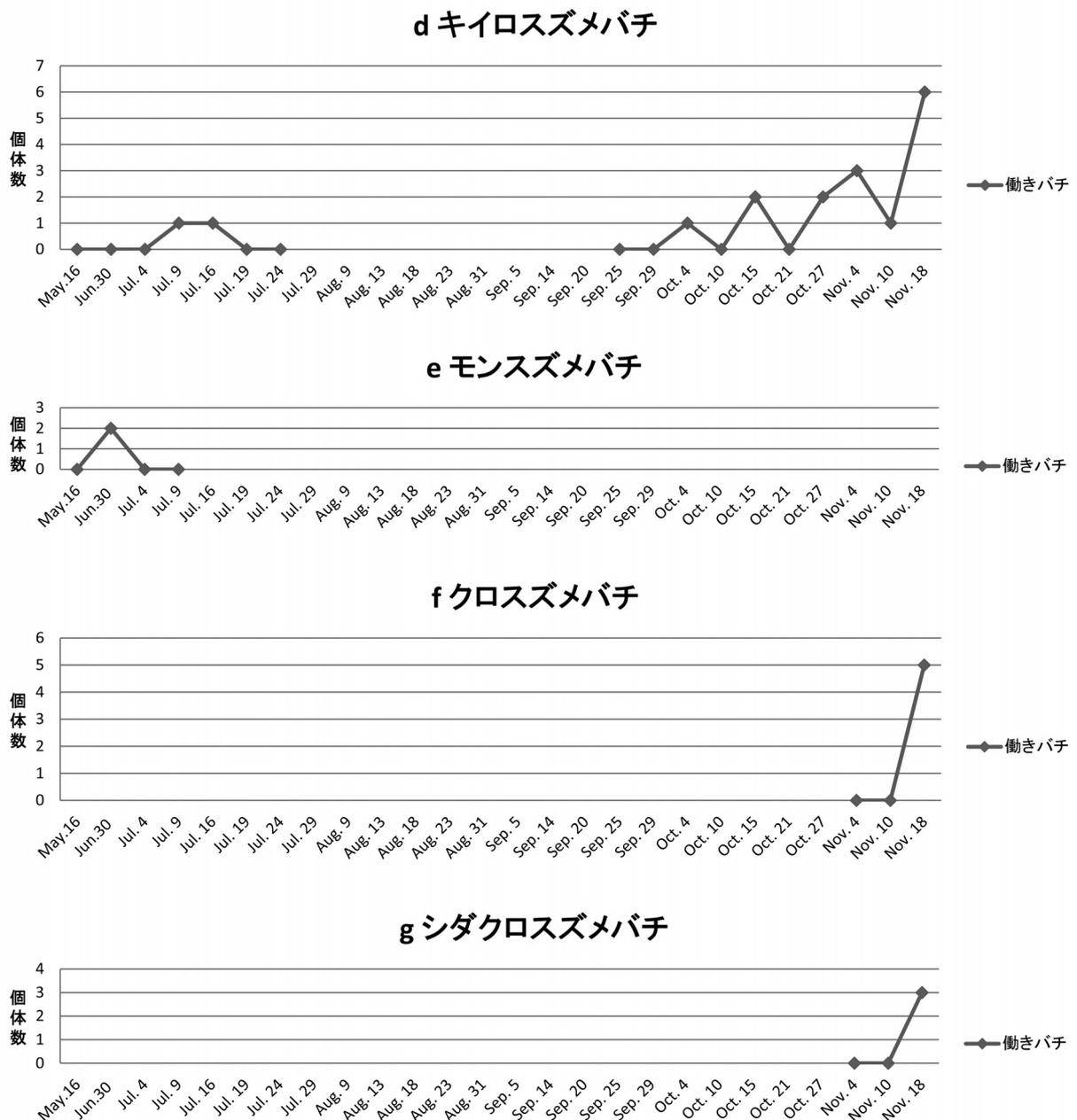


図 3-2 スズメバチ類7種の季節消長 (2012年)
 Fig. 3-2 The seasonal changes of 7 vespine wasps (2012)

には簡便な方法である。同時に刺症被害防止のためにはベイトトラップで捕獲すると、翌年には個体数が激減することが確かめられた。特に、オオスズメバチが多数捕獲されることで、翌2013年7月までの捕獲数0という結果を導いたと推察される。スズメバチ類の個体数の減衰には一定の効果があるものと考えられる。

今回の調査とトラップ、地域および植生の異なるデータを比較し、表3に示した (山内 2009; Makino & Sayama 2005; 小柳津・工藤 2013; Totok *et al.* 2002; 山内・渡辺 2013)。また、表3の調査地点を図1に示した。調査地点や植生、年度が異なればおのずと結果

が違ってくるので比較分析は困難である。オオスズメバチの捕獲数は、新潟では特に多くはなかったが、愛知県、茨木県と本調査の兵庫県で最も多かった。スズメバチ類の捕獲には、捕獲される種類や個体数に違いがあるものの、マレーズ法に比べてベイトトラップでの捕獲が最適である(表3)。1トラップ当たり1年間の平均捕獲数は愛知県の値に次いで本調査の値が大きいことが判明した。

ただし、オオスズメバチのような生態系の上位種の捕獲は他のスズメバチ類の個体数を増加させ、生態系の攪乱につながるため、同一地域での長期間の捕獲は

避けるべきであろう（山内 2009）。

まとめ

ベイトトラップによる誘引・捕獲されたスズメバチ類の種数は7種371個体で、オオスズメバチが優占していた。ベイトトラップは狭い地域における種類と季節変動によるカースト別個体数の把握には最適であり、翌年には個体数の減衰が認められた。

謝 辞

標本のハチ類は大阪市立自然史博物館 松本吏樹郎博士に同定して頂いた。ここにお礼申し上げる。

引用文献

後藤視英子・草地真由美・小栗明美・石井圭亮・佐藤治明. 2006. 一目でわかる！救急患者のプロトコル(2) マムシ咬傷EMERGENCY CARE (19): 665-669.
厚生労働省. 2013. 人口動態調査.
小柳津 渉・工藤起来. 2013. 新潟県十日町市においてベイトトラップで採集したスズメバチ類および

スズメバチネジレバネの季節消長. 新潟大学教育学部研究紀, 6(1):49-57.

Makino, S. and K. Sayama. 2005. Species composition of vespine wasps collected with bait traps in recreation forests in northern and central Japan (Insecta, Hymenoptera, Vespidae). 森林総合研究所研究報告, 4 (4) (no. 397):283-289.

Totok, M. U., S. Makino and H. Goto. 2002. Species Composition and Seasonal Changes in the Number of Social Wasps Collected with Malaise traps in Natural Deciduous Forests in and near the Ogawa Research Forest, Northern Kanto, Japan (Hymenoptera, Vespidae). 森林総合研究所研究報告, 1(2) (no. 383):135-139.

山内博美. 2009. 都市のスズメバチ. 113 pp. 中日出版, 愛知県.

山内健生・渡辺 護. 2013. 富山県の標高の異なる3地点においてマレーズトラップで捕獲されたスズメバチ類の種構成. ペストロジー, 28(1):13-16.

ミツバチの巣の形成過程とその時空間一様性

大崎 浩一*・宮木 優**・河盛 月美**・中田 梨菜**・大谷 剛***

はじめに

社会性昆虫であるミツバチは、仲間と協働し、コームとよばれる半円盤状の巣を複数枚造る。ミツバチの巣といえば通常、この複数枚のコームの集合をいう。コーム両面には正六角形の巣室が整然と並んでいる。巣室は、底面で表裏が互い違いに接しており、1つの巣室の底面は菱形12面体を頂点でカットした形になっている。まれに切頂8面体のものも観察される(ボール 2011)。微小な脳しか持たないミツバチが、このような精巧な形を造り上げることは注目に値する。私たちの研究グループでは、実際にミツバチを飼い、その造巣過程を、群れの行動と協働作業という視点から理解する目的で観察した。本論文では、巣の形成に際し、コームが成長する様子ならびに、着色した蜜ロウを与えた結果と、そこから導き出せる結論や予想について述べる。

観察方法

関西学院千刈キャンプ(兵庫県三田市香下)において、2階建て建物の北側2階テラスに木製巣箱(外形の寸法 縦455mm 横540mm 高さ345mm)を設置し、市販のセイヨウミツバチを入れて観察を行った。ミツバチの数は約6000匹ならびに女王バチ1匹である。巣箱におけるミツバチの出入口(巣門)の方角は、木々等の障害物による制約から東向きとした。購入時付属の巣枠をすべて取りさって自然な造巣過程を観察したかったが、その条件下では群の逃亡が直前の予備実験で起こった。そこで新たに群を購入し、巣枠を残して観察を開始した。

設置後はじめの11日間は、群が安定するまで大きなコームを造らせないよう、付属の巣枠3枚と給餌器な

らびに制限板を用いて、ミツバチの居住スペースを制限した(内部の寸法 縦180mm 横481mm 高さ251mm)。12日目に群が安定したと判断し、この時点で蜜が多く入った巣枠1枚を制限空間の外に置き、制限空間の横幅を広げた(縦221mm 横481mm 高さ251mm)。具体的には、給餌器から4cmの間隔(巣枠側面をミツバチが往来できる程度)を空けて巣枠を1枚、さらにそこから7cm(ミツバチがコームを1枚追加できる程度)を空けて巣枠をもう1枚と制限板を配置した(以下、7cm間隔の空間を、7cm空間とよぶ)。制限板にはミツバチが出入りできる隙間があり、制限空間の外側の蜜を食料にすることができる。また、群が逃亡しないよう女王バチの羽1枚の半分を切り取って飛びづらいうようにした。結果の節で述べるように、この7cm空間には新しいコーム(以下、第1コーム)が造られ、その発展の様子を13日間観察した。第1コームに幼虫が産みつけられる等、安定状態に入ったことを確認した25日目に、7cm空間を、新たなコーム形成を促す目的で、12cmに広げ、観察を続けた(以下、12cm空間)。またその際、赤色に着色された1cm角の蜜ロウシートを、5cm間隔で12cm空間側面の巣枠上部に手で押し付けて貼り付けた。26日目には、12cm空間にさらに新しいコームが造られ(以下、第2コーム)、それを4日間観察した。31日目に、ムダ巣の2つの巣室の奥に緑色の微小蜜ロウ一片を入れ、およそ1日経過させた。また、この日に12cm空間を、さらにコームを作らせる目的で、15cm(以下、15cm空間)に広げた。上述の巣箱内の様子は図1の通りである。

結果

【ムダ巣の形成】巣枠上側にムダ巣が造られた。一般に、巣枠の外に造られる巣をムダ巣という。ムダ巣最下段の巣室は、整然とした六角形ではなく、ときおり他の多角形状をなしていた。巣枠からはみ出た部分にも六角形セルが形成された。また、給餌器側面にもムダ巣が形成された。給餌器側面のムダ巣2つがつながって、長いものになるものもあった(図2)。

【第1コームの形成】12日目に巣枠間隔を7cmに広げた。その直後(12日目)は、7cm空間をなす巣枠側面

* 〒669-1337 : 三田市学園 2-1 関西学院大学理工学部 (2-1, Gakuen, Sanda, Hyogo 669-1337, Kwansai Gakuin University)

** 〒669-1337 : 三田市学園 2-1 関西学院大学理工学部数理科学科 4年 (2-1, Gakuen, Sanda, Hyogo 669-1337, Kwansai Gakuin University, B4)

*** 〒669-1337 : 三田市学園 2-1 関西学院大学数理科学研究センター (2-1, Gakuen, Sanda, Hyogo 669-1337, Research Center for Mathematical Sciences, Kwansai Gakuin University) 2016年2月8日受理

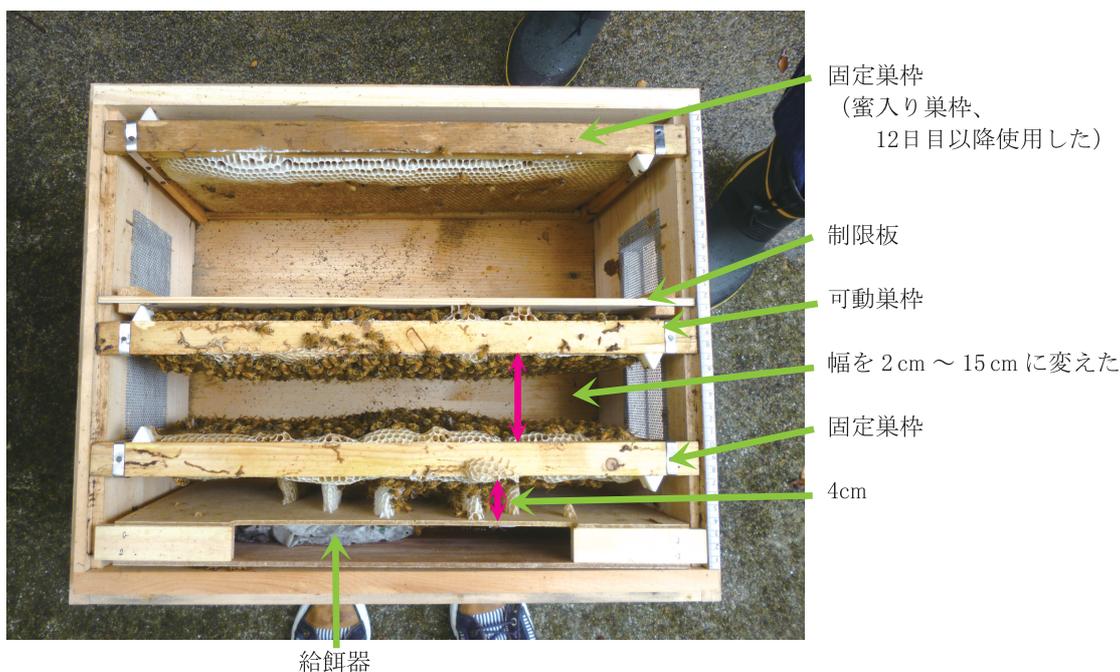


図1 実験巣箱を上から見た図。



図2A



図2B

図2 給餌器に形成されたムダ巣。小さなコームが2つ形成され (A), それがつながって大きなコームへと成長した。左から3番目のコーム (B)。

ならびに巣箱底面に一様にミツバチが広がった。13日目以降には巣枠側面にチェーン状に連なったものが2層 (以上) になってぶら下がった。16日目に巣箱を開けると、巣枠に平行に縦3cm 横5cmの第1コームが形成されていた。第1コームは、40日目には縦20.5cm 横33cmにまで成長した (図3)。

【第2コームの形成】25日目に12cm空間に広げた。26日目に12cm空間に横10cm 縦8.5cmの第2コームが形成された。第1コーム形成と比べて短時間にコームが形成されたが、これは、第1コーム隣にムダ巣が張り付いたものがあり、それを利用したためであると考えられる。第2コームは、40日目には縦16cm 横23.5cmにまで成長した (図3)。

【第3コームの形成】31日目に15cm空間に広げた。32日目に巣箱を開けると3つめのコーム (以下、第3コーム) ができており、大きさは縦10cm 横7.5cmであった。第3コームは、40日目には縦13.5cm 横13cmにまで成長した (図3)。

第1, 第2ならびに第3コームの縦と横の長さの時間発展をグラフにして、図4にまとめた。

【ロウ片とミツバチによるかじり取り】25日目に貼り付けた3つの赤ロウ片は次の日 (26日目), 第1コームから1番遠いものはほとんど変化がなかった一方で、中央のものは全てかじり取られてなくなっていた。加えて、周辺のムダ巣表面に赤いロウが一樣に付着していた。第1コームに1番近い赤ロウ片も半分程度がか

じり取られており、近いムダ巣表面が赤く着色していた（図5）。また、そこから離れた場所にわずかであるが赤いロウが付着しているところが数カ所存在した。

巣室の奥に緑色の微小蜜ロウ片を入れる実験では、すべての場合にその蜜ロウ片がどこかに取り去られてしまった。



図3 出来上がった3つのコーム。写真奥から、第1、第2、第3コームと3枚がほぼ等間隔に並んでいる。

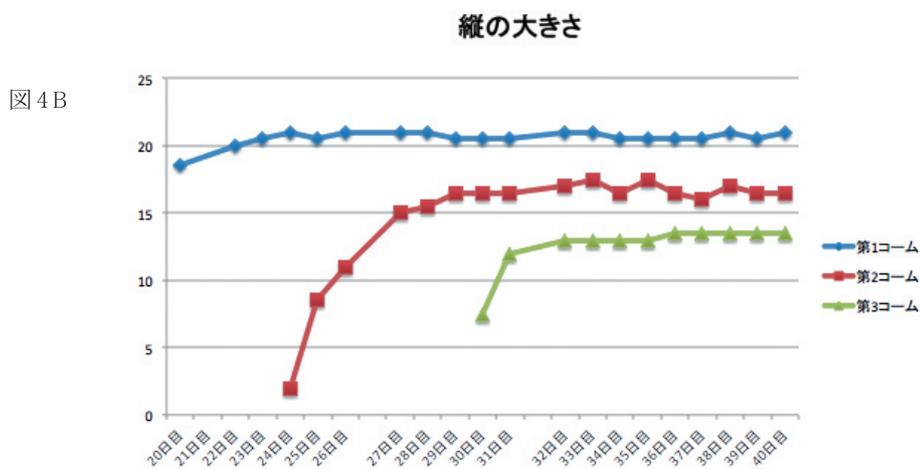
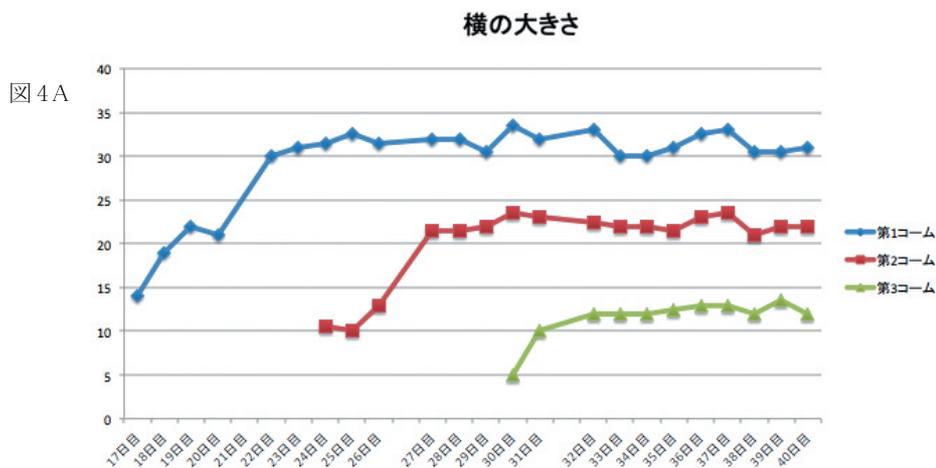


図4 第1、第2、第3コームの縦と横の長さの時間発展。最長部分の長さを測定した（A横，B縦）。グラフの傾きでコームの成長速度が分かる。特に第2コームの縦の長さの伸びが他に比べて速いことが分かる。



図5A



図5A 拡大



図5B

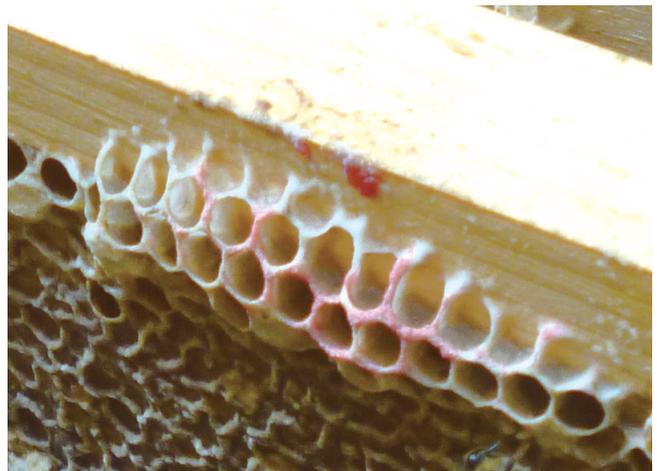


図5B 拡大

図5 給餌器に1番近い巣枠の上部に市販の赤い蜜ロウシートを1cm角に3枚切り取り、5cmの間隔をおいて、手で押しつけ、貼り付けた。第1コームに1番近いロウ片(Aでは1番右、Bでは1番手前)に貼り付けた直後、ミツバチが群がった(A)。約1日経過後、第1コームから1番遠いロウ片(Aでは1番左、Bでは1番奥)はほとんど変化がなかった一方で、中央のものは全てかじり取られてなくなっており、周辺ムダ巣表面には赤いロウが一樣に付着していた。第1コームに1番近いロウ片も半分程度がかじり取られており、周辺ムダ巣表面が赤く着色していた(B)。

考察

一般に養蜂では、巣枠に巣の土台となる蜜ロウのシート(巣礎)を貼り付け、それを造巣のきっかけとさせる。一方、そのようなきっかけが存在しない場合は、ミツバチたちがまず造巣の契機となるロウの塊を形成する。このロウの塊は一定時間経過後、しばしば3本の指でつまんだような形状になる。平坂ほか(2013)は、これを三角つまみパターンとよんだ。三角つまみパターンは、時間発展の後、魚の骨様の細長い形状に成長すると同時に、そこが天井や壁面への接着部分となり、コームへと成長する。上道ほか(2013)は、このコーム接着面にできる形状を魚骨パターンとよんだ。今回観察された小さな魚骨パターンの長さは4cmから5cm程度であり、そこを接着面として小さなコームを形成していた。さらにそれらのいくつかはうまく接続して大きなコームへと成長した(図2)。

ムダ巣の巣室の魚骨パターンに最も近いところ(最下段と呼ぶことにする)はいびつな六角形やときおり六角形でない多角形状を成し、コーム先端に見られるような整然とした正六角形ではなかった。最下段と2段目以上の巣室の形成過程の違いを考えたとき、それは巣が発展した後の整形が容易か否かにあると思われる。実際、コームが地面に対して垂直に形成されることを考えれば、木などの物質との接着部分である最下段を整形するには、蜜ロウを一度そこから全て取り外さなければならない一方で、2段目以上であれば、接着部分はすべて蜜ロウなので、整形をよりたやすく行うことができると考えられる。

Karihalooら(2013)は、巣室の正六角形形成はロウの表面張力に起因するという予想を立て、ある条件下では三叉路に相当する部分が実際に構成されうるとを数物理的に証明した。確かに、ミツバチが胸の

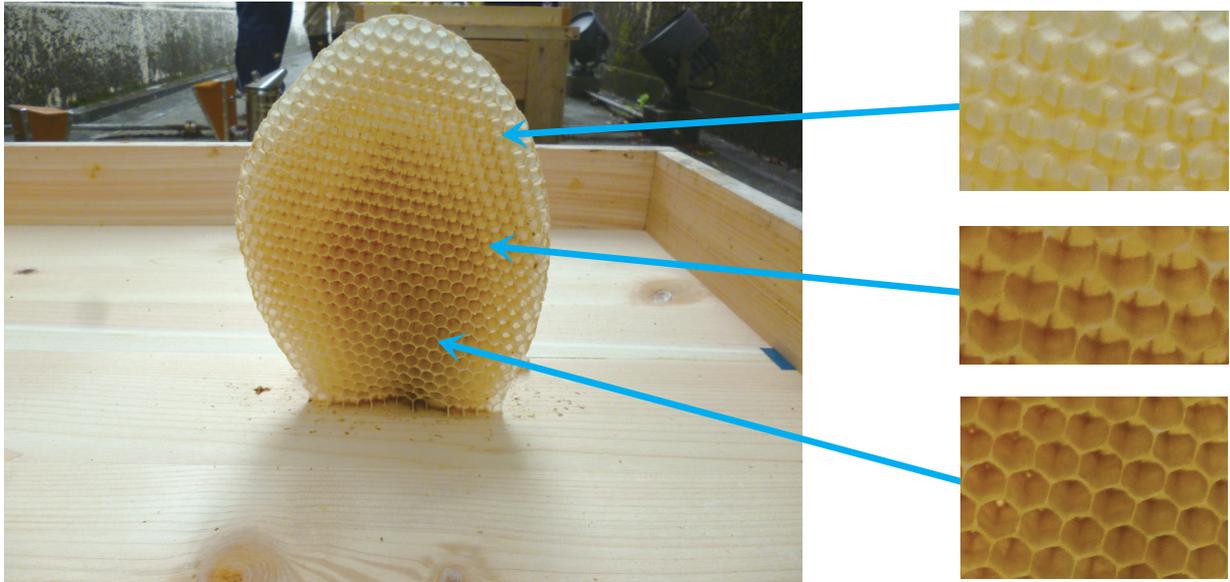


図6 第1 コーム。周辺の古い褐色の蜜ロウを使って造られた領域と、働きバチ自身で分泌した新しい白い蜜ロウで造られた領域が交互に、あたかも標的模様のようにになっている。

1日目	—	実験開始 居住スペース（180×481×251mm）に給餌器と2枚の巣枠を設置し制限板で仕切る。
12日目	—	居住スペース（221×481×251mm）を広げ7cm空間をつくる。 制限板の外に蜜入り巣枠を設置。 第1 コーム確認（16日目）。
25日目	—	居住スペース（271×481×251mm）を広げ12cm空間をつくる。 赤色蜜ロウを与える。 第2 コーム確認（26日目）。
31日目	—	居住スペース（301×481×251mm）を広げ15cm空間をつくる。 緑色蜜ロウを与える。 第3 コーム確認（32日目）。
40日目	—	実験終了

図7 実験開始の1日目から実験終了の40日目までの実験経過。

筋肉を震わせるなどすれば、蜜ロウを柔らかくできる程度の熱（43℃程度）を発することができ、それが正六角形形成の助けになる可能性がある。しかしながら、コーム全体に正六角形が整然と並ぶためには、ミツバチによる発熱と自然冷却が広範囲に、しかも一様に行われることが必要であって、著者たちは、それは実現が難しいことであろうと考えている。実際、今回の観察でもそうであったが、群れからはみ出るほどの大きなコームが形成されることが、通常の場合でも多々起こり、その大きさのコームを群れが一様に温めたり冷やしたりすることは難しいように思われる。また今回、

巣枠からはみ出た部分に正六角形の巣室が観察されたが、この部分には表面張力は効きにくいと考えられる。したがって、著者たちは、正六角形形成の要因は表面張力の他、ミツバチの蜜ロウのかじり取りと再付着による整形があると考えている。ミツバチが蜜ロウをかじり取って整形することは、ダーウィンの「種の起原」や Huber (2012) などでも述べられている。巣室の奥に緑色の微小蜜ロウ片を入れた今回の実験においては、すべての場合で微小蜜ロウ片がどこかに取り去られてしまったが、これも正六角形を構成するための巣室壁面以外の蜜ロウについては余分なものとしてかじり取っ

てしまうことを示唆している。そのロウだけ成分が違うため取り除いたという見方もできなくはないが、逆にそのロウを使って造巣した箇所もあるため、成分の違いだけから取り除いてしまうとは断言できない。かじり取った蜜ロウについては、巣箱底面に同様のロウ片は落ちていなかったため、造巣に活用したか、元の緑ロウ片に再び戻したか、もしくは巣の外に捨てたかのどれかということになるが、ムダ巣に緑ロウが多数付けられていたことから、造巣に活用した可能性が一番高いと著者たちは考えている。

一般にミツバチは、自身で蜜ロウを分泌して造巣することは知られているが、既に存在する巣の蜜ロウをかじり取って別の部分の材料にすることはあまり知られていない。また今回の実験で、赤ロウ片3つのうち中央のものが最も多くかじり取られたが(図5)、このことにより、周辺に造巣が活発化した直径5cm程度の円領域(以降、活性領域)が存在したことが予想される。実際、活性領域が存在しないならば、赤ロウ片のかじられ方に偏りは起こらず、3つのロウ片はまんべんなく一様に減るはずである。また、幼虫が多く産みつけられていた第1コームに近い側のロウ片の減りの方が少ないという事実も、そこから一定距離離れた箇所に活性領域が存在したことを裏付けている。加えて、同時に第1および第2コームも成長していたことから、これらのコーム先端にも活性領域が存在していたはずで、このとき赤ロウ片を利用してもよい状況であったにも関わらず、そこには付着しておらず、代わりに分泌したての白いロウのみが使われていた。このことは次の事柄を示唆する：活性領域にいるミツバチは、自身で分泌した蜜ロウないし、かじり取った蜜ロウを使って造巣する場合、その活動を一定時間行う。例えば、蜜ロウを分泌してそれを使って造巣するときは、一定時間その作業を続け、かじり取る方法とはならない。またその逆も成り立つ。このことは、造巣に関して時間局所的な一様性があることを意味している。また、活性領域程度の広がりでも空間的にムラなく一様に蜜ロウを付着させてもいたが、これは造巣に関する空間局所的な一様性が存在することを示している。造巣に関する時空間一様性が存在することの顕著な例が、第1コームに見られる模様である。図6を見ると、まるで標的模様のように、新しい蜜ロウと古い蜜ロウの領域が存在することが分かる。これは、自身で分泌した白い蜜ロウもしくは、周囲の巣枠に存在していた褐色の古い蜜ロウを使って、ある程度の時間、ある程度の領域に対して、ミツバチたちが一様に造巣したことを示している。

ところで、造巣に関する空間一様性が観察されたことから、ミツバチの能力に、以下の(I)ないし(II)のどちらかもしくは双方が備わっていることが予想できる：

(I) 活性領域において、空間一様に群がることができ、さらにほぼ同時に同様に造巣作業を行うことができる。

(II) 蜜ロウを付着させたばかりの箇所ならびに、付着させて一定時間以上が経過した箇所を判別することができ、さらに前者を選択した際には、そこに蜜ロウを付着させることができる。

赤ロウ片は活性領域よりも離れた箇所にも付着していた。この事実は、造巣ミツバチがランダムウォークのように、特に方向性のない移動をして巣箱内を飛び、ないし歩き回ったのち蜜ロウを付着するといった、付着場所と付着タイミングに関して確率的な要因も存在していたことを示している。

謝 辞

関西学院千刈キャンプ専任職員である益田博さんをはじめとするスタッフの皆さんには、ミツバチを飼育する場所を検討ならびに、提供していただくとともに、本研究が滞りなく行えるよう、さまざまなご協力をいただきました。九州産業大学・鳴海孝之先生ならびに関西学院大学大学院博士後期課程の上道賢太君には、魚骨パターン形成に関して議論していただきました。平坂優衣さんには、ミツバチの蜜ロウかじり取りに関する「種の起源」ならびに、Huber (2012)の本を紹介していただくとともに、蜜ロウのカラーシートが市販されていることを教えていただきました。ここに感謝の意を示します。本研究は科学研究費補助金・基盤研究(C) No.26400180の援助を受けています。

引用文献

- ボール, P. 2011. かたち：自然が創り出す美しいパターン. 早川書房.
- 平坂優衣・大谷 剛・大崎浩一・上道賢太. 2013. セイヨウミツバチの造巣行動の研究(1)「三角つまみパターン」と「かんながけ行動」. 日本昆虫学会第73回大会要旨.
- Huber, F. 2012. Huber's new observations upon bees. The complete volumes I & II, X-Star Publishing Company.
- Karihaloo, B. L., K. Zhang. and J. Wang. 2013. Honey bee combs: how the circular cells transform into rounded hexagons. J. Roy. Soc. Interface 10, 20130299.
- 上道賢太・大崎浩一・大谷 剛. 2013. セイヨウミツバチの造巣初期段階における高温部分形成. 兵庫生物, 14(4): 265-269.

トゲワレカラ (甲殻綱, 端脚目) の系統地理

谷 良夫*・阪口 正樹**

System geography of the skeleton shrimp *Caprella scaura* sensu lato (Crustacea, Amphipoda) by mtDNA molecular analysis

Yoshio Tani* and Masaki Sakaguchi**

Abstract: We collected 142 specimens of *Caprella scaura* Templeton, 1836 sensu lato (Crustacea, Amphipoda, Caprellidae) from 2012 through 2014 at fishing port and yacht harbor of 39 localities of Honshu (Mainland of Japan), Shikoku and Kyushu, and the gene analyses of mtDNA of these samples show 95 haplotypes. From molecular genealogical tree, the Japanese *C. scaura* can be divided into 4 clades (A1, A2, A3 and B). The A1 and A2 groups have inhabited in the temperate sea, the A3 group has inhabited in the cool temperate sea, A1, A2 and A3 groups are endemic in Japan. The B group has inhabited in the sub-tropical sea.

はじめに

漁港やヨットハーバーの浮き桟橋や岸壁のロープには、*Caprella scaura* Templeton, 1836 トゲワレカラがよく生息している。国内の海域に生息するトゲワレカラには、3 亜種が知られている。*C. scaura typica* Mayer, 1890, *C. scaura diceros* Mayer, 1890そして *C. scaura hamata* Utinomi, 1947である。背側の突起の有無で同定する。突起の変異が大きいので同定には困難が伴い、適切な分類形質の開発が求められている。

そこで、この3 亜種が遺伝子レベルから亜種として成立するかどうかを確認するために、本州西部に産するトゲワレカラを使って mtDNAのCO I 領域の塩基配列から分子系統樹を作成したところ、A1, A2, Bのグループに分かれたが、A1 グループに3 亜種が含まれ、B グループにも3 亜種が含まれていた。つまり3 亜種と分子系統樹の各グループとは対応しなかったのである (谷・阪口 2014)。

今回、北海道を除いた日本のほとんどの海域からトゲワレカラを得たので、再び mtDNAのCO I 領域の塩基配列から分子系統樹を作成したところ、新たなグループ (A3 と呼ぶ) を認め、トゲワレカラの各グループの地理的分布が明らかになったので報告する。

方法

2012年から2014年にわたり、本州、四国、九州の漁港やヨットハーバーの浮き桟橋につく海藻や動物を採集し、海水を入れたA4 版大の白いバットに入れ、拡大鏡で見ながら、ワレカラをピンセットではさみ、氷水で冷やした70%海水エタノール中に入れた。浮き桟橋のない漁港では、岸壁のロープに着くワレカラを採集した。

ニコン実体顕微鏡下で種の同定を行った。トゲワレカラ標本のうち142個体を解析に供した。

実体顕微鏡下で、トゲワレカラの第1 アンテナ、第2 咬脚、エラ、第5~7 胸脚を外し、DNA 抽出の材料とした。

Qiagen 社製の DNeasy Blood & Tissue Kit で所定の方法で DNA を抽出した。その後、国際塩基配列データベース (International Nucleotide Sequence Database :

* 兵庫県立尼崎小田高等学校

Hyogo Prefectural Amagasaki-Oda High School

** 〒662-0824 兵庫県西宮市門戸東町1-26

e-mail:warekara@bca.bai.ne.jp

2016年3月30日受理

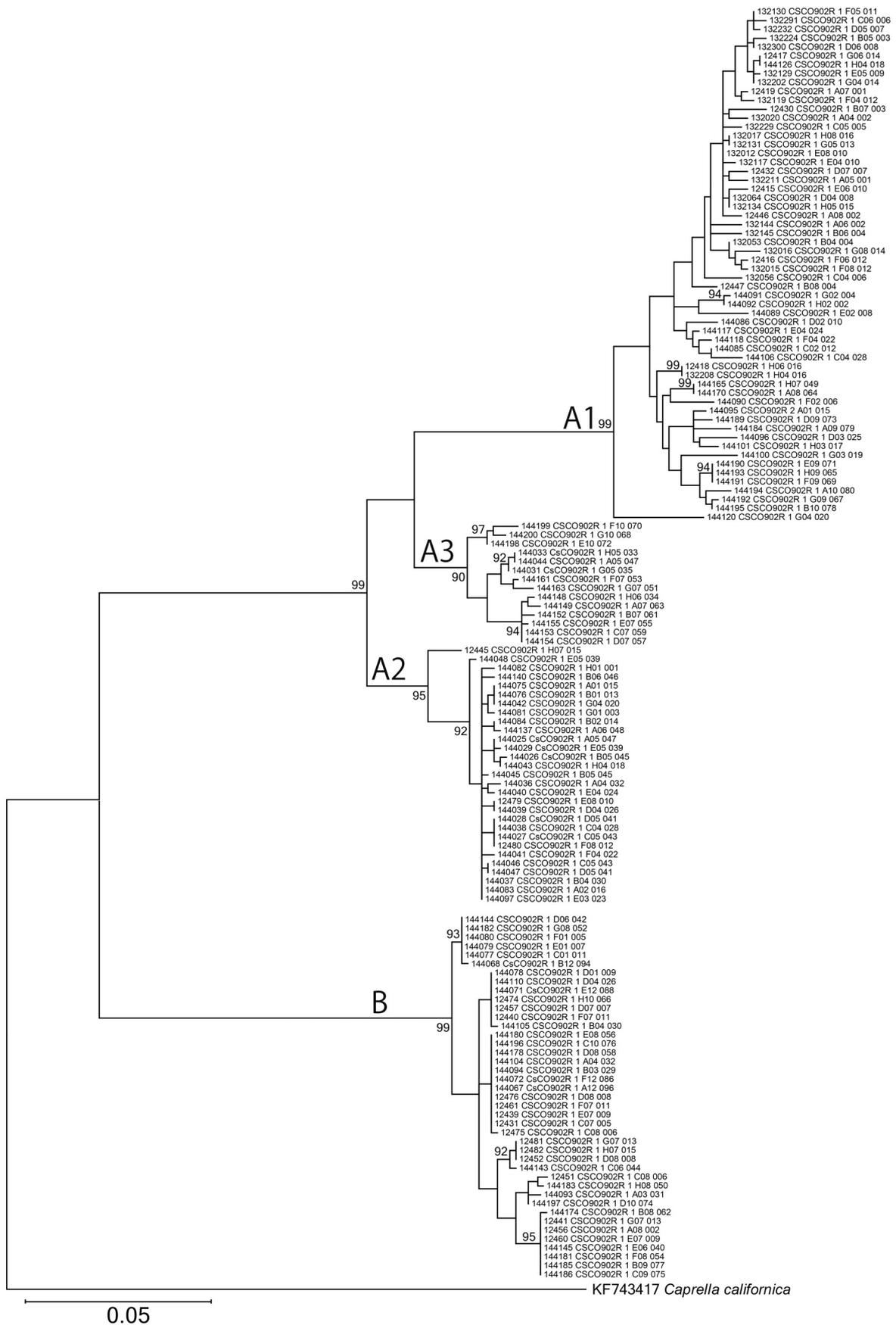


図1 日本産 *Caprella scaura* トゲワレカラの分子系統樹

A1, A2, A3 および B グループに分かれた。図中の採集地点は表 1 に示す。

C. californica を外群とし、トゲワレカラ 142 個体の mtDNA の CO I 領域 607 塩基対を使って Maximum Likelihood 法により、1000 回の試行により得たブートストラップ値 (%) を示した。90% 未満は省いた。

表1 遺伝子解析個体の採集地一覧

					A1	A2	A3	B	n
1	AI	愛知県	蒲郡市	AI n=1				1	1
2	AK	秋田県	男鹿市	AK n=2			2		2
3	A01	青森県	津軽郡・西津軽郡	A01 n=4			4		4
4	A02	青森県	青森市	A02 n=2			2		2
5	F01	福岡県	行橋市・築上郡・北九州市	F01 n=8	6			2	8
6	F02	福岡県	福岡市箱崎・今津	F02 n=5		5			5
7	HG1	兵庫県	神戸市	HG1 n=22		19	3		22
8	HG2	兵庫県	淡路市岩屋	HG2 n=2				2	2
9	HG3	兵庫県	南あわじ市福良	HG3 n=4				4	4
10	HS1	広島県	東広島市安芸津町	HS1 n=3	2	1			3
11	HS2	広島県	福山市	HS2 n=3				3	3
12	IS	石川県	鳳珠郡穴水町	IS n=3			3		3
13	KN	神奈川県	横浜市金沢区洲崎町	KN n=1		1			1
14	K01	高知県	高知市・黒潮町	K01 n=4				4	4
15	K02	高知県	室戸市	K02 n=2				2	2
16	K03	高知県	土佐清水市	K03 n=2				2	2
17	K04	高知県	宿毛市	K04 n=2				2	2
18	KU	熊本県	八代市大島町	KU n=2	2				2
19	KY	京都府	宮津市・与謝郡伊根町	KY n=2	2				2
20	MZ	宮崎県	延岡市北浦町市振	MZ n=2				2	2
21	NS	長崎県	大村市	NS n=8	6			2	8
22	OI	大分県	臼杵市	OI n=1	1				1
23	OS	大阪府	泉佐野市	OS n=5		2		3	5
24	OY1	岡山県	笠岡市・倉敷市	OY1 n=6	5			1	6
25	OY2	岡山県	瀬戸内市・備前市	OY2 n=27	27				27
26	SG	佐賀県	伊万里市	SG n=4	2			2	4
27	SM	島根県	浜田市	SM n=3	1			2	3
28	SZ 1	静岡県	清水市	SZ 1 n=3				3	3
29	SZ 2	静岡市	湖西市	SZ2 n=1		1			1
30	WA	和歌山県	海南市・西牟婁郡白浜町	WA n=3				3	3
31	YA	山口県	萩市	YA n=5	4			1	5
					58	29	14	41	142

INSD) よりトゲワレカラのミトコンドリア DNA (mt DNA) データをダウンロードし, Primer3 (v. 0.4.0) により cytochrome c oxidase subunit I (COI) 領域に対しプライマーセット (CSCO173F : 5'-ATTAAACGA TGGCTACTTTTCGACAAACCAC-3', CSCO902R : 5'-AAATATAAACTTCTGGGTGCCCGAAAAATC-3') を設計した。この種特異的なプライマーセットを使って mtDNA の CO I 領域を PCR 法による DNA 増幅・塩基配列解読を行った。方法は谷・阪口 (2014) に従った。得られた塩基配列を用いて Molecular Evolutionary Genetics Analysis 6 (MEGA 6 と呼ぶ) (Tamura *et al.* 2013) を利用して解析を行った。

結果

607 塩基対についてノイズもなく, 上流側と下流側から解読した配列が一致した。MEGA6 により, Maximum Likelihood Method で, 分子系統樹を作成した (図 1)。分子系統樹からは, A グループと B グループが出現し, A グループ内では A1 グループ, A2 グループ, さらに今回新たに A3 グループが出現した。

これら 4 つのグループを地図上に表した (図 2)。

A1 グループは, 九州の八代湾, 大村湾, 伊万里湾, 瀬戸内海の各地, 山口県から京都府にかけて分布した。

A2 グループは, 博多湾と浜名湖, 横浜, また, 瀬戸内海の各地に分布した。

A3 グループは, 東北地方と石川県, そして兵庫運河に分布した。

B グループは九州, 四国から清水港にかけて黒潮の洗う海岸と日本海側では島根県浜田市まで分布した。

考察

C. scaura トゲワレカラは, インド洋のモーリシャス諸島を模式産地としている。日本では *C. scaura typica*, *C. scaura diceros* および *C. scaura hamata* の 3 亜種がいる。*C. scaura typica* はリオデジャネイロが, *C. scaura diceros* は神戸が, *C. scaura hamata* は石川県の七尾湾が模式産地である。これらは第 2~5 胸節背側の突起によって区別される (Krapp *et al.* 2006) が, 突起の変異が大きいので同定にはいつも困難が伴う。また, 一つの採集地点から複数の亜種が採集されるが,

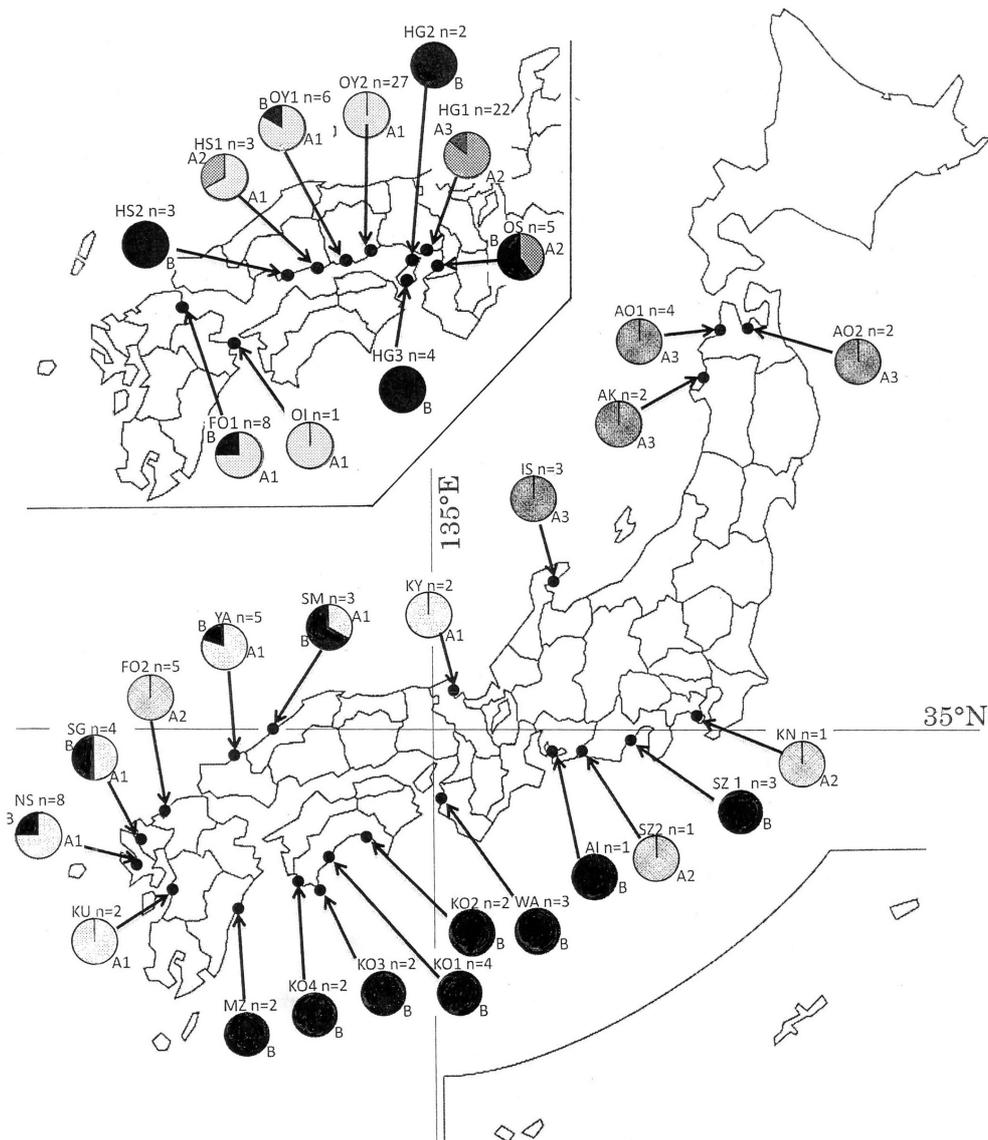


図2 日本産 *Caprella scaura* トゲワレカラの各グループ分布図

亜種を地理的隔離によるものとするなら、この混在した状態は同一種の個体変異と考えるのが自然であろう。トゲワレカラにおいて適切な分類形質の開発が求められている。

遺伝子の変異からこれらの亜種関係を明らかにするために、ミトコンドリア DNA の CO I 領域 607 塩基から分子系統樹を作成した (図1)。谷・阪口 (2014) は、本州西部のトゲワレカラを A1, A2 そして B グループに分かれることを示したが、今回、新たに東北地方を中心に A3 グループが現れた。

A1 グループと A2 グループは、ともに西日本を中心に出現した。大阪湾では A2 グループ、A3 グループと B グループが占めるが、瀬戸内海の中央部はほとんど A1 グループが占める。広島県東広島市安芸津町 (図2の HS1, 表1) の漁港から A2 グループが出現した。また、博多湾の箱崎漁港と今津のヨットハー

バーからは A2 グループのみ出現した。飛び地のように分布している。解析個体数が少ないので多くは語れないが、A1 グループと A2 グループはもともと同一海域に混在していたのか、あるいは人為的拡散の結果ではないかと思う。

西村 (1974) は新生代鮮新世中～後期に東シナ海域の海岸線を推定し、沖縄の北西部に入り江 (古東シナ海) の存在を示すが、それはまさに沖縄トラフのある場所であろう。氷期には海面の低下により東シナ海のほとんどは陸地になっていたから、沖縄トラフが入り江となってトゲワレカラを育てていたことが考えられる。間氷期に海水面が上昇するにつれて西日本に分布を広げ、瀬戸内海にも海水の浸入とともに入り込んでいったのだろう。そうであるなら、中国大陸の海岸部、朝鮮半島の海岸部にも広がっていったであろう。東シナ海のそれらの海岸部には、トゲワレカラの A1 グル

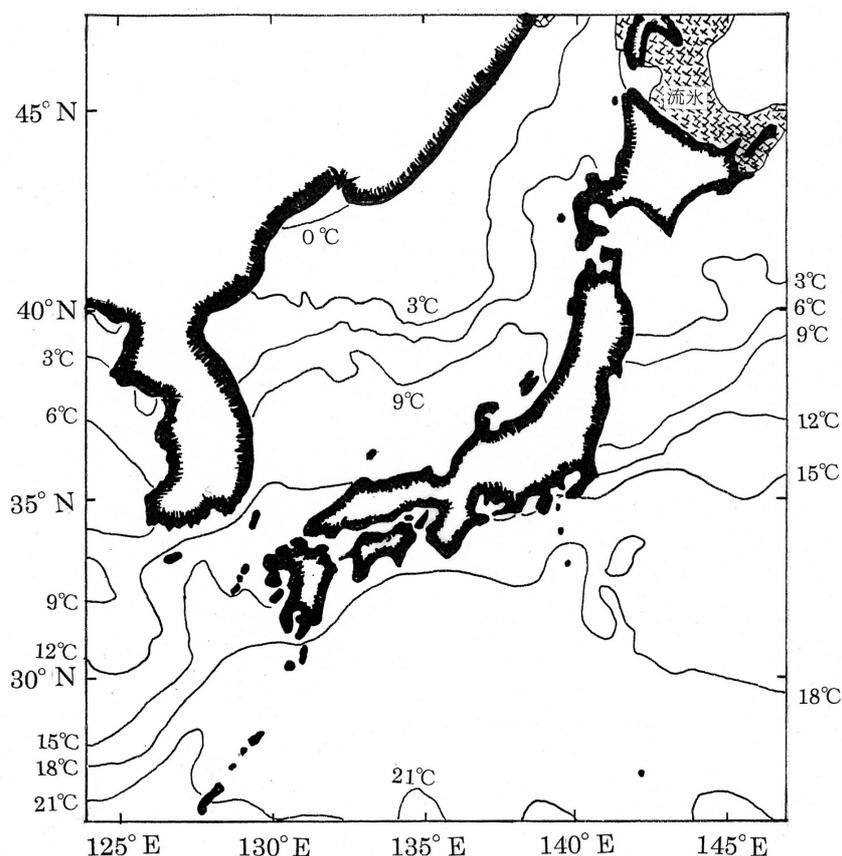


図3 2015年3月1日の海面水温分布図（気象庁の日別海面水温より）

表2 解析個体数とハプロタイプ数

グループ名	A1	A2	A3	B	計
解析個体数 (n)	58	29	14	41	142
ハプロタイプ数 (Hp)	51	18	12	14	95
n/ Hp	1.14	1.61	1.17	2.93	1.49

プと A2 グループが分布していると推定できる。

A3 グループは、今回初めて出現した。青森県から秋田県、石川県を経て大阪湾の兵庫運河に飛び地のよう分布する。日本海で進化した冷水域のトゲワレカラが兵庫運河にまで運ばれたと考えてはどうだろうか。可能性としては江戸時代の北前船による人為的拡散が考えられる。北前船の寄港地を再調査することが必要である。あるいは、垂水海域は冷水性であるマボヤ、ヒトデが採集できる。A3 グループも同じように神戸に入り込んだのかもしれない。

B グループは、黒潮や対馬海流の洗う海岸に分布している。そして冬期海水温が最も低い2月下旬から3月上旬の時期の海面水温分布図（図3）を重ねると、最低水温 12°C以上の海域に B グループが分布している。日本海では島根県日御碕付近、また太平洋側では千葉県犬吠埼付近が 12°Cの値をとる。この最低海面水温 12°Cのラインは、西村(1981)が提唱する日本近海の区域区分の暖温帯区の北限と一致した。ここから、

対馬には B グループが生息するが、隠岐や佐渡には生息しないと推測できる。図3には表されていないが、瀬戸内海では 8°C近くまで低下する。図2では瀬戸内海に B グループが分布するが、冬期にも生息しているかどうかは不明で、今後の課題である。

B グループは、形態からは模式産地がリオデジャネイロの *C. scaura typica* と同定したものが多くを占める。模式産地のモーリシャス諸島のトゲワレカラ (Guerra-Garcia 2003) とその外部形態がよく似ている。熱帯域の海流によって分布を広げたことが考えられる。おそらく、冬の低温によって北上が阻まれているのだろう。太平洋側も千葉県犬吠埼を境に、ここより南には B グループが分布し、北は別のタイプ、例えば、A3 グループのトゲワレカラが分布すると思われる。日本海ではホンダワラ類の流れ藻にトゲワレカラが見つかる (伊藤ほか 1988) ので、海流による分布の拡散は十分考えられる。

淡路島の岩屋 (図2のHG2) と福良 (図2のHG3)

では、Bグループが出現する。紀伊水道から瀬戸内海へ外洋水が流れ込んでいると考えられている。豊後水道からも外洋水が流れ込んでいるのであろう。

A1, A2, A3そしてBグループの解析個体数とそこに出現したハプロタイプ数をまとめた(表2)。142個体から95のハプロタイプが出現した。Aグループのハプロタイプ数が多く、そのなかではA1グループが51を数え最も多い。解析個体数を増やす必要はあるが、現時点のハプロタイプの数からAグループが日本近海で長い期間生息し、進化をしてきたのであろう。Bグループは熱帯海域からその一部が流れてきたと思われる。

以上のことから、日本に生息するトゲワレカラについて次のことが考えられる。

- 1 トゲワレカラには遺伝子レベルで2つのグループがある。それぞれのグループに3つの亜種が含まれていた。
- 2 遺伝子レベルのこの2つのグループを識別するために、適切な分類形質の開発が求められる。
- 3 トゲワレカラは、古東シナ海、冷水域おそらく日本海北部および熱帯域の3つの海域を起源とすると思われる。

謝 辞

この研究には、平成26年度および27年度スマスイ自然環境保全助成をいただいた。お礼を申しあげる。

引用文献

- Guerra-Garcia, J. M. 2003. The Caprellidea (Crustacea: Amphipoda) from Mauritius Island, Western Indian Ocean. *Zootaxa*, 232:1-24.
- 伊藤正一・池原宏二・本間義治. 1988. 日本海における流れ藻に付着したワレカラ類. *日本ベントス研究会誌*, 32:30-36.
- 気象庁. 2015. 気象庁各種データ・資料, 日別海面水温, 2015年3月1日.
- Krapp, T., C. Lang, A. Libertini and R. R. Melzer. 2006. *Caprella scaura* Templeton, 1836 Sensu lato (Amphipoda: Caprellidae) in the Mediterranean. *Org. Divers. Evol.*, 6, Electr. Suppl. 3:1-18.
- 西村三郎. 1974. 日本海の成立. 227pp. 築地書館, 東京.
- 西村三郎. 1981. 地球の海と生命—海洋生物地理学序説—. 284pp. 海鳴社, 東京.
- Tamura, K., G. Stecher, D. Peterson, A. Filipski and S. Kumar. 2013. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Mol. Biol. Evol.*, 30:2725-2729. DOI: 10.1093/molbev/mst197 PMID: 24132122
- 谷 良夫・阪口正樹. 2014. ミトコンドリア DNA 分析による本州西部産トゲワレカラ *Caprella scaura* 亜種の検討. *兵庫生物*, 14(5):339-346.

大阪湾沿岸浮き棧橋のワレカラ（甲殻綱）と生息環境

阪口 正樹*・谷 良夫**

はじめに

大阪湾では神戸市垂水区の平磯海域からは3属17種2タイプのワレカラ（阪口 2012）が、また、湾奥の甲子園浜からは *Caprella algaceus* ウミモワレカラが報告されている（阪口 2009）。これらは海底の海藻などに生息しているワレカラである。一方、明石海峡対

岸の淡路市岩屋のアサクサノリ養殖場のブイにつく海藻から採集したワレカラは *C. equilibra* クビナガワレカラが優占し、*C. penantis* マルエラワレカラ、*C. verrucosa* コブワレカラ、*C. scaura* トゲワレカラの4種類であり、ブイ直下の海底の海藻に着くワレカラは、これら4種を含めて2属12種であった（阪口 1979）。

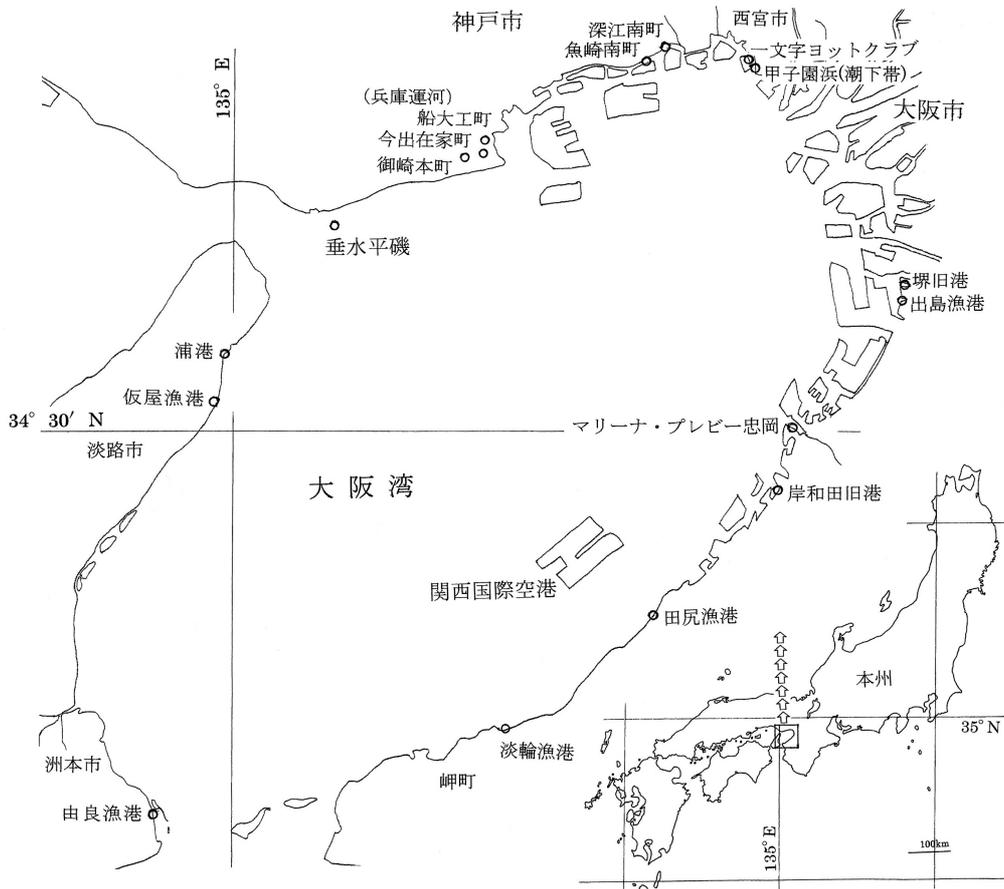


図1 定期採集を行った大阪湾の16地点と垂水平磯の位置

2014年、2015年の2年間にわたり毎月1回採集を行った。甲子園浜では潮下帯上部の海藻からワレカラを採集した。その他15地点は漁港・ヨットハーバーの浮き棧橋の縁にいる生物、流れ藻、ロープからワレカラを採集した。

* 〒662-0824 兵庫県西宮市門戸東町1-26 e-mail:warekara@bca.bai.ne.jp

** 兵庫県立尼崎小田高等学校

2016年3月24日受理

表 1 大阪湾定期採集16地点に出現したワレカラ13種 (2014年, 2015年)

岬町淡輪漁港	<i>C. equilibra</i> //////6//// <i>C. penantis</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 12/4/567//// <i>C. equilibra</i> //////6//// <i>C. penantis</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 12/4/567////	<i>C. scaura</i> 12345678/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/11 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////5678//// <i>C. simia</i> ////56789/11 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
田尻町田尻漁港	<i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> 12/4/567//// <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
岸和田市岸和田漁港	<i>C. equilibra</i> 12/4/567//// <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. scaura</i> 12345678/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 12345678/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
忠岡町マリーナナブレイビー忠岡	<i>C. algaceus</i> ////3456/8//// <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
堺市出島漁港	<i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
堺市堺旧港	<i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
西宮市甲子園浜(潮下帯の海藻)	<i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
西宮市一文字ヨットクラブ	<i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
神戸市深江南町	<i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
神戸市魚崎南町	<i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
神戸市船大工町 (兵庫運河)	<i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
神戸市御崎本町 (兵庫運河)	<i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
神戸市今出在家町 (兵庫運河)	<i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
淡路市浦港	<i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. algaceus</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> //////7/9/11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
淡路市仮屋漁港	<i>C. equilibra</i> 1/7/89/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> 1/7/89/10 11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	
洲本市由良漁港	<i>C. equilibra</i> 123/6789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. equilibra</i> 123/6789/10 11 12 <i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12	<i>C. scaura</i> 123456789/10 11 12 <i>C. penantis</i> 23456789/10 11 12 <i>C. tsugarensis</i> 123456789/10 11 12 <i>C. simia</i> 123456789/10 11 12	<i>C. tsugarensis</i> ////56789/11 12 <i>C. simia</i> ////56789/11 12 <i>C. monoceros</i> ////45/78//// <i>C. danilevskii</i> 12/75678/11	<i>C. arimotoi</i> ////5//// ////8////	

上段：種名 中段：2014年に出現した月 下段：2015年に出現した月

- ① *C. scaura* と *C. penantis* は種レベルの同定とどめた。
 ② 由良漁港, 仮屋漁港, 浦港, 淡輪漁港では浮き桟橋に着生する海藻と漂着したホンダワラから採集した。
 ③ 浮き桟橋に生育する海藻, ヒドロゾア, コケムシなどから採集した。
 ④ 兵庫運河の今出在家町ではロープと海底から生えているボンダワラから採集した。
 ⑤ 2014年8月10日の台風11号の台風11号の大雨と2015年7月17日の台風11号の台風11号の大雨で, 湾奥ではワレカラがしばらくなくなりなくなった。その後回復した。

表2 大阪湾内16地点の環境（海水温，化学的酸素要求量 COD，塩分，2014年と2015年の毎月1回計測）

採集地点	海水温(°C)			化学的酸素要求量COD(ppm)			塩分(S)		
	最高値	最低値	平均値	最高値	最低値	平均値	最高値	最低値	平均値
岬町淡輪漁港	29.5	8.0	18.8	4	1	2.5	32.3	27.5	30.9
田尻町田尻漁港	30.5	9.2	19.2	4	1	2.5	31.7	27.4	30.2
岸和田市岸和田旧港	31.0	8.4	19.2	6	1	2.9	31.5	20.5	28.9
忠岡町マリーナ・プレビー忠岡	31.6	7.9	19.7	7	2	3.7	31.1	6.1	22.5
堺市出島漁港	31.4	9.2	20.2	8	2	4.0	29.9	12.7	25.4
堺市堺旧港	30.8	9.1	19.6	8	2	3.7	30.3	12.8	25.2
西宮市甲子園浜(潮下帯の海藻)	34.5	8.3	19.1	7	2	3.6	31.1	9.9	25.6
西宮市一文字ヨットクラブ	30.8	8.0	18.8	8	2	4.1	30.7	2.3	22.8
神戸市深江南町	29.5	8.1	18.7	8	2	4.0	30.9	3.6	23.8
神戸市魚崎南町	29.1	11.2	19.9	8	2	4.3	26.8	6.5	21.5
神戸市船大工町	28.9	11.0	19.7	7	2	3.2	29.9	8.9	24.7
神戸市御崎本町	29.6	10.0	18.8	6	1	2.6	30.6	12.3	27.6
神戸市今出在家町	30.1	9.9	19.0	5	1	2.7	30.7	11.7	27.4
淡路市浦港	27.6	10.1	19.1	4	1	2.1	32.1	28.9	31.0
淡路市仮屋漁港	27.6	9.8	19.0	4	1	2.0	32.1	30.0	31.4
洲本市由良漁港	27.4	10.2	18.7	4	1	2.2	32.6	30.1	31.7

海水温は海面下10cmの海水をペットボトルに採り棒状水銀温度計を用いて測定した。

COD(化学的酸素要求量)は採水直後に共立理化学研究所のCOD(低濃度)パックテストを用いて測定した。

塩分(S)は赤沼式浮きばかりと棒状水銀温度計を用いて測定した。

しかし、詳細に見ると、海底の海藻には *C. equilibra* クビナガワレカラはごくわずかしか出現しなかった。ブイに着くワレカラ相は、海底の海藻に着くワレカラ相とは異なることを示唆している。

今回、大阪湾全域のワレカラ相を明らかにする一環として、漁港やヨットハーバーの浮き桟橋に生息するワレカラ相の解明を目指した。大阪湾の沿岸域すべての環境を網羅するように湾口から湾奥まで16地点を設定し(図1)、2年間にわたり毎月1回の定期採集を行った。採集したワレカラは70%海水エタノールで固定した。また、生息環境を知るために海水温、化学的酸素要求量(以降、CODとする)、塩分も測定した。

今回の調査から、局所的に分布するワレカラと、大阪湾全域に分布するワレカラが判明した。採集地点の海水温、CODおよび塩分を測定したので、それぞれのワレカラの生息環境が明らかになった。大阪湾に出現するワレカラのほとんどが *Caprella* 属である。どのように種分化したかは不明であるが、個々のワレカラの生息環境を明らかにすることが、種分化の解明の手掛かりになると期待している。

方法

1 ワレカラの採集

大阪湾沿岸部の漁港やヨットハーバーなど15カ所と甲子園浜潮下帯上部でワレカラを毎月1回2年間にわたり採集した(図1)。浮き桟橋やロープでは、それに付着する海藻・コケムシなどの動物から、また近くに浮かんでいる流れ藻に付着するワレカラも採集し同じ採集ビンに固定・保存した。また、甲子園浜では干

潮時に潮下帯上部に生えるムカデノリなどの海藻からワレカラを採集した。夏期には甲子園浜では海藻がなくなるので、麻ひもを束ねて海藻の代わりとしたところワレカラが付着していたので、それを採集した。

2 ワレカラの固定と種の同定

ワレカラは氷で冷やした70%海水エタノールで固定した。その後、ニコン双眼実体顕微鏡下で種の同定を行った。

ワレカラの同定は阪口(2012)を参考に行った。*C. penantis* マルエラワレカラには2タイプ、*C. scaura* トゲワレカラには3亜種あるが、タイプあるいは亜種への識別が困難な場合が多かったので種レベルの同定に留めた。

3 海水温・COD・塩分の測定

海水は、600mLのペットボトルを使って海面下10cmから採集した。神戸市兵庫区船大工町では淡水の流入があるため、海面下30cmでワレカラ採集を行い、海水も海面下30cmを採集した。採水したペットボトルに水銀の棒状標準温度計を差し込み直読し0.1℃まで記録した。

CODは、採水直後に現地で共立理化学研究所のCOD(低濃度)パックテストを使い、比色によって1ppm単位で記録した。

塩分は、海水をペットボトルに入れて持ち帰った後、自宅で500mLメスシリンダーに入れて、赤沼式浮き秤と棒状標準温度計を使って読み取った。その後、器具補正し、15℃の比重を算出して塩分を求めた。

表3 大阪湾内に出現したワレカラ13種の生息環境 (2014年, 2015年)

	塩分(S)					海水温(°C)			化学的酸素要求量COD(ppm)				
	n	最小値	最大値	平均値	中央値	n	最小値	最大値	n	最小値	最大値	平均値	中央値
<i>C. algaceus</i>	96	2.4	31.1	24.8	26.4	92	8.8	34.5	88	2	8	4.1	4
<i>C. equilibra</i>	123	8.2	32.4	27.2	28.2	123	8.0	31.6	119	1	8	3.4	3
<i>C. scaura</i>	212	9.2	32.4	27.6	28.95	211	8.0	31.6	207	1	8	3.3	3
<i>C. penantis</i>	89	21.3	32.4	30.2	31.0	89	8.0	30.5	88	1	7	2.6	2
<i>C. tsugarensis</i>	19	27.5	32.3	30.8	31.3	19	10.9	29.5	18	1	4	2.7	2.5
<i>C. simia</i>	14	30.4	32.4	31.5	31.45	14	15.9	27.6	13	1	4	2.2	2
<i>C. monoceros</i>	7	28.6	32.3	31.3	31.8	7	15.0	29.5	7	2	4	3.4	4
<i>C. danilevskii</i>	10	27.5	32.3	30.9	31.9	10	8.0	29.5	10	1	4	3.0	3
<i>C. arimotoi</i>	2	31.1	32.3	31.7	31.7	2	20.3	27.0	2	2	4	3.0	3
<i>C. verrucosa</i>	2	28.2	31.5	29.9	29.85	2	22.4	23.2	2	2	3	2.5	2.5
<i>C. decipiens</i>	10	30.2	32.2	31.3	31.4	10	10.4	25.3	10	2	4	2.5	2
<i>C. californica</i>	1	30.4	30.4	30.4	30.4	1	25.3	25.3	1	3	3	3.0	3
<i>P. crassa</i>	28	30.0	32.6	31.5	31.7	28	10.2	27.6	27	1	3	2.0	2

16地点2年間の採集で、それぞれのワレカラが出現した項目ごとにまとめた。
nはサンプル数である。サンプル数の最大値は16×12×2=384となる。

結果

1 大阪湾沿岸浮き桟橋の環境

紀伊水道に最も近い兵庫県洲本市の由良漁港は、塩分の平均値が高く、最高値および最低値も高い値を示した。淡路市の仮屋漁港、浦港も塩分濃度の濃さが由良漁港と似ている。この3地点は他の調査地点と比べて夏でも海水温が高くならなかった(表2)。

湾口に近い大阪府の2地点、すなわち淡輪漁港と田尻漁港は、塩分の平均値と最高値は高いが、最低値は淡路島の3地点よりも低かった(表2)。

残りの11地点は湾奥にある。すなわち岸和田旧港、マリーナ・プレビー忠岡、出島漁港、堺旧港、甲子園浜、一文字ヨットクラブ、深江南町、魚崎南町、船大工町、御崎本町、今出在家町であり、これらは、塩分の最低値がかなり低い時があった。しかし、いくつかの地点で塩分が31を超える値になる時があった(表2)。

2 大阪湾沿岸浮き桟橋のワレカラ相

湾内16地点に出現したワレカラは13種類であった(表1)。

湾奥の7地点では*C. algaceus* ウミモワレカラが出現した。

浦港を除いた残りの15地点では*C. equilibra* クビナガワレカラが出現した。

C. scaura トゲワレカラは湾内のすべての地点で出現した。

C. penantis マルエラワレカラは湾奥を除く10地点で出現した。湾口近くに出現するが、湾奥の神戸市魚崎南町では2014年4月に一度だけ出現した。このことを除くと、湾奥の*C. algaceus* ウミモワレカラが出現

する地点では*C. penantis* マルエラワレカラが出現しなかった。

兵庫運河の今出在家町では、湾口に出現する*C. tsugarensis* ツガルワレカラ、*C. danilevskii* ホソワレカラ、*C. verrucosa* コブワレカラが2014年6月に一度だけ出現した。湾奥にしては特異的なワレカラ相である。ここではロープと海底に生えるホンダワラ類から採集した。

湾口に近い大阪府の淡輪漁港と田尻漁港では、*C. tsugarensis* ツガルワレカラと*C. simia* カマテワレカラが出現した。これらは淡路島の浦港、仮屋漁港、由良漁港でも出現した。

さらに*C. monoceros* モノワレカラが、淡輪漁港、仮屋漁港、由良漁港で出現した。

C. danilevskii ホソワレカラが、淡輪漁港と由良漁港で出現した。

以上は大阪湾の東西両岸での共通に出現したが、湾口付近の両岸では次のように異なっていた。

C. arimotoi ホソコブワレカラが淡輪漁港で出現したが、*C. verrucosa* コブワレカラ、*C. decipiens* マギレワレカラ、*Paracaprella crassa* イクビワレカラ、*C. californica* ネオカリフォルニアワレカラが淡路島側で出現した。

3 ワレカラ13種の生息環境

大阪湾内で採集した13種類のワレカラが出現した時の環境データをまとめた(表3)。サンプル数が20より少ない8種類のワレカラ、*C. tsugarensis* ツガルワレカラ、*C. simia* カマテワレカラ、*C. monoceros* モノワレカラ、*C. danilevskii* ホソワレカラ、*C. arimotoi*

ホソコブワレカラ, *C. verrucosa* コブワレカラ, *C. decipiens* マギレワレカラ, *C. californica* ネオカリフォルニアワレカラはすべて塩分の値が大きい地点に出現した。これらは海藻からよく採集されるワレカラであり、淡路島東岸や湾口近くに出現するが、湾奥の浮き桟橋ではあまり出現しないワレカラである。

残り 5 種類のワレカラは、出現頻度が高かった。*P. crassa* イクビワレカラは由良漁港と仮屋漁港でしか出現せず、高塩分に出現するようだ。*C. algaceus* ウミモワレカラはもっとも低塩分で出現した。*C. equilibra* クビナガワレカラ, *C. scaura* トゲワレカラ, *C. penantis* マルエラワレカラも低塩分で出現した。

考 察

1 大阪湾沿岸浮き桟橋の環境

大阪湾には、紀伊水道と明石海峡から海水が流入・流出する。また、大阪湾東岸では淀川、大和川などから河川水が流入する。そのため、淡路島東岸は外洋水の影響を大きく受けるが、湾奥や大阪湾東岸は河川水の影響を受ける(山西 1986)。それでは、陸との境界にある浮き桟橋の環境はどのようなものだろうか。今回測定したデータから見てみよう。

淡路市岩屋町の大和島での 2 年間毎月 1~2 回の測定値は塩分 $S=32.9\sim 31.2$, 海水温 $26.8\sim 9.1^{\circ}\text{C}$ であった(阪口 2001)。今回の淡路島 3 地点の測定値は、由良漁港では $S=32.6\sim 30.1$, $27.4\sim 10.2^{\circ}\text{C}$, 仮屋漁港では $S=32.1\sim 30.0$, $27.6\sim 9.8^{\circ}\text{C}$, 浦港では $S=32.1\sim 28.9$, $27.6\sim 10.1^{\circ}\text{C}$ であった。塩分が高く河川水の影響をほとんど受けていない。夏でも海水温がそれほど高くなり、紀伊水道の外洋水が淡路島東岸を洗い明石海峡を目指し、また逆に、明石海峡から淡路島東岸を洗って紀伊水道を目指していると考えて良いようだ。

一方、大阪湾の東半分の湾口に近しい淡輪漁港と田尻漁港では、塩分の最高値は淡路島 3 地点と変わらないが最低値は小さい。河川水の影響を少し受ける時があるようだ。海水温も最高値が淡路島 3 地点より高く最低値は低い。外洋水の影響が少ないか、あるいは漁港の突堤に囲まれた状態のために海水の流れが少ないと考えられる。

岸和田旧港から兵庫運河にかけての 11 地点は時にきわめて低塩分になり、ワレカラが全く採れない時があった。今回の調査中に 2014 年 8 月 10 日の台風 11 号, 2015 年 7 月 17 日の台風 11 号はともに大雨をもたらした河川水が大量に海に流れ込んだ。塩分が低下し長期間それが停滞したため、生物相に大きなダメージを与えた。例えばムラサキイガイは低塩分で死滅した。肉が溶け殻口を開け、次の春まで浮き桟橋にムラサキイガイは見なかった。そのことからムラサキイガイの発生は春であることが分かった。

塩分の最高値が低い魚崎南町を除いて湾奥でも高い値をとることがある。時には湾奥の海水が湾奥沿岸を洗うのだろう。甲子園浜でプランクトンネットを曳くと、まれにオタマボヤを観察するのはそのためだろう。

魚崎南町での採集地点は運河にあり、神戸市の污水処理場(東水環境センター)の処理水が常に放流されている。塩分が低いのはそのためと考えられる。

大阪湾内の 16 地点での塩分と COD のそれぞれの平均値(表 2)からグラフを描いたところ、塩分の高いほど COD 値は小さく、塩分の低いほど COD 値は大きくなった(図 2)。外洋水の影響を強く受ける淡路島東岸で塩分が高く COD 値が小さい値をとり、湾奥の地点ほど塩分が低く COD 値が大きくなっている。河川水が陸の栄養分を海に運んでくると考えることができる。淡路島東岸や湾口に近しい地点ではワレカラの種数は多いが個体数は少なく、逆に湾奥の地点ではワレカラの種数は少ないが個体数は多く採れることから、塩分または COD はワレカラ相に重要な環境要因として働いている。

2 大阪湾沿岸浮き桟橋のワレカラ相

大阪湾の最も湾奥の浮き桟橋には、*C. algaceus* ウミモワレカラ, *C. equilibra* クビナガワレカラ, *C. scaura* トゲワレカラが時に同時に出現した。湾奥は塩分が低いが COD が高い。餌も豊富なためか、ワレカラの個体数も多い。マリーナ・プレビー忠岡, 出島漁港, 堺旧港, 甲子園浜潮下帯, 一文字ヨットクラブ, 深江南町, 魚崎南町である。

マリーナ・プレビー忠岡は大津川河口にあり、海水と河川水の影響が大きく塩分が頻繁に変化した。そのため環境が厳しいのか出現する個体数はそれほど多くはない。前述の 3 種のワレカラが出現するので湾奥の

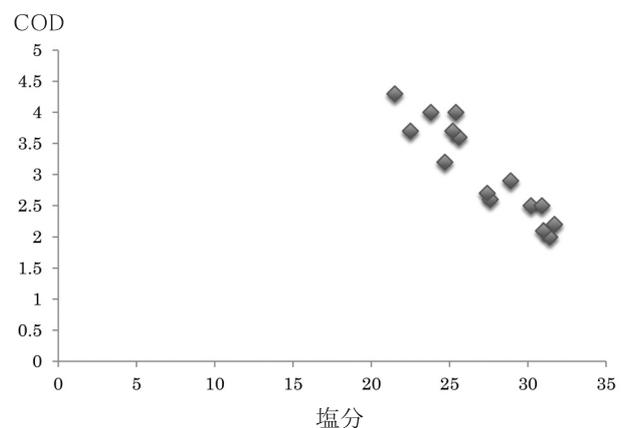


図 2 大阪湾内 16 地点の塩分と COD 化学的酸素要求量の相関関係

16 地点 2 年間の平均値を基にグラフ化した。低塩分では COD 値が高く、高塩分では COD 値が低い。

表4 大阪湾内に出現するワレカラと流速

種名	和名	垂水海域 (海流速い)	浮き棧橋 (海流なし)
<i>Caprella penantis</i>	マルエラワレカラ	○	○
<i>C. verrucosa</i>	コブワレカラ	○	○
<i>C. danilevskii</i>	ホソワレカラ	○	○
<i>C. tsugarensis</i>	ツガルワレカラ	○	○
<i>Paracaprella crassa</i>	イクビワレカラ	○	○
<i>C. simia</i>	カマテワレカラ	○	○
<i>C. decipiens</i>	マギレワレカラ	○	○
<i>C. arimotoi</i>	ホソコブワレカラ	○	○
<i>C. scaura</i>	トゲワレカラ	○	○
<i>C. monoceros</i>	モノワレカラ	○	○
<i>C. equilibra</i>	クビナガワレカラ	○	○
<i>C. californica</i>	ネオカリフォルニアワレカラ	○	○
<i>C. brevisrostris</i>	セムシワレカラ	○	-
<i>C. subinermis</i>	カギノテワレカラ	○	-
<i>Protomima imitatrix</i>	ムカシワレカラ	○	-
<i>C. sp. A</i> (竹内)		○	-
<i>C. kuroshio</i>		○	-
<i>C. algaceus</i>	ウミモワレカラ	-	○
出現種数		17	13

○は出現したことを示し、-は出現しなかったことを示す。

垂水海域のワレカラは『垂水処理場沖合海底生物調査』(阪口 2013)を改変した。

*C. penantis*と*C. scaura*は種までの同定にとどめた。*C. sp. A*と*C. kuroshio*には和名はない。

明石海峡に位置し流れの速い垂水平磯と、流れのない港内に出現するワレカラを比較した。

グループに入れた。

魚崎南町では、なぜか *C. penantis* マルエラワレカラを採集したが、それは1回だけ(2014年4月)であった。

湾奥から湾口に少し移動して少し塩分が高くなると、*C. algaceus* ウミモワレカラがいなくなり、*C. equilibra* クビナガワレカラ、*C. scaura* トゲワレカラ、*C. penantis* マルエラワレカラが時に同時に出現した。岸和田旧港、兵庫運河の船大工町、御崎本町、今出在家町である。

兵庫運河の中の3地点でも今出在家町では採集可能な浮き棧橋はなかった。ロープに着く海藻・動物そしてホンダワラ類から採集した。ホンダワラ類に *C. tsugarensis* ツガルワレカラ、*C. danilevskii* ホソワレカラ、*C. verrucosa* コブワレカラが出現した。近くの船大工町と御崎本町の浮き棧橋ではこれらのワレカラは出現しなかった。これら3種のワレカラはホンダワラ類を好むのであろう。海底から生えるホンダワラ類に着くワレカラ相と浮き棧橋の海藻に着くワレカラ相が異なった。淡輪漁港、由良漁港、仮屋漁港、浦港では流れ藻のホンダワラ類に出現した。今出在家町はこれらのワレカラ相と似ている。

湾口に近い大阪府側の田尻漁港には、*C. tsugarensis* ツガルワレカラと *C. simia* カマテワレカラが出現した。淡輪漁港ではこれらに加え、*C. monoceros* モノワレカラ、*C. danilevskii* ホソワレカラ、*C. arimotoi* ホソコブワレカラが出現した。

淡路島東岸では、大阪府側の田尻漁港と淡輪漁港のように *C. tsugarensis* ツガルワレカラ、*C. simia* カマテワレカラ、*C. monoceros* モノワレカラ、*C. danilevskii* ホソワレカラが出現した。さらに淡路島側だけで *C. verrucosa* コブワレカラ、*C. decipiens* マギレワレカラ、*C. californica* ネオカリフォルニアワレカラ、*P. crassa* イクビワレカラが出現した。

湾奥の甲子園浜潮下帯上部では、2014年8月10日の台風11号の大雨による低塩分の後、湾奥に特有の *C. algaceus* ウミモワレカラは出現せず、やっと2015年5、6月に出現した。また、2015年7月17日の台風11号の大雨による低塩分の後全く出現せず(表1)、やっと2016年1月に出現した。近くの一文字ヨットクラブの浮き棧橋では2014年8月10日の台風の後、11月に少し出現した。2015年7月17日の台風の後、同じく11月に少し出現した。甲子園浜の海底と一文字ヨットクラブの浮き棧橋はすぐ近くにあるが、*C. algaceus* ウミモワレカラは、浮き棧橋で早く出現した。

C. equilibra クビナガワレカラは、甲子園浜では2014年5月に1度だけ出現した。しかし、一文字ヨットクラブの浮き棧橋には頻繁に出現した。低塩分の後 *C. algaceus* ウミモワレカラよりも先に最初に出現した。海中を浮遊して落ち着く場所を探しているようだ。*C. equilibra* クビナガワレカラは、海底の海藻よりも浮き棧橋によく出現した。アサクサノリ養殖のブイで観察したのと同じである(阪口 1979)。仮屋漁港の

浮き桟橋では夏期にシロガヤが良く発生し、シロガヤに特異的に生息している。シロガヤが餌となっている可能性がある。湾奥にはシロガヤを見ない。*C. equilibra*には特異的にシロガヤにつくタイプとそうでないタイプがあるのかもしれない。

3 ワレカラ各種の生息環境

(1) 塩分との関係

表3で見たように、8種類のワレカラ(ツガル, カマテ, モノ, ホソ, ホソコブ, コブ, マギレ, ネオカリフォルニア)はすべて塩分の値が大きい地点に出現した。これらは海藻からよく採集され、淡路島東岸や湾口近くに出現するが、湾奥の浮き桟橋ではあまり出現しない。

残り5種類のワレカラのうち、イクビワレカラは由良漁港と仮屋漁港でしか出現せず、高塩分に出現するようである。ウミモワレカラはもっとも低塩分で出現した。クビナガワレカラ, トゲワレカラ, マルエラワレカラも低塩分で出現した。

(2) 海流との関係

神戸市垂水区の平磯海域は、明石海峡の流れを強く受ける特異な場所である。今回の大阪湾内の浮き桟橋のワレカラと比較した(表4)。浮き桟橋では海流がほとんどないと考えることが出来る。12種類のワレカラが共通に出現したので、これらは生息場所の海流が速くても遅くても生息できるものと考えられる。*C. brevisrostris* セムシワレカラ, *C. subinermis* カギノテワレカラ, *Protomima imitatrix* ムカシワレカラ, *C. sp. A* (竹内), *C. kuroshio* は海流が速いところでしか生息できないと考えられる。一方, *C. algaceus* ウミモワレカラは湾奥の浮き桟橋でのみ出現した。ワレカラも種類によっては海流の速い場所に生息するものと海流のない場所に生息するものがある。また、海流の有無で生息域を制限されないものもいることが分かった。海流がどのようにワレカラの生活に影響を与えるのかの解明は今後の課題である。

(3) 生息環境の3パターン

大阪湾海岸生物研究会の山西良平氏は、「大阪湾沿岸の生物の分布には、湾口型、内湾型、河口型(汽水型)の3パターンがある。湾口型は最終氷期以降の海進に伴って紀伊水道から侵入してきた暖海性の生物で、内湾型と河口型は氷期を通じて周辺の内湾や河口、海跡湖などに生息していた冷水性・汽水性の生物(加えて外来種)」(私信)としている。

具体的には、湾口型は「低塩分・冬季の低温などによって分布が制限されている」もので、ワレカラ類に当てはめると、*C. arimotoi* ホソコブワレカラ, *C. verrucosa* コブワレカラ, *C. decipiens* マギレワレカラ, *P. crassa* イクビワレカラ, *C. californica* ネオカリフォルニアワレカラ, *C. tsugarensis* ツガルワレカラ, *C. simia* カマテワレカラ, *C. monoceros* モノワレカラ,

C. danilevskii ホソワレカラである。

内湾型は「湾奥において多産し、湾口部ではまれにしか見られないもので塩分の低下に対する耐性もある程度備えている」もので、*C. equilibra* クビナガワレカラ, *C. scaura* トゲワレカラ, *C. penantis* マルエラワレカラである。*C. equilibra* クビナガワレカラと *C. scaura* トゲワレカラは低塩分から高塩分まで生息し、塩分耐性がある。*C. penantis* マルエラワレカラは低塩分に耐性があるが、*C. equilibra* クビナガワレカラや *C. scaura* トゲワレカラほどではない。この3種は流れ藻によく出現するワレカラであり(有元 1979; 伊藤ほか 1988; 青木ほか 2009)、大阪湾内でも流れ藻と一緒に移動している可能性がある。

河口型は「河口付近の汽水域に限って出現し、沿岸域には分布しない」もので *C. algaceus* ウミモワレカラである。

謝 辞

この研究は、2015年度須磨海浜水族園のスマスイ自然環境保全助成を受けた。

一文字ヨットハーバーにヨット「Imagine号」を所有の岩崎隆様には毎月のワレカラ採集時にお世話になった。また、マリーナ・プレビー忠岡の吉田浩明様、深江南町のJEIS神戸の角田祐久様には浮き桟橋での採集に快諾をいただいた。ともにお礼を申しあげる。

引用文献

- 青木優和・田中克彦・熊谷直喜・伊藤敦・B. Subhan・小松輝久. 2009. 流れ藻葉上動物群集の形成パターン. 沿岸海洋研究, 46(2):137-140.
- 有元石太郎. 1979. 小泊, 福井県の流れ藻から取れたワレカラ類. Res. Crustacea, 9:47-51.
- 伊藤正一・池原宏二・本間義治. 1988. 日本海における流れ藻に付着したワレカラ類. 日本ベントス研究会誌, 32:30-36.
- 阪口正樹. 1979. プイに着生するワレカラについて. 兵庫生物, 7(5):235-238.
- 阪口正樹. 2001. 明石海峡大和島の海水温と塩分. 兵庫生物, 12(2):71-75.
- 阪口正樹. 2009. 大阪湾初記録のウミモワレカラ(端脚目, ワレカラ科). 南紀生物, 51(2):163-164.
- 阪口正樹. 2012. 大阪湾産のワレカラ科(甲殻綱・端脚目). 兵庫生物, 14(3):201-212.
- 阪口正樹. 2013. ワレカラ類の生息状況. in 榎本幸人監修. 垂水処理場沖合海底生物調査~33年間調査結果総括報告書~. 神戸市建設局下水道河川部, 神戸.
- 山西良平. 1986. 大阪湾の潮間帯生物相の特徴. 海洋と生物, 47(8-6):413-418.

兵庫県神戸市北区藍那産カスミサンショウウオ

Hynobius nebulosus Temminck et Schlegel の遺伝子解析

谷 良夫* ・ Stephanie Hoelker*

Morphological observation and Gene analysis of the salamander
(*Hynobius nebulosus* Temminck et Schlegel)
collected from Japan : Hyogo, Kobe, Aina

Yoshio Tani* and Stephanie Hoelker*

Abstract : We made morphological observations and did Gene analysis of the salamanders (*Hynobius Tschudi*) collected from Japan : Hyogo, Kobe, Aina. They were identified as *H. nebulosus* by morphological observation, but difficult to identify as *H. nebulosus* genetically. The group of Kobe Aina also includes an individual from Japan : Wakayama, Gobo, identified as *H. nebulosus*. There's a possibility that this group of Kobe Aina could be a cryptic species.

はじめに

今回、私たちは兵庫県神戸市北区の溜め池でカスミサンショウウオ5個体を捕獲した。カスミサンショウウオかどうか、種の確認とともに、採集した個体の遺伝的な特性を解明するために遺伝子解析を行った。兵庫県立尼崎小田高等学校はSSH（スーパーサイエンスハイスクール）の指定を受けているので、田崎渚、福嶋直人、北浦大樹、小阪田悠生、今村拓未、大塚輝人、田中健太、入江祐樹の8生徒でサンショウウオ班を編成し、一連の研究活動を実施した。その研究結果を基にカスミサンショウウオの遺伝子解析を報告する。

国際塩基配列データベース（INSD; International Nucleotide Sequence Database）上には多数の両生綱（Amphibia Gray）、有尾目（Caudata Scopoli）、サンショウウオ科（Hynobiidae Cope）、サンショウウオ属（*Hynobius* Tschudi）のデータがあり、カスミサンショウウオ *H. nebulosus* Temminck et Schlegel についてはミトコンドリアDNAのチトクロムb（cytochrome b）

や調節領域（control region）などが登録されている（Lai & Lue 2008 ; Matsui *et al.* 2007）。トウキョウサンショウウオ *H. tokyoensis* TagoではミトコンドリアDNAの解析データを用いて各地の個体群の特性が論じられている（吉澤ほか 2005 ; Matsui *et al.* 2007）。

材料と方法

2013年3月17日兵庫県神戸市北区山田町藍那の溜め池で、カスミサンショウウオと思われる5個体を捕獲した。体は茶褐色で多数の小斑があり、尾には黄条がある。尾部の先端を3mm切り取り、エタノールに保存し、持ち帰った。また学校に卵塊を1つ持ち帰り、孵化させ飼育した（図1）。飼育個体については脱皮によって脱落した皮膚片を用いて解析に使用した（150001個体、表1）。

国際塩基配列データベースよりカスミサンショウウオのミトコンドリアDNAデータHM036356（アクセッション番号）をダウンロードし、Primer 3（v. 0.4.0）によりミトコンドリアDNAのチトクロムb領域前半に対しプライマーセット（HNCY1F ; 5'-TGATGCCA CTGCAATTAGACCAAAAACT-3', HNCY3R ; 5'-CT TTATCCACAGAAAATCCGCCTCAGAT-3'）を設計し

* 兵庫県立尼崎小田高等学校

Hyogo Prefectural Amagasaki-Oda High School

2016年3月30日受理

た。チトクロム b 領域後半に対しプライマーセット (HNCY2F ; 5'-GGACAAATATCCTTCTGAGGGGCTA CTG-3', HNCY4R ; 5'-CGATTCGATAAATGGTTG TTCAACTGG-3') を設計した。調節領域に対しプライマーセット (HN12S353F ; 5'-ATAACTGAGTCTGC CCTCATCTGTAGGT-3', HN12S1041R ; 5'-AAAATT TGTGCCTGATATCTGCTCCTTA-3') を設計し、北海道システムサイエンス社に DNA 合成を委託した。

PCR 反応液は 10 μ M プライマーを各 2 μ L (2 \times 2 μ L = 4 μ L), 2 \times PCR Buffer for KOD FX Neo 10 μ L, KOD FX Neo (1 U/ μ L) 0.5 μ L, 鋳型 DNA 溶液 2 μ L, 2mM dNTPs 3.5 μ L をよく攪拌し計 20 μ L 調整した。0.2mL PCR チューブに注入し, ASTEC 製サーマルサイクラー PC-708 を用いて PCR 反応を行った。この反応液を 94 $^{\circ}$ C 4 分間初期加熱した後, 94 $^{\circ}$ C 15 秒の熱変性・55 $^{\circ}$ C から 60 $^{\circ}$ C 15 秒のアニーリング・68 $^{\circ}$ C 30 秒の伸長反応を 38 から 45 サイクル行った後, 68 $^{\circ}$ C 7 分間伸長反応を行い, 10 $^{\circ}$ C で保存した。PCR 産物は 2 % アガロースゲルを用いて電気泳動し, DNA 増幅バンドを確認した。

切り出したバンドを Roche High Pure PCR Product Purification Kit を用いて精製し, 北海道システムサイエンス社に委託して上流と下流から塩基配列を解読し

た。解読データは MEGA6 ; MOLECULAR EVOLUTIONARY GENETICS ANALYSIS 6 (Tamura *et al.* 2013) でアラインメントし, 上流と下流から解読したデータが完全に一致する部分を解析に用いた。The National Center for Biotechnology Information (NCBI) の The Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) を用いて相同性の高いデータを検索し, MEGA 6 を用いて系統樹の作成を行った。

結果

カスミサンショウウオを採集した溜め池は南向きの斜面に東西につくられた林道の下ったところにあり, 全長約 10m, 3 点で測定した平均水面幅 59.7cm, 平均水深 15.8cm, 2013 年 3 月 17 日 午前 10 時 20 分時点で平均水温 7.6 $^{\circ}$ C であった。COD は 17ppm であった。採集した 5 個体は体色が暗褐色で, すべての個体の尾の上下の縁に黄色の条線が見られた。体長は物差しを軽く当てて測定し, 平均体長は 9.9cm (標準偏差 0.742cm) 平均尾長は 4.6cm (標準偏差 0.652cm) であった。性別は尾の付け根の生殖器の盛り上がりで判断し, 雄 2 個体, 雌 2 個体, 不明 1 個体であった (表 1)。

2016 年 2 月現在, 3 個体を飼育している。現在飼育している個体にも採集個体と同様の黄色の条線が見ら

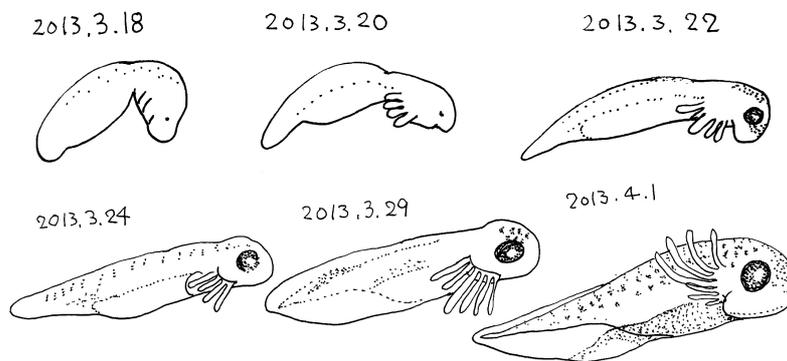


図 1 孵化前の個体のスケッチ

表 1 兵庫県神戸市藍那で捕獲したカスミサンショウウオの解析個体

Voucher	L	TL	sex	situation	source	AC No. (CYT1, CYT2, CR)
130072	10.0	4.0	F	collected	tail	LC125127, LC125132, LC125183
130073	10.0	5.0	M	collected	tail	LC125128, LC125133, LC125184
130074	9.5	4.0	M	collected	tail	LC125129, LC125134, LC125185
130075	11.0	5.5	F	collected	tail	LC125130, LC125135, LC125186
130076	9.0	4.5	-	collected	tail	LC125131, LC125136, LC125187
150001	3.0	1.0	-	grown	skin	—, LC125137, LC125188

Voucher : 標本番号, L : 頭胴長 (cm), TL : 尾長 (cm), sex : 性別 (F : 雌, M : 雄, - : 不明), source : DNA 抽出箇所, AC No. : 国際塩基配列データベースのアクセス番号 (CYT1 : チトクロム b 前半領域, CYT2 : チトクロム b 後半領域, CR : 調節領域 図 2)

れる。飼育個体の背面は黄褐色、体側は淡灰色である。飼育個体の背面には黒色の顆粒が点在し、また淡白色の顆粒が背面および体側に点在している。肋条は13本である。これらの特徴はカスミサンショウウオの特徴と同じである（中村・上野 1963；高田・大谷 2011）。チトクロムb前半（CYT1：514bp）と調節領域（CR：550bp）では解析個体（以後、Kobe Ainaとする）6個体（採集5，飼育1，表1）の塩基配列はすべて一致した。チトクロムb後半（CYT2：480bp）では個体番号130072以外すべて一致した。個体番号130072は他個体と比べて1塩基が異なっていた。

解析した3領域（CYT1:514bp, CYT2:480bp, CR:550bp, 図2）について、データベースを検索し、日本産サンショウウオ属のデータと比較した（それぞれ、図3、

4, 5）。各図の作成に用いた個々の個体間の遺伝距離の平均値（MEGA6 tool：Overall Mean Distance）は、CYT1では0.0849（標準誤差0.0173），CYT2では0.1370（標準誤差0.0132），CRでは0.0469（標準誤差0.0094）であった。調節領域（CR），チトクロムb前半領域（CYT1），チトクロムb後半領域（CYT2）の順に値が大きくなっていった。

チトクロムb前半の解析結果（CYT1）をもとに分子系統樹を作製した（図3）。日本産サンショウウオ属3種（トウホクサンショウウオ *H. lichenatus* Boulenger, トウキョウサンショウウオ, オオイタサンショウウオ *H. dunni* Tago）と Kobe Aina の4つのグループに分れた（分岐率97%以上, 395bp）。DQ652232（アクセッション番号）は100%の分岐率で Kobe Aina のグルー

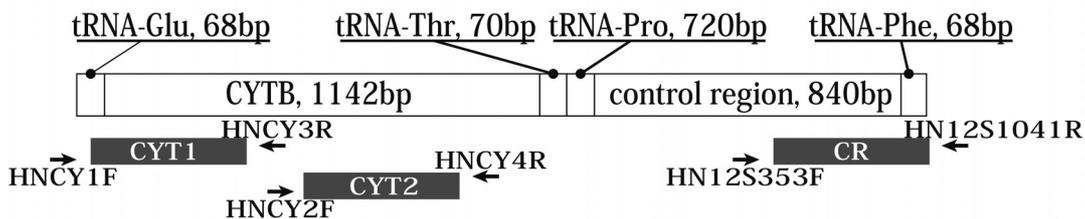


図2 塩基配列解読領域

プライマーセット HNCY1F/HNCY3R により **CYT1** 領域を、プライマーセット HNCY2F/HNCY4R により **CYT2** 領域を、プライマーセット HN12S353F/HN12S1041R により **CR** 領域をそれぞれ増幅・解読した。

表2 チトクロムb前半領域（CYT1）における兵庫県神戸市藍那産 Kobe Aina と日本産サンショウウオ属3種のグループ内平均遺伝距離

	d	SE
Kobe Aina, DQ652232	0.0043	<u>0.0020</u>
<i>H. lichenatus</i> トウホクサンショウウオ	0.0129	<u>0.0062</u>
<i>H. dunni</i> オオイタサンショウウオ	0.0043	<u>0.0026</u>
<i>H. tokyoensis</i> トウキョウサンショウウオ	0.0057	<u>0.0031</u>

d はグループ内平均遺伝距離（MEGA6 tool：Within Group Mean Distance），SE（アンダーライン）は標準誤差を示す。DQ652232 は Kobe Aina と同じグループに入れて処理した（以下、表3～5も同じ）。

表3 チトクロムb前半領域（CYT1）における兵庫県神戸市藍那産 Kobe Aina と日本産サンショウウオ属3種のグループ間平均遺伝距離

		1	2	3	4
1	Kobe Aina, DQ652232		<u>0.0235</u>	<u>0.0300</u>	<u>0.0237</u>
2	<i>H. lichenatus</i> トウホクサンショウウオ	0.1022		<u>0.0265</u>	<u>0.0207</u>
3	<i>H. dunni</i> オオイタサンショウウオ	0.1307	0.1108		<u>0.0272</u>
4	<i>H. tokyoensis</i> トウキョウサンショウウオ	0.0986	0.0894	0.1177	

表の右斜め下部分の数値はグループ間平均遺伝距離（MEGA6 tool：Between Group Mean Distance），表の右斜め上部分のアンダーラインの数値は標準誤差を示す。

表4 チトクロムb後半領域 (CYT2) における兵庫県神戸市藍那産 Kobe Aina と日本産サンショウウオ属6種のグループ内平均遺伝距離

group	d	SE
Kobe Aina, DQ652232	0.0076	<u>0.0021</u>
<i>H. nebulosus</i> カスミサンショウウオ	0.0466	<u>0.0069</u>
<i>H. lichenatus</i> トウホクサンショウウオ	0.0460	<u>0.0084</u>
<i>H. tokyoensis</i> トウキョウサンショウウオ	0.0102	<u>0.0038</u>
<i>H. retardatus</i> エゾサンショウウオ	0.0022	<u>0.0021</u>
<i>H. kimurae</i> ヒダサンショウウオ	0.0627	<u>0.0104</u>
<i>H. nigrescens</i> クロサンショウウオ	0.0224	<u>0.0057</u>

d は グループ内平均遺伝距離 (MEGA6 tool : Within Group Mean Distance), SE (アンダーライン) は標準誤差を示す。

表5 チトクロムb後半領域 (CYT2) における兵庫県神戸市藍那産 Kobe Aina と日本産サンショウウオ属6種のグループ間平均遺伝距離

	group	1	2	3	4	5	6	7
1	Kobe Aina, DQ652232		<u>0.0165</u>	<u>0.0174</u>	<u>0.0195</u>	<u>0.0246</u>	<u>0.0225</u>	<u>0.0191</u>
2	<i>H. nebulosus</i> カスミサンショウウオ	0.1229		<u>0.0166</u>	<u>0.0185</u>	<u>0.0262</u>	<u>0.0240</u>	<u>0.0197</u>
3	<i>H. lichenatus</i> トウホクサンショウウオ	0.1276	0.1381		<u>0.0216</u>	<u>0.0256</u>	<u>0.0228</u>	<u>0.0190</u>
4	<i>H. tokyoensis</i> トウキョウサンショウウオ	0.1345	0.1403	0.1692		<u>0.0239</u>	<u>0.0249</u>	<u>0.0190</u>
5	<i>H. retardatus</i> エゾサンショウウオ	0.1893	0.2139	0.2058	0.1738		<u>0.0227</u>	<u>0.0247</u>
6	<i>H. kimurae</i> ヒダサンショウウオ	0.1811	0.1962	0.1913	0.1972	0.1780		<u>0.0232</u>
7	<i>H. nigrescens</i> クロサンショウウオ	0.1371	0.1524	0.1403	0.1312	0.1787	0.1851	

表の右斜め下部分の数値はグループ間平均遺伝距離 (MEGA6 tool : Between Group Mean Distance), 表の右斜め上部分のアンダーラインの数値は標準誤差を示す。

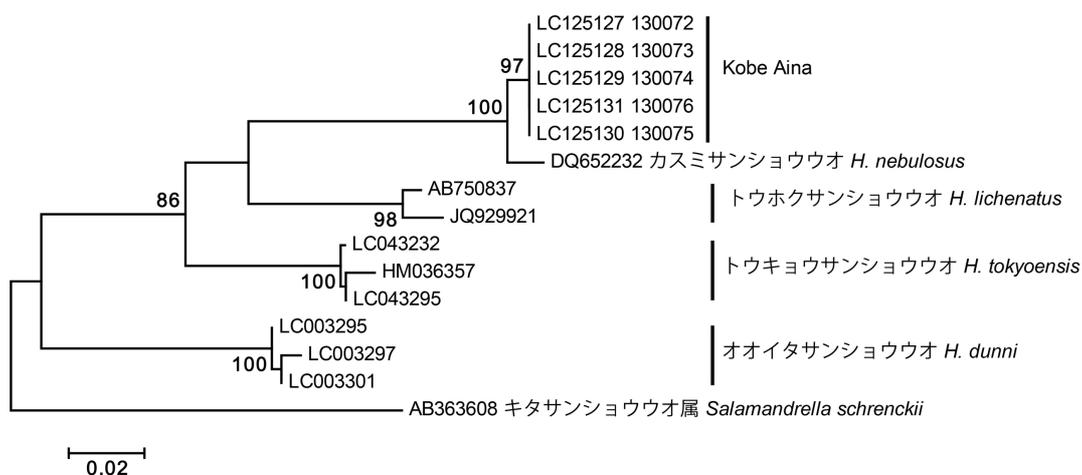


図3 チトクロムb前半 (CYT1) の Maximum Likelihood (ML) 法による系統樹

キタサンショウウオ属の1種 *Salamandrella schrenckii* Strauch を外群として用いた。枝の値は1000回繰り返したブーティストストラップ値 (%)。85%未満のブーティストストラップ値は表示していない。解析した塩基長は395bp。

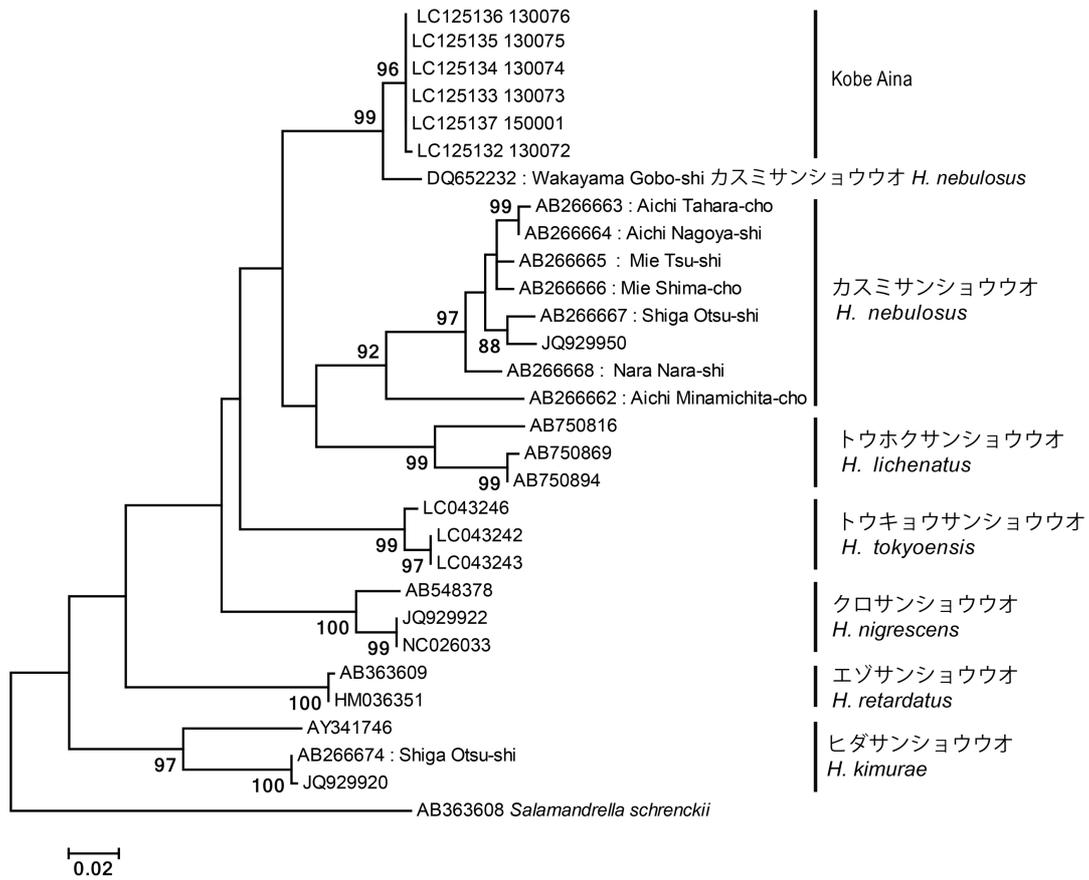


図4 チトクロムb後半 (CYT2) の ML 法による系統樹

キタサンショウウオ属の1種 *Salamandrella schrenckii* を外群として用いた。枝の値は1000回繰り返したブーストストラップ値 (%)。85% 未満のブートストラップ値は表示していない。解析した塩基長は 461bp。

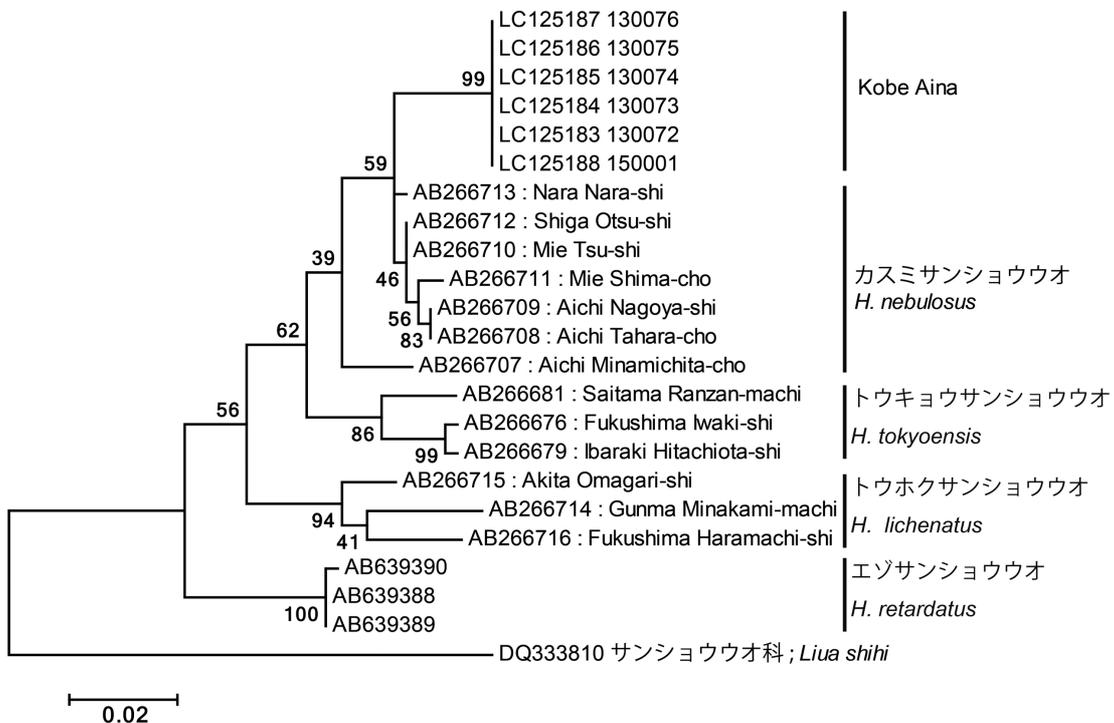


図5 調節領域 (CR) のML法による系統樹

サンショウウオ科の1種 *Liua shihi* を外群として用いた。枝の値は 1000回繰り返したブートストラップ値 (%)。解析した塩基長は 448bp。

プに入った。DQ652232 は和歌山県御坊市（北緯33° 53′，東経135° 08′）海拔100mで採集された個体から解析されたデータである（Lai & Lue 2008, 図6）。図3でグループ分けされた4つのグループのグループ内平均遺伝距離（MEGA6 tool：Within Group Mean Distance）およびグループ間平均遺伝距離（MEGA6 tool：Between Group Mean Distance）を求めた（表2, 表3）。図3をもとに、DQ652232 は Kobe Aina と同じグループに入れて処理した。Kobe Aina グループは日本産サンショウオ属3種のグループと0.0894から0.1307の遺伝距離を示した（表3）

チトクロムb後半の解析結果（CYT2）をもとに分子系統樹を作製した（図4）。日本産サンショウオ属6種（カスミサンショウオ, トウホクサンショウオ, クロサンショウオ *H. nigrescens* Stejneger, トウキョウサンショウオ, エゾサンショウオ *H. retardatus* Dunn, ヒダサンショウオ *H. kimurae* Dunn）とKobe Aina の7つのグループに分れた（分岐率99%以上, 461bp）。DQ652232 は99%の分岐率で Kobe Aina のグループに入った。この Kobe Aina を含むグループは DQ652232 以外のカスミサンショウオと別グループを形成した。図4でグループ分けされた7つ

のグループのグループ内平均遺伝距離（Within Group Mean Distance）およびグループ間平均遺伝距離（Between Group Mean Distance）を求めた（表4, 表5）。図4をもとに、DQ652232 は Kobe Aina と同じグループに入れて処理した。Kobe Aina グループは日本産サンショウオ属6種のグループと0.1229から0.1972の遺伝距離を示した（表5）。

調節領域の解析結果（CR）をもとに分子系統樹を作製した（図5）。日本産サンショウオ属3種（トウキョウサンショウオ, トウホクサンショウオ, エゾサンショウオ）と Kobe Aina はグループ（分岐率85%以上）を形成したが、カスミサンショウオのデータは、その他4グループに対してグループを形成しなかった（図5）。

考 察

Kobe Aina は形態的にはカスミサンショウオと推定できたが、遺伝子解析による裏付けは困難であった。一般的にはミトコンドリア DNA の調節領域はチトクロムb領域よりも変異が大きいといわれている（小池・松井 2003）。しかし今回解析したミトコンドリア DNA のチトクロムbおよび調節領域付近の3領域（CYT1,

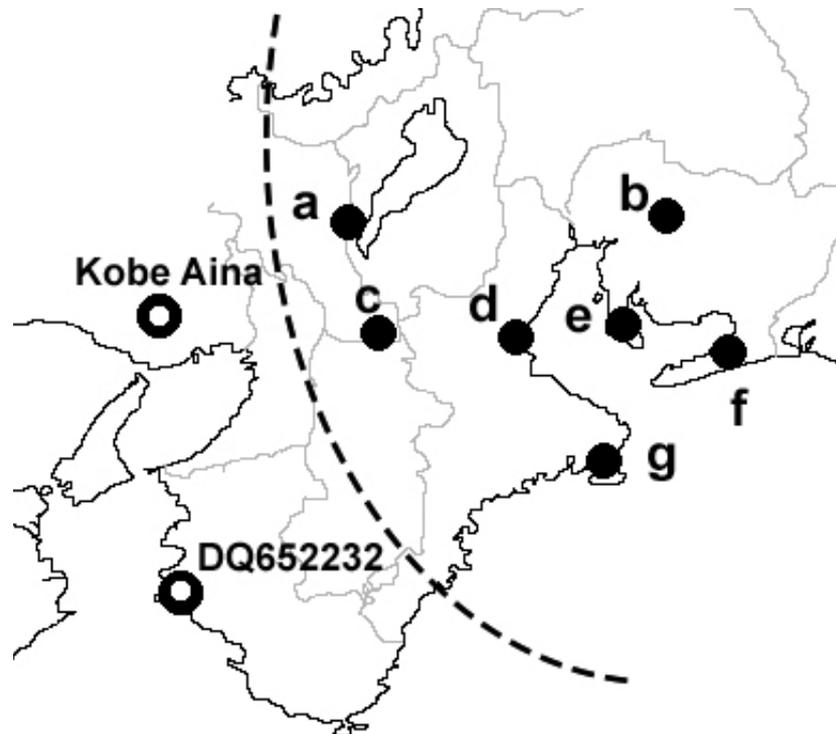


図6 Kobe Aina の採集場所と先行研究におけるカスミサンショウオの採集場所

●は、チトクロムb後半領域の塩基配列 AB266662-AB266668 および、調節領域の塩基配列 AB266707-AB266713 が解析された個体（a~g）の採集場所を示す。○は、チトクロムbの塩基配列 DQ652232 が解析された個体および Kobe Aina の採集場所を示す。破線は二つのグループの分布を矛盾なく分ける境界を示す。 a: AB266667; AB266712. b: AB266664; AB266709. c: AB266668; AB266713. d: AB266665; AB266710. e: AB266662; AB266707. f: AB266663; AB266708. g: AB266666; AB266711.

CYT2, CR 図 2) では, CR 領域 (調節領域) の平均遺伝距離 (Overall Mean Distance) が一番小さかった。カスミサンショウウオが CR 領域の解析 (図 5) の際にグループを形成しなかったのは, CR 領域の変異が小さいためではないかと考えられる。ただしこの調節領域においてもトウキョウサンショウウオ, トウホクサンショウウオ, エゾサンショウウオの 3 種はグループを形成した (図 5)。

チトクロム b の 2 領域 (CYT1, CYT2) の解析において, DQ652232 を含む Kobe Aina グループは DQ652232 を除くカスミサンショウウオとは同一グループを形成せず, 他の日本産サンショウウオ属 6 種 (トウホクサンショウウオ, クロサンショウウオ, トウキョウサンショウウオ, エゾサンショウウオ, ヒダサンショウウオ, オオイタサンショウウオ) と同様に別グループを形成した (図 3, 図 4, 図 5)。カスミサンショウウオを含む日本産サンショウウオ属 7 種と Kobe Aina グループとのグループ間平均遺伝距離 (Between Group Mean Distance) は 0.0894~0.1972 であった。Kobe Aina グループは日本産サンショウウオ属 7 種と同等に一定のグループ間平均遺伝距離を保った (表 3, 表 5)。Kobe Aina グループと DQ652232 を除くカスミサンショウウオグループとの距離がとりたてて短いわけではなかったのである。

DQ652232 を含む Kobe Aina グループ と, データベース上のその他のカスミサンショウウオのグループの, 地理的分布を矛盾なく説明することができる境界線を図 6 に示した。この境界線は Nishioka *et al.* (1993) が日本産ツチガエルを, 近畿地方中央部を境に, 東西の 2 群に分けた境界線と一致する。松井 (2005) は, カスミサンショウウオは形態だけでなく遺伝的にも変異に富み, 九州から中国西部にかけての一群と, それ以外 (分布境界は島根県内) は遺伝的分化が進んでおり, 後者内部でも中国山地産の特異な体色を持つ集団がほかと (アロザイム分析の結果得られている遺伝距離をもとに) 区別され, 複数の独立種を含むものと考えられる, と述べている。今回我々が解析した DQ652232 を含む Kobe Aina グループは, このような, 現在はカスミサンショウウオと分類されている集団に内在する複数の独立種のひとつである可能性が示される。

今後は Recombination activating protein 1 (RAG1) などの核 DNA の解析もあわせて進める必要があると

思われる。また, 兵庫県下の中高校生と連携を広げ, より広範囲な地域の調査を実施し, 小型サンショウウオ類の分布および集団構造を解明していきたい。

謝 辞

遺伝子解析のご指導をいただいた兵庫教育大学 笠原恵准教授に感謝の意を表す。

引用文献

- 小池裕子・松井正文. 2003. 進化速度と分析領域. 生物進化と保全遺伝学. *in* 小池裕子・松井正文編. 保全遺伝学, 28~39. 東京大学出版会, 東京.
- Lai J. S. and K. Y. Lue. 2008. Two new *Hynobius* (Caudata : Hynobiidae) salamanders from Taiwan. *Herpetologica*, **64** : 63-80.
- 松井正文. 2005. 両生類の地理的変異. 種分化と動物地理. *in* 増田隆一・阿部永編. 動物地理の自然史-分布と多様性の進化学-, 63~77. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- Matsui M., A. Tominaga, T. Hayashi, Y. Misawa and S. Tanabe. 2007. Phylogenetic relationships and phylogeography of *Hynobius tokyoensis* (Amphibia : Caudata) using complete sequences of cytochrome b and control region genes of mitochondrial DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **44** : 204-216.
- 中村健児・上野俊一. 1963. 原色日本両生爬虫類図鑑. 保育社の原色図鑑30. 214pp. 保育社, 大阪.
- Nishioka M., Y. Kodama, M. Sumida and M. Ryuzaki. 1993. Systematic Evolution of 40 Populations of *Rana rugosa* Distributed in Japan Elucidated by Electrophoresis. *Sci. Rep. Lab. Amphibian Biol.*, Hiroshima Univ, **12**: 83-131.
- 高田榮一・大谷勉. 2011. 原色爬虫類・両生類検索図鑑. 292pp. 北隆館, 東京.
- Tamura K., G. Stecher, D. Peterson, A. Filipski and S. Kumar. 2013. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Mol. Biol. Evol.*, **30** : 2725-2729. DOI: 10.1093/molbev/mst197 PMID: 24132122.
- 吉澤 賢治・道越 祐一・本間 久英. 2005. トウキョウサンショウウオの mtDNA D-loop 領域遺伝子解析. 爬虫両棲類学会報, **2** : 123-129.

羽毛サンプルを用いた遺伝子鑑定による カワウ *Phalacrocorax carbo* Linnaeus の性判別

谷 良夫*

Chromosome-specific intron size differences in the CHD gene
provide an efficient method for sex identification
in Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* Linnaeus.

Yoshio Tani*

Abstract : PCR-based approaches for sex discrimination in the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* were tested using 13 individuals and many sets of primers (Xho1/Xho2, P2/P8, 2550F/2718R and 1237L/1272H) for the amplification of the avian sex-specific CHD (chromo-helicase-DNA-binding protein) gene. We designed new primer sets named Z001F/Z640R and W035L/W428R. We also evaluated each set of primers in providing the sex for each individual. For DNA extraction, we just collected natal downs from the individual that we released after ringing. Even in samples of low DNA yield, Z001F/Z640R and W035L/W428R provided a band pattern for each sex, easily distinguishable with agarose gel electrophoresis, which correctly identified all the individuals. But the other primer sets did not produce reliable results. Compared with the other primer sets that have been reported, the Z001F/Z640R and W035L/W428R primer sets are more accurate, less invasive and widely applicable for sex discrimination in the Great Cormorant.

はじめに

SSH (スーパーサイエンスハイスクール) の指定を受けている兵庫県立尼崎小田高等学校では、8人の生徒(小阪田悠生, 北浦大樹, 田崎渚, 福嶋直人, 今村拓未, 大塚輝人, 田中健太, 入江祐樹)で鳥類研究班をつくっており, 毎月1回西宮市と尼崎市の境界を流れる武庫川下流と西宮市の甲子園浜の鳥類観察を行っている。カワウ *Phalacrocorax carbo* は毎回観察することができる大型水鳥である。尼崎市の北側に位置する伊丹市昆陽池にはカワウの集団営巣地があり, カワウの幼鳥に対する標識調査とカラーリングの装着が毎年行われている(須川ほか 2004)。

カワウの羽装は雄雌でほとんど差はない(高野 2007)。

雄は雌よりも少し大きい, 野外で見分けることは困難である(福田 2002)。しかし新鮮なカワウの死体の頭骨を3箇所測定し, 判別式を用いれば成長・幼鳥ともに性判別が可能である(福田 2014)。

性的二型が見られない鳥類については, 近年, 遺伝子診断による性判別法が試みられてきた(Clinton *et al.* 2001; Griffiths *et al.* 1998; Fridolfsson & Ellegren 1999; Kahn *et al.* 1998; Thanou *et al.* 2013)。鳥類の雌は性染色体ZとWを持ち, 雄は2本のZ染色体を持つ。PCR法による性判別には, W染色体のXho1領域を増幅する方法があり, 汎用プライマーセット Xho1/Xho2 (Clinton *et al.* 2001) が報告されている。Xho1領域を増幅する場合はW染色体(Wバンド)のみが増幅される。この場合, Wバンドが検出されれば雌(ZW)で, Wバンドが増幅されなければ雄(ZZ)と判別する。

また性染色体(ZとW)上に存在するCHD1Z(Z'

* 兵庫県立尼崎小田高等学校

Hyogo Prefectural Amagasaki-Oda High School

2016年3月31日受理

chromo-helicase/ATPase-DNA binding protein 1) 領域と CHD1W 領域を増幅する方法があり、汎用プライマーセット P2/P8 (Griffiths *et al.* 1998), 2550F/2718R (Fridolfsson & Ellegren 1999) および 1237L/1272H (Kahn *et al.* 1998) などが鳥類性判別用に報告されている。この場合は Z 染色体 (Zバンド) と W 染色体 (Wバンド) の両方を同時に増幅する。このため Z 染色体と W 染色体で標的イントロンの塩基長の違いが十分あれば Zバンドと Wバンドとして、Z 染色体と W 染色体を区別して検出することができる。バンドが 2 本検出されれば雌 (ZW) で、Zバンドのみ 1 本検出されれば雄 (ZZ) と判別できる。ヨーロッパのウ科 3 種の性判別の際にプライマー 2550F/2718R が有効であると示されている (Thanou *et al.* 2013)。

筋肉 (Thanou *et al.* 2013) や血液 (市川ほか 2006) サンプルから DNA を抽出し、遺伝子解析を行うことが一般的であるが、脇坂ほか (2014) 最近では初羽毛サンプルからの DNA によってケリの性判別を行い、研究材料をできる限り傷つけない方法として確立しつつある (脇坂ほか 2013)。

以上の方法を適用し、鳥類研究班の生徒たちとともに、伊丹市昆陽池に生息するカワウの羽毛を材料として、遺伝子による性判別を行ったので、ここに取りまとめて報告する。

方法

2015年5月23日、兵庫県伊丹市昆陽池のカワウ集団営巣地において行われた鳥類標識調査に参加し、カワ

表1 解析個体一覧表

標識地点は兵庫県伊丹市昆陽池公園であった。

GR: 金属足環のサイズ番号, CR: カラーリング, NW: 自然翼長 (mm), W: 体重 (g), TL: 跗蹠長 (mm)

GR	CR	NW	W	TL
13D-08003	青-232	112	1100	58.3
13D-08012	青-241	235	2000	64.0
13D-08013	青-242	215	1900	66.0
13D-08015	青-244	220	2000	65.1
13D-08016	青-245	206	1500	62.0
13D-08017	青-246	177	1400	61.4
13D-08018	青-247	230	1850	63.8
13D-08019	青-248	255	2100	66.6
13D-08020	青-249	249	2250	67.2
13D-08021	青-270	165	1250	59.4
13D-08022	青-271	179	1550	62.3
13D-08023	青-272	240	1800	65.0
13D-08024	青-273	240	2150	63.8

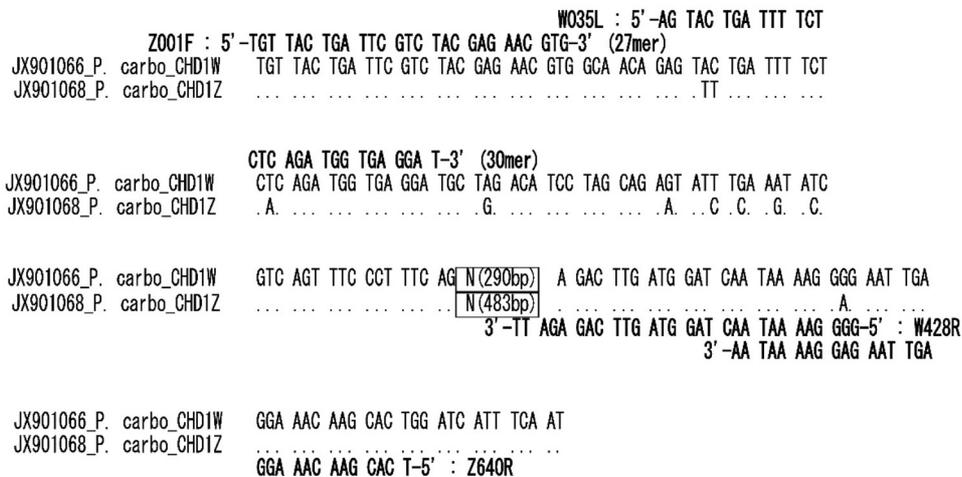


図1 プライマー (Z001F/Z640R と W035L/W428R) および CHD1 領域の塩基配列

CHD1Wのイントロンは290bp, CHD1Zのイントロンは483bpであった。

ウの幼鳥 13 個体 (表 1) から羽毛を採取した。本調査は鳥類標識調査員片岡宣彦氏・須川恒氏がカワウの移動範囲を調べる目的でカラーリングを装着する調査の一環として行った。カワウのカラーリング装着や羽毛等の DNA サンプル採取の学術許可は兵庫県から取得済である。採取した羽毛は茶封筒に個別に厳封し、帰校後エタノール中に保存した。DNA エキストラクター FM キット (和光純薬) を用いて DNA 抽出を行った。

データベースよりカワウの CHD1Z 領域のデータ (JX901068) をダウンロードし, Primer 3 (v. 0.4.0) によりプライマーセット Z001F/ Z640R (Z001F : 5'-TGTTACTGATTCGTCTACGAGAACGTG-3', Z640R :

5'- AGTGCTTGTTTCCTCAATTCTCCTTTTATT -3') (図 1) および Z072F/ Z640R (Z072F : 5'- ATCCTAGCAGAATATCTCAAGTACCGTCAG-3', Z640R : 5'-AGTGCTTGTTTCCTCAATTCTCCTTTTATT -3') を設計した。CHD1W 領域のデータ (JX901066) をダウンロードしプライマーセット W035L / W428R (W035L : 5'- AGTACTGATTTTCTCTCAGATGGTGAGGAT -3', W428R : 5'- CCCCTTTTATTGATCCATCAAGTCTCTAA -3') を設計した (図 1)。

PCR 反応液は 10 μ M プライマーを各 2 μ L (2 \times 2 μ L = 4 μ L), 2 \times PCR Buffer for KOD FX Neo 10 μ L, KOD FX Neo (1 U/ μ l) 0.5 μ L, 鋳型 DNA 溶液 2 μ L, 2 μ M dNTPs 3.5 μ L をよく攪拌し計 20 μ L 調整

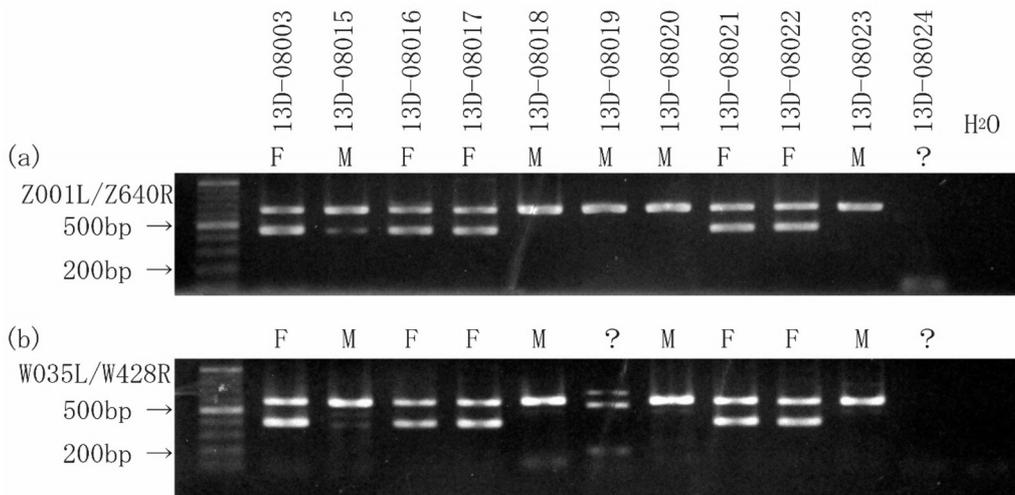


図 2 プライマー Z001F/Z640R および W035L/W428R による DNA 増幅結果

アニーリング温度は (a) : 60 $^{\circ}$ C, (b) : 55 $^{\circ}$ C。増幅サイクルは共に 45 サイクル。H₂O はネガティブコントロール。13D はリングサイズ, 080** はサンプル番号 (リング番号)。M (雄) および F (雌) は性判別結果。



図 3 汎用プライマー 2550F/2718R による DNA 増幅結果

アニーリング温度は 50 $^{\circ}$ C。増幅サイクルは 40 サイクル。13D はリングサイズ, 080** はサンプル番号 (リング番号)。M (雄) および F (雌) は性判別結果。N (H₂O) はネガティブコントロール。P (13D-08020) はポジティブコントロール。P のプライマーは Z072F/Z640R。

した。0.2mL PCR チューブに注入し、ASTEC 製サーマルサイクラーPC-708 を用いて PCR 反応を行った。この反応液を 94°C 4 分間初期加熱した後、94°C 15 秒の熱変性・50°C から 60°C 15 秒のアニーリング・68°C 30 秒の伸長反応を 38 から 45 サイクル行った後、68°C 7 分間伸長反応を行い、10°C で保存した。2% アガロースゲルを用いて電気泳動し、Z および W バンドを確認した。

切り出したバンドを Roche High Pure PCR Product Purification Kit を用いて精製し、北海道システムサイエンス社に委託して上流と下流から塩基配列を解読した。データは MOLECULAR EVOLUTIONARY GENETICS ANALYSIS 6 (MEGA6, Tamura *et al.* 2013) でアラインメントし、上流と下流から解読したデータが完全に一致する部分を解析に用いた。National Center for Biotechnology Information (NCBI) の Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) を用いてデータベース検索を行った。

結 果

新たに設計したプライマー Z001F/Z640R と W035L/W428R を用いた性判別を行った。両者の結果はすべて一致した。13 個体すべてについて約 600bp の Z バンドが確認された。さらに個体 08003・08016・08017・08021・08022 の 5 個体については約 400bp の W バンドが確認された (図 2, 表 2)。うまくバンドが見られなかった個体 (08019, 08024) についても、再度 DNA 抽出と PCR 法による DNA 増幅を行うことで良い結果が得られた (表 2)。PCR 法による DNA 増幅においてアニーリング温度を 50°C から 60°C の間で変化させたが、すべての温度条件で同じ性判別結果が得られた。サイクル数は 38 サイクルから 45 サイクルの間で変化をさせたが、すべての条件で同じ結果が得られた。

個体 08021 および 08022 の W バンド (約 400bp)、個体 08022 および 08023 の Z バンド (約 600bp) を上流と下流からシーケンスした結果、個体 08021 および 08022 の W バンドでは、276bp についてノイズもなく上流と下流で配列が一致した。また両個体の塩基配列は完全に一致した。NCBI の BLAST を用いてデータベース検索をおこなったところ、カワウの CHD1W 領域のデータ (アクセッション番号; JX901066) と 100% 一致した。個体 08023 の Z バンドについては 568bp についてノイズもなく上流からと下流からの配列が一致した。検索をおこなったところ、カワウの CHD1Z 領域のデータ (JX901068) と 99% 一致した。今回解読した各配列は DNA Data Bank of Japan (DDBJ) を通じて国際塩基配列データベース (International Nucleotide Sequence Database : INSD) に登録した (LC122685-LC122687, 表 2)。個体 08022 の Z バンドについては、ノイズが入り配列の解読は困難であった。

既報の各性判別プライマー Xho1/Xho2, P2/P8, 1237L/1271H および 2550F/2178R による DNA 増幅では、はっきりとしたバンドが出ないか、もしくは Z バンドのみが検出され、同時に不明なバンドやスメア (いろいろな長さの DNA が数多く増幅された結果、雲のように光る現象) が多く見られた (図 3)。ただし、プライマー 2550F/2178R による DNA 増幅では、条件と DNA サンプルによっては Z バンドおよび W バンドが見られた (図 3)。個体 08016 と 08017 ではアニーリング温度 50°C で Z および W の 2 本のバンドが確認できた (図 3) が、55°C に上げると Z バンドはより強調され、W バンドは非常に薄くなった。

考 察

Z および W バンドの配列データをデータベースと照合した結果から、今回設計したプライマーは目的通り CHD1 領域を増幅したと考えられる。よって、個体番号 08003, 08016, 08017, 08021, 08022 の 5 個体は Z および W 染色体を持つ個体であり雌 (ZW) であると推測できる (表 2)。個体番号 08012, 08013, 08015, 08018, 08019, 08020, 08023, 08024 の 8 個体は、Z 染色体のみを持つ個体であり雄 (ZZ) であると推定できる (表 2)。

いろいろな条件で実施した結果を踏まえ、以下のカワウの性判別用プロトコルを推奨する。アニーリング温度は 58°C、サイクル数は 38 サイクルで PCR 法による DNA 増幅を行う。結果が出なかったサンプルは再度 DNA 抽出と DNA 増幅をやり直す。

既報の各汎用プライマーによる性判別では、あまり良い結果が得られなかった。先行研究では血液や筋肉から抽出した DNA サンプルが主に解析されていたが、今回は初羽毛から抽出した DNA サンプルであったことが原因であろう。DNA 濃度が低かったのではないかと思われる。2550F/2178R については、抽出に用いる羽毛の量を増やすなど、実験条件を再検討して実施すれば、的確に性判別を行えるようになるかもしれない。ただしこの 2550F/2178R については、アニーリング温度を上げると W バンドが出にくくなるので、雌 (ZW) を雄 (ZZ) と誤認することがないように慎重に実験を実施する必要がある。

鳥類標識調査と並行して行う場合は、個体に負担をかけないことから羽毛サンプルからの DNA 抽出が適していると思われる。今回設計した Z001F/Z640R および W035L/W428R は種特異的であり、かつ塩基長が長いので、低濃度の DNA サンプルでも、またいろいろな DNA 増幅実験条件でも、安定した結果を得ることができたと考えられる。

既報の性判別プライマーは長い間利用されてきた実績のあるプライマーである。今後、Z001F/Z640R および W035L/W428R の信頼性を高めるために、解剖に

より性別がはっきりしたサンプルを使って確認する必要がある。

CHD1領域の配列はよく似ているため、プライマー2550F/2178Rはヨーロッパ産ウ科に広く利用できる(Thanou *et al.* 2013)ことが報告されている。今回設計したプライマーZ001F/Z640RおよびW035L/W428Rもカワウ以外の日本産ウ科(ウミウ *Phalacrocorax capillatus* Temminck & Schlegel, チシマウガラス *Phalacrocorax urile* Gmelin, ヒメウ *Phalacrocorax pelagicus* Pallasなど)に利用できる可能性があるため、今後、生徒と一緒に確かめていきたい。

兵庫県伊丹市昆陽池における標識調査では野外観察可能なカラーリングも金属足環と同時に装着しており、昆陽池および近くを流れる武庫川などでは複数個体を識別することが可能である。標識調査と並行して調査個体を傷つけない遺伝子解析による性判別を行うことにより、より詳細な、野外観察などによる生態解明が期待される。

今回の活動を通して野鳥観察班の鳥類標識に対する理解と認識は深まった。これからもこの輪を広げ、兵庫県下の高校生の鳥類標識調査に対する理解と認識を深めるとともに、地域の生物多様性の保全に貢献していきたい。

謝辞

カワウの調査に参加させていただき丁寧にご指導いただいた龍谷大学の須川恒氏、(株)鳥類環境の片岡宣彦氏、伊丹市みどり自然課の高津一男氏をはじめとする調査スタッフの方々に感謝する。また遺伝子解析のご指導をいただいた兵庫教育大学の笠原恵氏、兵庫県立大学大学院環境人間学研究科の脇坂英弥氏に感謝の意を表す。

引用文献

Clinton, M., L. Haineas, B. Belloir and D. McBride. 2001. Sexing chick embryos : a rapid and simple protocol. *Bri. Pol. Sci.*, 42 : 134-138.

Fridolfsson, A.-K. and H. Ellegren. 1999. A simple and

universal method for molecular sexing of non-ratite birds. *J. Avian Biol.*, 30 : 116-121.

福田道雄. 2002. カワウ *Phalacrocorax carbo*. 野生生物のダイオキシン類蓄積状況等調査マニュアル, 10-16. <http://www.env.go.jp/chemi/report/h14-06/10-24.pdf>, (2016年2月9日現在)

福田道雄. 2014. カワウの頭骨計測による骨格の性別判定. *Bird Research*, 10 : 25-28.

Griffiths, R., M. C. Double, K. Orr and R. J. G. Dawson. 1998. A DNA test to sex most birds. *Mol. Ecol.*, 7 : 1071-1075.

市川あゆみ・市村卓也・中村明弘・野田賢治・加藤泰之. 2006. 遺伝子診断による文鳥の性判別技術. *Res. Bull. Aichi Agric. Res.*, 38 : 175-180.

Kahn, N. W., J. S. John and T. W. Quinn. 1998. Chromosome-specific intron size differences in the avian CHD gene provide an efficient method for sex identification in birds. *Auk*, 115 : 1074-1078.

須川恒・片岡宣彦・植田潤・和田岳. 2004. 昆陽池と竹生島にあるカワウのコロニーにおける標識調査. http://www.bird-research.jp/1_katsudo/jiyu/yoshi/yoshi_sugawa.html, (2016年2月9日現在)

高野 伸二. 2007. フィールドガイド 日本の野鳥. 374 pp. 日本野鳥の会, 東京.

Tamura K., G. Stecher, D. Peterson, A. Filipski and S. Kumar. 2013. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Mol. Biol. Evol.*, 30 : 2725-2729. DOI: 10.1093/molbev/mst197 PMID: 24132122

Thanou, E., S. Giokas, V. Goutner, V. Liordos and S. Fraguadakis-Tsolis. 2013. Efficiency and accuracy of PCR-based sex determination methods in the European *Phalacrocoracidae*. *Ann. Zool. Fenn.*, 50 : 52-63.

脇坂英弥・脇坂啓子・中川宗孝・伊藤雅信. 2014. ケリの初毛羽を用いたCHD遺伝子による性判定. *日本鳥学会誌*, 63 : 43-47.

童謡"赤とんぼ"の原風景復活活動とアキアカネの人工飼育

前田 清悟

はじめに

大人から子供まで多くの人々に親しまれている童謡「赤とんぼ」。近年、その詩の中に詠われている“赤トンボ”の代表種である“アキアカネ”が全国的に減少している。

私たちが住む西播磨のたつの市は、童謡「赤とんぼ」の作詩者・三木露風が生まれた地（龍野）として知られるようになった。“赤とんぼと言えば三木露風”，“三木露風と言えば龍野”というイメージが全国的に強く、龍野では赤トンボが多く飛んでいると期待されている。

しかし、現在では、残念ながら赤トンボ（アキアカネ）を必ず見ることができるという特定の場所はない。

そこで、『龍野へ行けば、三木露風の詩に詠われた赤トンボが飛んでいる原風景を見ることができる』と言われるようにしたいという願いで2008年に活動を始めた。

ここでは、その経緯とアキアカネの人工飼育について報告する。

活動のきっかけ

2007年の秋、市内の旅館の社長さんから次のような話があった。「最近赤トンボが見られなくなっているの、龍野に来られてもどこにいるということが言えないので困っています。お客様は童謡“赤とんぼ”の作詩者・三木露風が生まれた地だから赤トンボがたくさん飛んでいると思われているのじゃないでしょうか。」改めて考えてみると、“そういえば最近赤トンボを見かけたことがないなあ”と気づいた。

調べてみると同年9月の読売新聞の中に“赤トンボピンチ！アキアカネ生息調査へ”という記事を見つけた（読売新聞 2007）。その記事では“赤トンボの中の代表的なものがアキアカネで、最近数は減っているため、全国トンボ市民サミットが全国規模の調査を開始する”と書かれていた。これを読んだ時、“これは大変なことになっている。日本にしかないのに、

絶滅してしまってからでは遅い。三木露風の里である龍野がやらんでどうするの！”という気持ちがいってきた。

翌2008年1月から地元の自治会やトンボの専門家等のご協力を仰ぎ、3月に活動グループを編成した。その後4月になってたつの市職員と共同で活動する“まちづくり塾”に応募し、「たつの・赤トンボを増やそう会」として活動を開始した（神戸新聞 2008）。実際にその年の秋に調べてみると、たつの市内では12匹しか見つからず、大変少なくなったことを実感した。

アキアカネの人工飼育の概要

2008年8月、アキアカネは夏の暑い時期は涼しい山上にいると聞いたので、市内の山を中心に“山上調査”を行なった。例えば、近くの菖蒲谷（しょうぶだに）や市内で二番目に高い亀山（きのやま；標高458m）に行ったが1匹もいなかった。そして隣県の岡山県自然保護センターにも行ったが、まったく見つかることができなかった。9月末に“平地調査”を実施し、NHKが取材で同行していた時に、隣の宍粟市でようやく初めてアキアカネを捕獲できた（写真1, 2）。その時、三角紙の中にメスが産卵したので水中に保存した。

2009年春、卵は孵化しなかった。11月には宍粟市へ



写真1 日本トンボ学会の三木安貞氏が宍粟市で捕獲したアキアカネをNHKのカメラに向かって説明する。

〒679-4170 たつの市龍野町中霞城 34-1

NPO法人たつの・赤トンボを増やそう会 理事長

2016年2月19日受理

行き、アキアカネの連結態を捕獲した後に、子供たちに卵を産ませることを体験させた（写真3）。卵を採取後、1箇所だけに放流するのではなく、複数の植木鉢等に分配して、いろんな条件で孵化させることを試みた（写真4）。

さらに、休耕田の中に、アキアカネの成虫を入れるための大きなゲージを設置した（写真5）。その中につがいを放して交尾実験を試みたが、1箇所にかたまらず、失敗した。

2010年4月、卵を入れた容器にいつものように水を補充した時、暫くすると何か動くものが見えた。“アキアカネのヤゴか！”と期待したが、結局それは“ミジンコ”だった。

11月には子供たちと一緒に宍粟市で連結態を捕獲し、卵を確保した。その後大きなゲージを作り直して交尾実験を行なったが、交尾は見られなかった。

翌2011年1月に、アキアカネの卵を孵化させた経験を持っておられる新村捷介氏から受精卵の確認方法や保管方法等の指導（新村 2010, 2011）を受けた（写真6）。顕微鏡で黒い“眼点”が確認できれば必ず孵

化するということがあった（写真7）。

2011年4月、ようやくアキアカネが孵化し、室内の小さい容器に小分けしてブラインシュリンプというエビの一種を生き餌として与える“人工飼育”に取り組んだ。その結果、6月20日に初めて羽化に成功した（写真8）。

さらに、7月31日には新宮町篠首地区の屋外の飼育ゲージ（写真9）で初めて1匹羽化した。ここは生後3週間経過したヤゴを放流した後、ミジンコを随時補充して羽化にこぎつけた。

この年の実績は、前田宅（屋内）で孵化したのは417匹で、羽化したのは9匹であった。前田宅以外（屋外）で羽化した4匹（新宮町篠首地区3匹、揖西町中垣内地区1匹）、兵庫県立龍野高校で羽化した2匹、合計羽化数15匹。羽化の最終日は8月6日だった。

2012年から市内の農家の協力を得て、実際の田んぼでの実験を開始した。

それは、石川県立大学上田哲行名誉教授が“2000年



写真2 田んぼで交尾後のつがいを捕獲し、そのうちのメスを三角紙に保管し、その紙に産んだ卵を、水を入れたガラス瓶に保存する。



写真3 宍粟市で捕獲したアキアカネに子供たちが卵を産ませている。



写真4 アキアカネの卵を植木鉢やフィルムケーに分けて保管した。



写真5 前田がゲージの中でアキアカネのつがいを放している。

頃から田植え前に施用する農薬A（殺虫殺菌剤で箱処理剤と呼ばれている）の流通量が増加したのと反比例してアキアカネが急激に減少した”（上田 2011）と論文を発表していたため、アキアカネの増殖にあたっては、農薬の影響を調べる必要があると判断したからである。その中のフィプロニルという成分がアキアカネを殺すと言われていたので、農薬の選定に当たっては、上田名誉教授からアドバイスを頂き、農薬Aと、フィプロニルが入っていない農薬Dと農薬Vを試すことにした。これ以降は農薬の種類による違いを調べ、従来より最も多く使用されている農薬の代りになる農薬を見つけることに主眼を置いた。

そこで、小型の飼育カゴを田んぼに24台設置した。1升ビン10本入りの木製通い箱（縦66cm×横26cm×高さ43cm）の底面の板を外して、側面を1mmメッシュのナイロンネットで覆い、上部は少し粗いメッシュのナイロンネットをフタにして飼育カゴとした（写真10）。その中に、鶏糞1握りとミジンコ飼育水500mLを先に入れ、後に生後3週間程度のアキアカネのヤゴ10匹を放流した。なお、エサのミジンコは1週間に1回程度補充した。

この年の問題点は、飼育カゴの中にガムシの幼虫や

オタマジャクシがいつの間にか侵入し、ヤゴが捕食されたり傷つけられたりすることだった。そのため、ミジンコを補充するために巡回した際には、カゴの中にガムシやオタマジャクシ等がないか、目を皿のようにして注意深くチェックし、見つけたら外に出した。

その結果、約1500匹孵化させ、そのヤゴを田んぼに放流した。そこから羽化したものは25匹となり、田んぼ以外での羽化を含めた羽化実績は合計68匹となった（最終羽化日9月30日）。

この年は、田んぼで初めて羽化が見られた（写真11）。

また、子供たちが羽化したアキアカネにマーキングして調査に協力してくれた。そういうシーンがNHKの“おはよう日本”（NHK 2012）で全国に放映された（写真12）。

2013年はガムシの幼虫やオタマジャクシの侵入を防ぐよう飼育カゴの底面も1mmメッシュのナイロンネットを張って囲うようにした。また、飼育カゴの中に田んぼの土を入れ、さらに農薬処理済みの苗も一緒に入れて、実際の田んぼに近い環境にした。

そしてまた、水の管理を変える実験も行なうこととした。つまり、アキアカネは孵化から羽化まで約2カ



写真6 新村捷介氏が自宅の顕微鏡をのぞく



写真7 新村氏がモニターに映し出されたアキアカネの卵の眼点について指で指し示して説明する。



写真8 羽化シーン。背中が割れて頭と胴体がそりかえって逆さまになっている。



写真9 当会会員が屋外の飼育ゲージの中に入って羽化したアキアカネを捕まえようとしている。

月かかるため、6月中旬の田植えの場合7月20日頃から中干しに入るとヤゴは死んでしまう。よって5月に田植えを実施している農家にも参加して頂き、さらに今まで6月田植えだった田んぼに一部だがあえて5月田植えに挑戦して頂いた。(全体で飼育カゴ41台設置)
＜トンボ池の給水＞

話は変わるが、私たちは、メインの実験施設として、地元農家のご協力で上部にため池があり、下部に休耕田が広がっている約1万平方メートルの段々畑を設立当初から使わせて頂いていた(ここを“トンボ池”と呼んでいる)。ここに木で組立てた大きなゲージを作り、アキアカネの交尾実験をしたり、地面に木枠を埋め込んでヤゴを飼育する実験を行っていた(写真13)。

上部のため池から水を引けるのは大きな利点だったが、その池の排水バルブの開閉だけでは水の制御は難しく、また漏洩がはげしくていつの間にか干上がってしまうため、なかなか羽化数が伸びなかった。

そこで、兵庫県西播磨県民局光都土地改良センターにご協力をお願いし、県民局の方々の手作りで、サイホン方式の“自動給水システム”を設置して頂いた(写真14)。

＜羽化実績が増加＞

この設備によってトンボ池の水田等の水位が安定的

に確保できるようになった。その結果、トンボ池での羽化実績は前年の8匹から18匹へ大幅に伸びた。

そして2013年は、田んぼでの羽化数が前年の25匹から58匹と倍増した。また全体の羽化数は95匹となり、2012年実績の68匹を上回ることができた(表1参照)。

しかし、田んぼでの実験では、天敵(ガムシ、オタマジャクシ等)の防御がまだまだ甘く、農薬Dの田んぼでの羽化数はまだまだ不十分だと思った(最終羽化日9月10日)。

＜赤トンボハウス完成＞

2013年11月20日には同センターのご支援で、トンボ池の木製ゲージに代えて、農業用温室資材を利用した丈夫なパイプ製の「赤トンボハウス」(写真15)が完成した。その内部とハウス横の外部の2箇所にも水の漏洩を防ぐための止水シートを敷設したプールが完成した(写真16)。

＜農業技術の支援について＞

一方、私たちは農業そのものの知識がないので、田んぼでの実際的な農業技術の支援を県民局の龍野農業改良普及センターをお願いし、田植えと中干しの時期や方法、農薬の違いによる病害虫確認等、専門的かつ具体的なアドバイスや指導をして頂けるようになった。



写真10 醤油の1升ビンの箱を加工したヤゴの飼育カゴ。



写真11 田んぼでの羽化第1号。



写真12 子供たちが羽化したアキアカネにマーキングし、飛び立った方向を見つめる子供たち。



写真13 トンボ池の飼育用木製ゲージ。

2014年からは、“田んぼ等”と“田んぼ以外（トロ箱）”に分けて説明したい。

<田んぼ等>

それまでの田んぼでの羽化で困っていたのは、ガムシやオタマジャクシの防御の問題だ。つまり、彼らがカゴの中に入ってヤゴを捕食したり傷つけたりすると、“農薬による影響を調べる”という本来の目的が阻害されてしまうという問題だった。

いろいろ検討した結果、侵入を防ぐための“密閉空間”を作らざるを得ないという結論になり、ペットボトルを使ってみることにした。このペットボトルは、上部を切って開口部を作り（写真17）、下から2cmぐらいの位置に水が入る穴をあけたものだ。

しかし、今度は密閉空間であるがゆえに“エサ”が入ってこなくなる。そのため、ミジンコの補給を3日に1回、料理用の計量カップ2杯程度をこまめにやることにした。

ペットボトルを田んぼに設置する時は、これに土と農薬処理済みの苗、ミジンコと鶏糞少々、そして最後にヤゴを5～8匹入れ、飼育カゴの中に設置した。使用する“土”は虫の卵を除去するために、事前にバーナーの火炎の熱で焼いた（写真18）。

なお、エサとして供給するミジンコの補給頻度が上

がると供給が追いつかなくなるため、飼育カゴの数は前年より減らさざるを得ず、33台とした。

その結果、農薬Dでは24匹、農薬Sで2匹、無農薬で2匹、田んぼで合計28匹羽化させることができた（表1参照）が、前年より大幅な減少となった。前年問題となった天敵は防げたのに羽化数が増えなかったのはなぜか？考えられるのは水温である。例えば、6月10日でペットボトルの中の水の最高温度は30℃だったが、その後の7月30日には42℃まで上昇していた。この温度は風呂のお湯の温度とほぼ同じで、多分ヤゴはその温度で生き抜くのは難しかったのではないかな。なお、前年まで実験した農薬Aは羽化実績がほとんどないので実験対象から外した。

<田んぼ以外～トロ箱>

トロ箱（縦76cm×横45cm×高さ20cm、写真19）では、6月24日から8月27日までの間に合計71匹が羽化した。羽化した日の合計日数を羽化した期間の延べ日数で割ったパーセンテージは57%（ほぼ2日おきに羽化）であった。卵からの羽化で、農薬は入っていない。つまり、無農薬で、天敵もない状態で、そして安定してエサ（ミジンコ）と水があれば羽化数が増加することはほぼ間違いないと言える（最終羽化日8月27日）。



写真14 自動給水システムを設置する工事の様子。



写真15 赤トンボハウスのネットを張る。



写真16 プールを作るためにパワーショベルで掘る。



写真17 ペットボトルの上部を切断したもの。

表1 農薬の種類別羽化数推移

ヤゴ又は卵から飼育		2012年	2013年	2014年	2015年
田んぼ等	農薬A	0	1	—	—
	農薬V	14	9	0	3
	農薬S	—	—	2	1
	農薬T	—	—	—	1
	農薬D	3	44	19	39
	〃 (龍野高校)	(上に6匹含む)		5	5
	無農薬	8	4	2	4
	計	25	58	28	53
田んぼ以外	トロ箱 (無農薬)	屋内43	37	屋外 71	屋外 58
	〃 (農薬D)	—	—	—	屋外192
	計	43	37	71	250
合 計		68	95	99	303

(注) 2013年の農薬Dの羽化数44匹は、網目から抜け出た羽化殻による確認数が20匹含まれている。実際に羽化後の成虫を確認した数は24匹である。
2015年の農薬Dの合計=39+192=231匹となった。

2015年も、“田んぼ等”と“田んぼ以外(トロ箱)”に分けて報告する。

<田んぼ等>

前年に使用したペットボトルは、水温が風呂の温度にまで上がったことから、材質を木製にして水温が極端に上がらないようにした。箱の側面には細長い切込みを入れ、それをナイロンネットでフタをして水が入りするようにした(写真20)。

また、エサのミジンコをやる頻度は3日に1回から2日に1回に頻度を上げた(写真21)。

この年の田んぼでの実績についても、表1をご覧頂きたい。特に農薬Dが過去からの推移を見ても他の農薬を使用した場合と比べて羽化数が多い。

なお、本来ならば、卵、或いはヤゴの元の数を分母とし、羽化した数を分子にして、いわゆる羽化成功率なるものを計算できたら良いが、分母となる“卵の数”を把握するのは困難である。よって、結果的に羽化した数のみで表さざるを得ない。

また、この表にはないが、羽化したカゴの数と全体のカゴの数の割合を前年と比較すると次のようになった。

2014年：5/26=19% 2015年：10/31=32%

この結果は、前年問題のあったペットボトルを木箱に変更したことで少しは羽化したカゴの数は増えたが、まだ十分とは言えない。しかし、私の実感としては、室内で羽化させる場合や、トロ箱に比べると、実際の田んぼで羽化させるのはかなり難しいと言わざるを得ない。羽化したカゴ数がなかなか増えないのは、カゴの中で次のような4つの問題が起こっていたと考えられる：①水不足 ②エサ不足 ③天敵(ガムシ、オタ

マジックシ等) ④水温上昇

これらの要因が複合して起っていると思われるが、2015年の場合、田んぼの水位が一時的に下がり、飼育カゴ近辺が干上がっていた場所が見られ、このような場所では羽化しなかった。

しかし、休耕田実験場ではマコモを休耕田対策として栽培する試みを今年から開始したが、ここは十分すぎるほど水を張っていたためか、1台のカゴでは最多の18匹も羽化した。また、羽化数が多かった5月水入れ、6月田植えの“アキアカネ飼育田”やトロ箱でも水を十分供給していた。いずれも水が豊富にあったという点は共通している。

よって、田んぼでの羽化を増やすには、カゴ周辺の水位が下がっても飼育カゴの水がなくならないようカゴの設置方法を改善することによって羽化するカゴの割合は向上すると思う(実際の田んぼでは、水位が下がってきたらヤゴは水が残っているところに移動して生き延びることもできるため、全滅することはないと思われる)。

<田んぼ以外～トロ箱>

トロ箱に関しては、2015年は2種類の実験を行なった。1つは従来と同じ無農薬のもの、もう1つは農薬Dで処理した苗を植えたものだ。羽化数は、無農薬では58匹、農薬Dでは192匹、合計250匹となり、2014年の合計71匹の3.5倍になった。また、農薬Dとして集計した場合、田んぼとトロ箱の羽化合計は、前年の24匹が231匹になり、9.6倍に伸びた(全体の最終羽化日9月30日)。2015年は、トンボ池のトロ箱で最初に羽化したのは6月22日で、その日から7月末までは毎日羽化が見られた。つまり、7月であればいつ見

学者が来られても必ず羽化したてのアキアカネが見られるようになったということであり、来年はぜひこの期間にご来場頂きたい。

おわりに

私たちは、アキアカネの減少を食い止めるために、現在全国的に使用されている育苗箱処理農薬（殺虫殺菌剤）について何が適切かを実験してきた。上述のように農薬Dにおいて、田んぼとトロ箱の合計羽化実績は他の農薬より多いが、まだ田んぼでの羽化実績は満足できる結果とは言えない。今後、さらに田んぼでの羽化が伸びるよう改善していきたい。特に今後改善していこうとしているのは、トロ箱と木製の飼育箱との中間的な広さの空間を持った飼育カゴである（木箱は廃止）。これによって、水の確保、天敵からの防御、水温の安定を図り、“農薬の違い”をより際立たせるようにしたい。

また、私たちはたつの市内の近隣の農家を主体とした“たつの赤とんぼ米研究会”と共同で、地域のブランド米「たつの赤とんぼ米」の販売を2015年の10月から始めた。これは前述の西播磨県民局等のご支援を得ながら進めているが、その狙いは“アキアカネの復活”である。

つまり、アキアカネは秋に田んぼ等の水たまりに産卵する習性があり、11月～翌年7月まで田んぼの中で過ごすため、彼らにとってこの期間の田んぼの環境は大変大事である。まずはその水環境全体を変えてみることからスタートしないと何も始まらないと思う。

そのためには、実際の田んぼでお米を栽培されている農家のご協力が得られるような方策を取る必要がある。例えば、アキアカネが育つ農法で栽培されたお米をブランド化し、少しでも収入が増えたら賛同して参加して頂ける農家が増える。参加される農家が増えたらその農法で栽培する耕作面積が拡大する。そして、稲刈り後には田んぼに浅い水たまりを作り、アキアカネの産卵場所を増やしていく。そのような方法でアキアカネが育つ環境を増やしていけば、徐々にではあるがアキアカネを増やせるのではないかな。

また、農薬を変えることだけで問題が必ず改善されるとは限らないことも承知している。何もせずに手をこまねいて見ているだけでは絶滅してしまいかねない。兵庫県も2012年にアキアカネをレッドリストに“要注目種”として追加登録している（兵庫県 2012）。しかし、このような私たちの実験によって“増やせる可能性”が出てきたと思うので、少しでも可能性があることであればその可能性を信じて取り組んで頂きたい。



写真18 ヤゴの飼育箱に入れる土に火炎を吹き付けて焼く。



写真19 中に田んぼの土と水を入れた無農薬のトロ箱。



写真20 木製の飼育箱に土を入れ、さらに苗を入れる。箱の側面に切込みが見える。



写真21 木製の飼育箱にミジンコを入れる。

最後に、お米を同じ農法で栽培して頂ける農家が増えることを切望している。最終的にアキアカネが復活することが私たちの願いである。いろんな地域で取り組んで頂き、今や失われてしまった赤トンボが群れ飛ぶ日本の原風景を、力を合わせて取り戻していきたい。

引用文献

- 兵庫県. 2012. 兵庫の貴重な自然, 兵庫県版レッドリスト2012(昆虫類). 兵庫県農政環境部環境創造局自然環境課.
- 神戸新聞. 2008. 官と民で練るまち活性. 2008年4月9日朝刊掲載.
- NHK. 2012. “おはよう日本” -赤とんぼを再び-. NHK総合テレビ 9月29日放映.
- 新村捷介. 2010. トンボの採卵法・飼育法. 『改訂トンボの調べ方』, 日本環境動物昆虫学会編(2010): 175-185.
- 新村捷介. 2011. アカネ属の産卵方法と卵の形との関係. Gracile, 63:1-7.
- 上田哲行. 2011. <農薬をめぐる話題> イネの苗箱処理剤が赤トンボを減らしていた. 現代農業, 90(6): 290-293.
- 読売新聞. 2007. 赤トンボピンチ! アキアカネ生態調査へ. 2007年9月17日朝刊掲載.

2015年福泊海岸植生調査

兵庫県生物学会西播支部

はじめに

福泊海岸は、姫路市の形町にあり、1989年に他所から搬入された砂によって作られた人工海岸である。2002年に植物が生えているのが見つかった。西播支部では海浜植物の遷移の観察に適しているとして、2004年に予備調査を実施し、2005年秋から定点調査を始めた。砂浜海岸の中央部を遊歩道の縁から波打ち際に延ばした10m間隔の19本のトランセクトを使った調査をした。2006年までは秋に実施したが、2007年以降は同定しやすい花期の6月に変更した。

今年は、6月7日に調査した。生物学会及び生物部会西播磨支部の共同で西播磨地域の生物系クラブの顧問教師と部員の参加によって実施した。

参加者名

生物学会員9名：山本一清（学会支部長）、山下明良（部会支部長）、宇那木隆（学会本部）、吉田孝・中尾朋夫（淳心学院）、田村統（県立大学附属高校）、久後地平（香寺高校）、山脇誠史（山崎高校）、柴田美樹（賢明女子学院）

引率顧問教師等4名：筏泰介（千種高校）、脇川宏太（家島高校）、鶴谷光伸（山崎高校）、大西康之（相生高校）

中学・高校生物系クラブ部員等51名：県立山崎高校

表口晃・服部紫乃・平岩璃沙・内海晴人・加藤聡真・石原雷良・上田裕人・村井るか・長田将杜・麻生拓己・北中海・西川和輝・片山雨陽（13名）、

県立千種高校 不別優（1名）、

県立相生高校 寺尾祐希・杉原寛基・和田晴人・呉山スサーナ・長瀬新吾・竹内龍生・杉尾譲（7名）、

県立香寺高校 黒田有梨・藤原紅葉・松本篤哉（3名）、

県立大学附属高校 木谷亮太・平嶋祐大・山田愛子・久野透子（4名）、

私立淳心学院 永田智也・大谷健太郎・雨宮佑樹・近藤零・井上祐人・村岡由規・工藤優太・吉田巧・高畑雄樹・米谷武晃（10名）、

私立賢明女子学院 尾崎七海・岩見美佳・新井稀子・富田佳鈴・村上茉生・藤川柚花・中原萌・辻井ひとみ・

藤原佳世・北川未侑（10名）。

その他 筏佐和、柴田明博、柴田璃子（3名）

調査方法

調査法は甲子園浜植生調査（兵庫県生物学会阪神支部 2015）に習って、トランセクト法を採用した。

半数以上の参加者は初めての参加のため、9時30分から山下（生物部会西播磨支部長）が調査の目的などを話し、各校顧問には7校の部員で10班の編成を指示した。山本（生物学会西播支部長）は具体的に調査の方法を説明し、1本のトランセクトを使って全員で調査方法の実習を行った。

調査区画の設定

調査区域の海岸は南側が波打ち際で、砂浜の北側に遊歩道がもうけられコンクリート製の5段の縁になっている。トランセクトは海浜の西から東に向かってA、B・・・Sの19本の50mの巻き尺を遊歩道の縁から波打ち際に向かって10m間隔で設置した。

各巻き尺の東側に連続した1m×1mの方形枠を順次設定し、枠内の植物名と被度階級（5：1～3/4，4：3/4～1/2，3：1/2～1/4，2：1/4～1/10，1：1/10～1/100，+：1/100未満）と高さを記録した。Braun-Blanquet（1964）の植物社会学的方法にしたがって記録した。各トランセクトは最大36区画まで調査した。

午前10時から各チーム毎にトランセクトAから順に植生調査を実施し昼食休憩を挟んで14時頃に調査を終わった。

調査終了後、各学校毎にクラブと部員の自己紹介と取り組んでいるテーマなど発表会を行った。

調査結果

今年度の調査では、23種の植物が出現した。調査した総区画数は684（19×36）区画であった。出現頻度（%）は、出現区画数/684で求めた。表1は出現した区画数順に配したものである。

表2に、ハマヒルガオ、ネズミムギ、コマツヨイグサ、コウボウシバ、コウボウムギ、メリケンムグラ、ハマボウフウ、ツルナ、ハマゴウの9種の植物について、出現した区画と被度を示した。

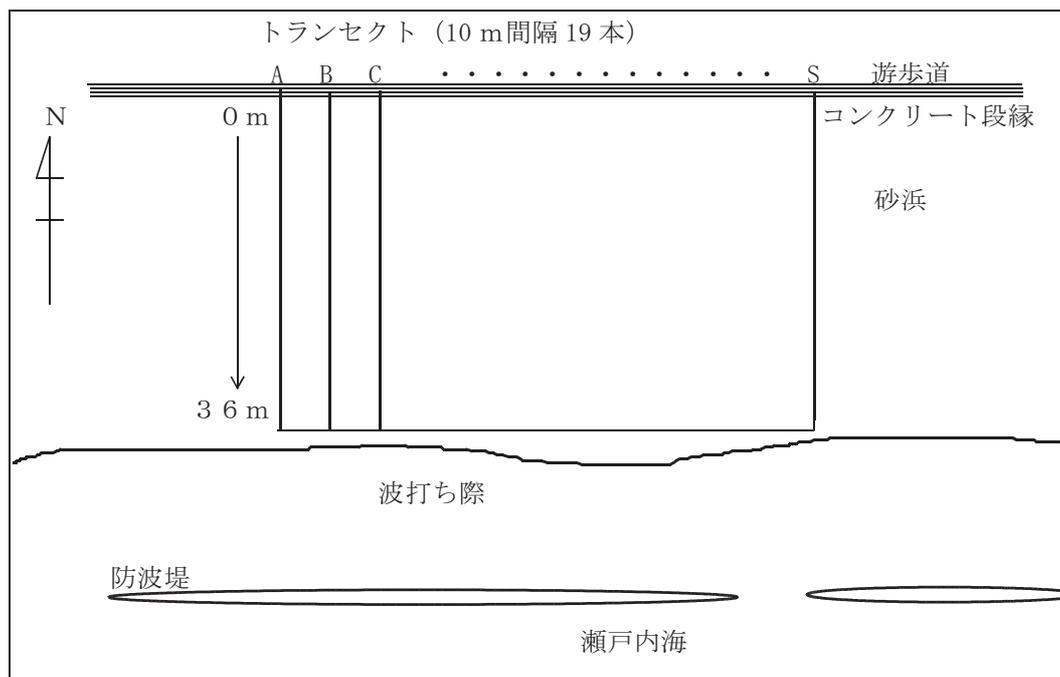


図1 調査区域の設定

各植物の出現区画の分布は、ハマヒルガオとネズミムギは欠ける区域はあるが全体的に見られる。コマツヨイグサとメリケンムグラは波打ち際に近いところにはほとんど見られない。コウボウシバとコウボウムギは両種が混在している区画はあまりなくコウボウシバは遊歩道から離れたところに多く分布している。ハマボウフウとハマゴウは全体的にパッチ状に分布しているが、ツルナは全植物の分布している範囲の最も波打ち際近くに分布している。

写真は調査地の海岸と調査方法の実習風景。およびハマヒルガオ、ネズミムギ、コマツヨイグサ、コウボウシバ、コウボウムギ、ハマボウフウの植物6種を示した。

引用文献

Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. 3 Aufl. 865 pp. Springer-Verlag., Wien.
 兵庫県生物学会阪神支部. 2015. 2014年甲子園浜植生調査. 兵庫生物, 15(1): 21-28.
 (文責 宇那木隆)

表1 植物の出現区画数と出現頻度 (%)

植物名	出現区画数	出現頻度 (%)
ハマヒルガオ	401	58.6
ネズミムギ	331	48.4
コマツヨイグサ	324	47.4
コウボウシバ	290	42.4
コウボウムギ	92	13.5
メリケンムグラ	74	10.8
ハマボウフウ	39	5.7
ススメノチャノヒキ	18	2.6
ハマカンザシ	15	2.2
ノミノツヅリ	15	2.2
ツルナ	14	2
ハマゴウ	12	1.8
コメツブツメクサ	8	1.2
アレチノギク	5	0.7
マンテマsp.	5	0.7
ヒメジョオン	5	0.7
ギシギシ	2	0.3
ハマグルマ	2	0.3
オカヒジキ	1	0.1
カタバミ	1	0.1
ウマゴヤシ	1	0.1
スイバ	1	0.1
クサネム	1	0.1

表2-1 福泊海岸を特徴づける植物9種の分布(被度階級)

		←遊歩道																																		波打ち際→											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36										
1 ハマヒルガオ	↑東	S	+	1	1	1	1	2	2	+	+	+	+	+	+	1	·	·	+	1	1	1	1	+	1	1	+	1	·	·	2	1	1	1	1	+	·	·									
		R	·	3	3	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	1	2	3	3	4	3	2	3	3	·	·	·	·	·	·									
		Q	+	1	3	2	1	+	·	+	+	·	1	1	3	2	2	3	2	1	2	2	·	·	+	1	+	+	1	2	3	2	·	·	·	·	·	·	·								
		P	1	1	1	2	1	·	·	·	+	·	1	1	1	1	+	·	·	1	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	1	2	2	1	·	·	·	·	·	·							
		O	·	·	4	3	2	1	1	1	+	·	·	·	1	1	·	1	1	1	2	2	2	2	1	·	·	·	·	·	·	1	3	2	·	+	+	·	·	·							
		N	·	·	1	2	1	2	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	3	3	3	·	·	·	·	·	·	·	·	·							
		M	·	2	2	2	2	1	1	+	1	1	+	1	1	1	·	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	·	·	·	·	·							
		L	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	2	1	2	2	1	2	3	2	1	2	2	2	+	+	·	·	·	·	·	·	·							
		K	3	3	1	1	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	1	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·						
		J	·	2	1	1	1	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	1	1	1	·	·	·	·	1	3	3	3	1	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·					
		I	·	2	1	1	1	1	+	·	+	·	·	2	·	·	·	1	2	1	1	1	2	3	3	4	4	3	3	3	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·				
		H	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	1	3	2	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·			
		G	·	4	3	4	3	2	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+	+	+	+	3	4	4	2	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·		
		F	·	1	1	2	2	1	+	·	·	·	·	·	+	+	·	·	·	·	+	·	·	·	·	1	2	2	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
		E	1	4	2	2	·	·	·	·	·	·	·	1	2	2	2	·	·	·	·	·	+	+	+	+	2	4	2	2	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
	D	2	3	3	2	2	2	2	1	1	1	3	3	2	2	2	1	1	2	1	1	3	2	3	2	1	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
	C	·	·	1	1	1	1	+	+	+	1	1	3	2	1	2	2	2	2	+	+	+	+	+	+	1	3	3	2	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
	B	·	·	1	2	1	1	1	1	1	+	·	+	1	+	1	1	2	+	2	1	+	1	3	4	2	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	↓西	A	·	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	+	1	1	1	1	1	1	3	2	2	1	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36															
2 ネズミムギ	S	·	3	1	+	+	·	·	+	1	2	1	+	·	·	+	+	+	+	1	1	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·							
	R	+	3	+	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+	+	·	+	+	1	1	1	+	+	+	+	2	·	+	1	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·				
	Q	·	+	+	1	+	+	1	+	1	1	+	1	1	1	1	1	1	1	1	+	·	1	·	·	·	·	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·				
	P	2	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	1	1	2	·	3	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·			
	O	·	·	1	+	·	·	·	+	·	·	·	·	+	1	1	1	1	1	1	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·			
	N	·	+	·	+	·	·	+	+	+	·	2	1	+	1	1	+	2	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·			
	M	·	1	·	+	1	+	1	1	+	·	·	+	1	1	·	2	2	·	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	1	·	·	·				
	L	·	·	+	+	·	+	+	+	+	+	1	1	1	·	·	1	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·			
	K	+	+	+	1	+	1	1	1	1	+	+	+	·	·	1	+	+	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·		
	J	·	+	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	·	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·		
	I	·	2	1	·	·	1	+	·	1	+	1	1	2	1	·	·	+	+	+	·	·	·	·	·	1	+	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·		
	H	·	·	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	·	+	·	+	1	+	+	·	1	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
	G	·	1	·	·	3	1	·	·	·	1	5	2	+	+	·	1	+	·	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
	F	·	+	·	·	·	·	·	+	+	·	1	1	·	·	·	+	·	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
	E	·	3	1	1	1	1	+	+	+	1	1	1	+	+	·	1	3	+	+	+	+	1	+	+	+	1	+	+	1	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
D	+	+	+	·	·	·	+	+	+	·	1	+	+	+	+	+	1	2	2	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
C	·	·	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	1	+	+	+	1	+	+	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
B	+	+	+	1	+	+	+	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	+	·	·	+	+	+	1	+	+	1	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
A	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	1	1	+	1	1	1	1	1	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	1	+	+	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36														
3 コマツヨイグサ	S	·	·	+	·	·	·	+	2	1	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	1	1	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·		
	R	·	·	2	2	2	1	1	2	1	1	·	·	1	1	1	2	3	1	+	1	+	2	+	·	·	·	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	Q	·	·	1	·	+	2	2	1	2	2	2	2	1	·	·	2	+	1	·	·	·	·	·																											

表2-3

←遊歩道波打ち際→

7 ハマボウフウ

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
↑ 東	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	+	1	1	+	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.
	R	.	.	.	.	.	2	.	.	.	2	2	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Q	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	P	.	.	.	3	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	O	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.
	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	L
	K	1	+
	J
	I
	H
	G	.	.	.	2
	F	1
	E	1	2	1	.	.	+
	D	1
	C
西 ↓	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	A

8 ツルナ

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36					
S			
R			
Q			
P			
O			
N			
M	1	+	.			
L	+	.	.			
K			
J			
I			
H	+	+		
G			
F		
E		
D	+	+	+	+
C		
B		
A		

9 ハマゴウ

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
S	
R	1	5	5
Q	.	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
P	.	1	3	1	
O	1	
N	
M	
L	
K	
J	
I	
H	3	+
G	
F
E
D
C
B
A

被度階級 (5:1~3/4, 4:3/4~1/2, 3:1/2~1/4, 2:1/4~1/10, 1:1/10~1/100, +:1/100未満)



写真1 2015年6月7日調査地の海岸（西から東を望む）



写真2 2015年6月7日調査方法の実習風景



写真3 ハマヒルガオ



写真4 ネズミムギ



写真5 コマツヨイグサ



写真6 コウボウシバ



写真7 コウボウムギ

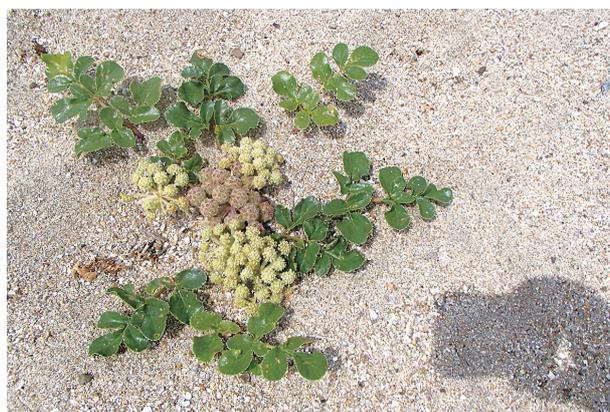


写真8 ハマボウフウ

宝塚山火事跡モニタリング調査報告 (2015年)

兵庫県生物学会阪神支部

はじめに

2002年3月19日に宝塚市切畑長尾山で山火事が発生し、32haの森林が焼失した。長尾山周辺は主としてアカマツ林が発達しているが、この山火事によって、植生は大きなダメージを受けた。本モニタリング調査は、山火事後の植生遷移の実態を明らかにすることを目的として開始され、今回で14年目となる。山火事跡の植生の回復過程を明らかにすることは、今後の植生復元や保全のために貴重な資料となるであろう。兵庫県生物学会阪神支部では、2002年の9月に永久方形区を3カ所設置し、それ以来、毎年、調査を行っている(兵庫県生物学会阪神支部 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015)。ただし、2012年は諸事情により調査ができなかった。

調査方法

山火事による植生の損傷の程度は様々で、林床のみ消失している場所や林床と立木の一部が焼失した場所があるが、本調査では林床および立木が完全に焼失した場所を選び、10m×10mの定置方形区を設置し、植物社会学的な調査を行っている(Braun-Blanquet 1964)。今回の調査は、2015年10月25日に行った。

参加者

後藤統一、阪口正樹、武田義明、植田好人

方形区の概要

方形区は3カ所設置し、それぞれWF1, WF2, WF3の方形区番号がつけられている。その位置については宝塚山火事跡モニタリング調査報告(2009年)(兵庫県生物学会阪神支部 2010)を参照されたい。

調査結果

調査区WF1の変化(付表1)

標高240m, 斜面方位S42°W, 傾斜角度35°, 調査面積10×10m², 緯度34°47'57", 経度135°23'22"
本調査区は、最明寺から長尾山に至る尾根筋の南西

斜面でほぼ完全に焼けた地点に設置されている。

この調査区の階層構造は第1低木層, 第2低木層, 草本層の3層からなる。第1低木層は高さ7.5mで、全植被率は30%である。この層ではアカマツ, ヒメヤシャブシがやや優勢で、コナラ, ヤマウルシが混じる。第2低木層は高さ2.5m, 全植被率40%で、ネジキ, イヌツゲ, ヒサカキが優勢となっている。その他、ナツハゼ, コバノミツバツツジ, アカマツなどが混じる。草本層は高さ1m, 全植被率95%で、ウラジロが密生しており、コシダも多い。密生しているウラジロの下にはほとんど植物は見られない。他にはススキ, ツクシハギ, アセビ, ヤマウルシ, スノキなどもわずかな被度で生育しているだけで、植物相は貧弱である。

前年と比較して、第1低木層の高さおよび全植被率がやや増えたものの第2低木層や草本層の高さや全植被率は変わっていない。出現種数はやや減少したものの大きな変化はないと考えられる。

調査区WF2の変化(付表2)

標高245m, 斜面方位E, 傾斜角度26°, 調査面積10×10m², 緯度34°49'55", 経度135°23'09"

本調査区は、調査区WF1の南西方向にある尾根鞍部に設置されており、消失前の林はアカマツ林で樹高約8mであった。この周辺には焼け残った樹木がところどころにみられる。

第1低木層は、高さ7.5mで、全植被率は50%でアカマツが優勢で、次いでソヨゴが多く、ヤマザクラ, リョウブ, コナラなども生育している。第2低木層は、高さ3m, 全植被率80%で、ヒサカキ, ネジキ, コバノミツバツツジが優勢で、他にサルトリイバラ, クロバイも増えてきた。草本層は高さ1m, 全植被率は70%で、この層では、ウラジロ, コシダが優勢となっており、ヒサカキ, イタドリ, ススキなども生育している。前年と比較して、第1低木層の高さがやや増えたものの全植被率は変わらず、第2低木層, 草本層も大きな変化はなかった。

調査区WF3の変化(付表3)

標高195m, 斜面方位S, 傾斜角度15°, 調査面積10×10m², 緯度34°49'46", 経度135°23'09"

本調査区はWF 2の南方でやや平坦な尾根部に設置されている。消失前の林は樹高約5mのアカマツ林で、完全に林床まで焼けていた。

本調査区の第1低木層の高さは5.5m、全植被率は7%で、これまでアカマツとソヨゴが生育しており、それにコナラが加わった。第2低木層の高さは3mで、全植被率は50%である。この層はヒサカキ、ネジキ、コバノミツバツツジ、サルトリイバラが優勢で、他に、イヌツゲ、ソヨゴ、ナツハゼ、シャシャンボなどもみられる。草本層は高さ1m、全植被率は60%で、コシダ、ススキが優勢で、他に、メリケンカルカヤ、アカマツ、コナラなどもみられる。種組成は大きく変わっていないが、第2低木層の高さがあがってきている。

群落の構造の変化

出現種数の変化

2002年の山火事後の各調査区の出現種数の変化を

図1に示す。調査区WF 1, WF 2, WF 3の山火事があつた年の秋の種数はそれぞれ31種, 23種, 15種であつた。WF 1は2年目が41種でピークとなりその後減少し2006年には30種となり、それ以降30種前後で推移し、2013年には22種とかなり減少した。その後2014年には24種となり2種増えたものの今回は20種と再び減少した。WF 2は3年目が49種でピークとなり、その後減少し、2007年には41種となった。2008年には44種と若干増え、2011年に38種に減少し、2013年には、27種とかなり減少した。今回は30種とやや増えたが、増加傾向にあるとは判断できない。WF 3は2年目で24種と増加し、その後は2009年までは20から25種の間で推移していた。しかし、2010年以降、18種, 17種, 16種, 17種とほぼ横ばいになっている。いずれの調査区も2年目で増加したが、その後減少に転じた。この数年、減少が緩やかになってきており、やや安定してきている。

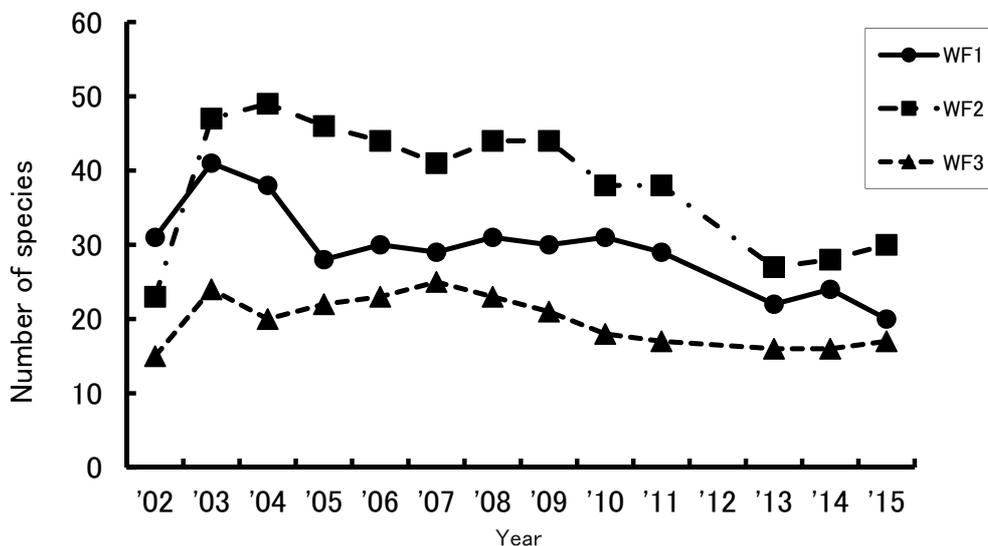


図1 出現種数の変化

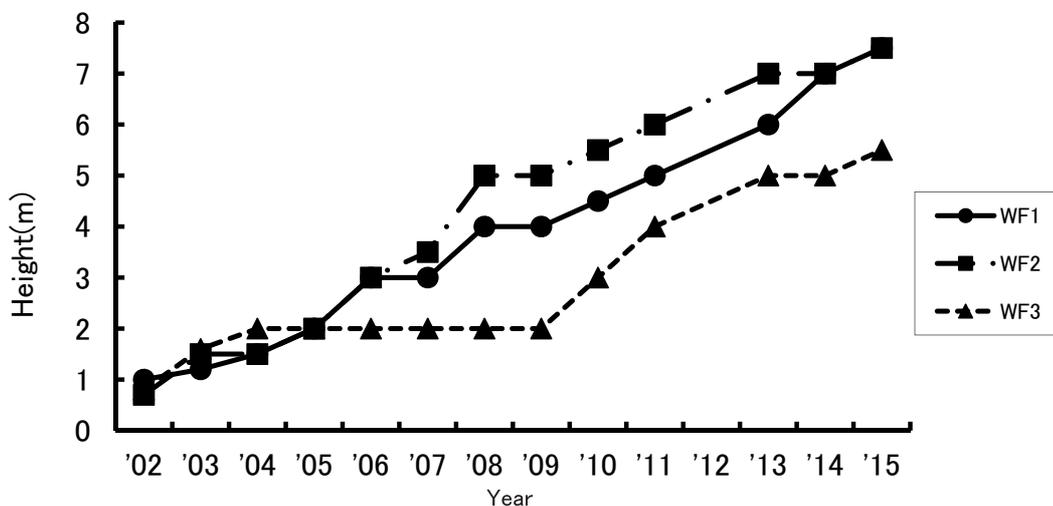


図2 群落高の変化

群落高の変化

それぞれの調査区の群落高の変化を図2に示す。どの調査区も2年目までは草本層のみであったが、3年目から低木層が分化し、さらに、10年目から低木層も2層に分化してきた。WF3は土壌が良くなかったせいかな他の調査区に比べて遷移の進行も遅く、樹高も低い。しかし、いずれの調査区の群落高もほぼ山火事前と同じ程度またはそれ以上に回復してきており、今後とも高くなっていくと予想される。ただ、上層の全植被率は低いままである。

引用文献

- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. 3 Aufl. 865pp. Springer-Verlag., Wien.
- 兵庫県生物学会阪神支部. 2003. 宝塚山火事跡モニタリング調査調査報告. 兵庫生物, 12:230-232.
- 兵庫県生物学会阪神支部. 2004. 宝塚山火事跡モニタリング調査調査報告(2003年). 兵庫生物, 12:301-304.
- 兵庫県生物学会阪神支部. 2005. 宝塚山火事跡モニタリング調査調査報告(2004年). 兵庫生物, 13(1):75-78.
- 兵庫県生物学会阪神支部. 2006. 宝塚山火事跡モニタリング調査調査報告(2005年). 兵庫生物, 13(2):31-35.
- 兵庫県生物学会阪神支部. 2007. 宝塚山火事跡モニタリング調査調査報告(2006年). 兵庫生物, 13:169-173.
- 兵庫県生物学会阪神支部. 2008. 宝塚山火事跡モニタリング調査調査報告(2007年). 兵庫生物, 13:243-247.
- 兵庫県生物学会阪神支部. 2009. 宝塚山火事跡モニタリング調査調査報告(2008年). 兵庫生物, 13:307-312.
- 兵庫県生物学会阪神支部. 2010. 宝塚山火事跡モニタリング調査調査報告(2009年). 兵庫生物, 14:51-54.
- 兵庫県生物学会阪神支部. 2011. 宝塚山火事跡モニタリング調査調査報告(2010年). 兵庫生物, 14:133-142.
- 兵庫県生物学会阪神支部. 2012. 宝塚山火事跡モニタリング調査調査報告(2011年). 兵庫生物, 14:233-241.
- 兵庫県生物学会阪神支部. 2014. 宝塚山火事跡モニタリング調査調査報告(2013年). 兵庫生物, 14:351-360.
- 兵庫県生物学会阪神支部. 2015. 宝塚山火事跡モニタリング調査調査報告(2014年). 兵庫生物, 15:13-20

(文責: 武田義明)

付表1 調査区WF1の種組成変化

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
調査年月日	020928	030920	040918	050925	060923	070923	080923	090923	101011	111023	131103	141026	151025
第1低木層 (S1) の高さ										5	6	7	7.5
第1低木層 (S1) の全植被率 (%)										5	10	20	30
第2低木層 (S2) の高さ			1.5	2	3	3	4	4	4.5	3	3	2.5	2.5
第2低木層 (S2) の全植被率 (%)			30	40	60	60	70	70	60	60	40	40	40
草本層 (H) の高さ	1	1.2	0.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
草本層 (H) の全植被率 (%)	40	80	70	50	60	70	70	70	80	80	90	95	95
出現種数	31	41	38	28	30	29	31	30	31	29	22	24	20
アカマツ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	1-2	2-1	2-1	2-1
オオバヤシャブシ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1-1	1-1	1-1
コナラ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	2-1	1-1
ヒメヤシャブシ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1-1	2-1
ヤマウルシ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
ネジキ	S2	.	.	2-2	2-2	3-3	3-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-1	2-2
イヌツゲ	S2	.	.	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	1-2	2-1	2-2
ツクシハギ	S2	.	.	2-2	+	+	1-2	+	1-2	+	+	1-2	+
ヒサカキ	S2	.	.	+	+	+	1-2	1-2	1-2	2-2	2-2	2-2	2-2
ナツハゼ	S2	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
コバノミツバツツジ	S2	.	.	+	+	+	1-2	1-2	+	+	+	+	+
モチツツジ	S2	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.
ヌルデ	S2	.	.	+	1-2	1-2	+	1-2	+	+	.	.	+
アカマツ	S2	.	.	.	1-2	1-2	1-2	2-2	2-2	1-2	+	+	+
ヤマウルシ	S2	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	+
コナラ	S2	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.
イソノキ	S2	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
アセビ	S2	.	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	+
リョウブ	S2	.	.	.	1-2	1-2	+	1-2	+	+	+	.	+
アカメガシワ	S2	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
オオバヤシャブシ	S2	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
ヒメヤシャブシ	S2	.	.	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.
サルトリイバラ	S2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
スノキ	S2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
ミヤコイバラ	S2	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.
ウラボシ	S2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
シャヤンボ	S2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ワラビ	H	2-2	4-4	3-3	2-2	2-2	1-2	2-2	2-2	+	1-2	+	+
コシダ	H	1-2	+	1-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	3-3	2-2	2-2	2-2
イヌツゲ	H	+	1-2	1-2	1-2	+	1-2	+	1-2	+	+	+	+
ウラボシ	H	+	1-2	2-2	2-2	3-3	3-3	3-3	4-4	4-4	4-4	4-4	4-4
シャヤンボ	H	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ススキ	H	+	+	+	+	1-2	1-2	1-2	1-2	+	+	+	+
ツクシハギ	H	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	+	+	+	+	.	+
サルトリイバラ	H	+	+	1-2	+	+	1-2	1-2	+	+	+	+	.
アカマツ	H	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.
ナツハゼ	H	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.
メリケンカルカヤ	H	+	+	1-2	1-2	+	+	+	+	+	+	.	.
ヌルデ	H	1-2	+	+	+	+	1-2	+	+	+	.	.	.
コバノミツバツツジ	H	+	1-2	+	.	.	+	+	+	.	.	+	+
リョウブ	H	+	+	+	+	1-2	+	+	+	+	.	.	.
アセビ	H	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	+
ヤマウルシ	H	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ヒサカキ	H	+	+	.	.	+	1-2	1-2	+	+	+	.	+
ミヤコイバラ	H	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	+	.
アリトウグサ	H	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.
アカメガシワ	H	+	+	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.
ネジキ	H	1-2	1-2	.	.	1-2	1-2	+	.	+	.	.	.
ヤクシソウ	H	+	.	.	+	+	+	+	.	+	.	.	.
シハイスミレ	H	+	+	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.
イソノキ	H	+	+	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.
ダンドボロギク	H	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
モチツツジ	H	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
アマヅル	H	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
ホラシノブ	H	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.
アベマキ	H	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.
スノキ	H	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+
チヂミザサ	H	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
コナラ	H	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
イタドリ	H	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
オオバヤシャブシ	H	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.
ノギラン	H	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.
イヌタデ	H	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
コセンダングサ	H	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
チヂミザサ	H	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ソヨゴ	H	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ナンキンハゼ	H	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
セイタカアワダチソウ	H	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
タラノキ	H	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
アオツツラフジ	H	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.
イヌザンショウ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
ヌカキビ	H	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ニガイチゴ	H	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ヒメコウソ	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
オオアレチノギク	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ハハコグサ	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
オオイヌタデ	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ウラボシ	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ヒメモエギスゲ	H	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ミツバアケビ	H	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
ヒメヤシャブシ	H	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
ヤマザクラ	H	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
マルバオオダモ	H	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
ヒメハギ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.

S1: 第1低木層 S2: 第2低木層 H: 草本層

付表2 調査区 WF2 の種組成変化

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
調査年月日	020928	030920	040917	050925	060923	070923	080923	090923	101011	111023	131103	141026	151025
第1低木層 (S1) の高さ										6	7	7	7.5
第1低木層 (S1) の全植被率 (%)										10	40	50	50
第2低木層 (S2) の高さ			1.5	2	3	3.5	5	5	5.5	4	3	3	3
第2低木層 (S2) の全植被率 (%)			30	40	50	60	70	80	80	80	70	80	80
草本層 (H) の高さ	0.7	1.5	0.8	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1	1	1	1	1
草本層 (H) の全植被率 (%)	10	70	70	70	70	60	70	70	80	70	80	80	70
出現種数	23	47	49	46	44	41	44	44	38	38	27	28	30
アカマツ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	1・2	3・3	3・3	3・3
ソヨゴ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	1・2	1・2	1・1	2・2
ヤマザクラ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	1・2	1・1	1・1	1・1
コナラ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1・1	2・2	+
リョウブ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1・1	1・1	1・1
イソノキ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+
オオバヤシャブシ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1・1
クロバイ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
コバノミツバツツジ	S2	.	.	1・2	2・2	2・2	2・2	2・2	2・2	2・2	2・2	2・2	2・2
ヒサカキ	S2	.	.	1・2	2・2	1・2	1・2	+	1・2	2・2	2・2	2・2	2・2
ネジキ	S2	.	.	1・2	1・2	1・2	1・2	2・2	2・2	1・2	2・2	2・2	2・2
ソヨゴ	S2	.	.	+	+	+	+	1・2	2・2	2・2	1・2	1・2	+
ヤマウルシ	S2	.	.	+	+	+	+	1・2	1・2	1・2	+	+	+
イソノキ	S2	.	.	1・2	1・2	1・2	1・2	1・2	+	+	.	+	+
サルトリイバラ	S2	.	.	1・2	1・2	1・2	1・2	.	1・2	1・2	1・2	1・2	2・2
ガンピ	S2	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
コナラ	S2	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.
ツクシハギ	S2	.	.	1・2	+	+	.	+	1・2	+	+	.	+
アカマツ	S2	.	.	.	1・2	1・2	1・2	2・2	2・2	2・2	2・2	1・2	+
オオバヤシャブシ	S2	.	.	+	+	1・2	1・2	1・2	1・2	2・2	+	+	.
ヌルデ	S2	.	.	+	+	+	+	+	.	+	+	+	.
シャシャンボ	S2	.	.	+	+	.	+	+	.	+	.	+	+
クスノキ	S2	.	.	.	+	.	+	+	.	+	+	+	.
ヤマザクラ	S2	.	.	+	+	.	+	+	+	+	.	.	.
リョウブ	S2	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.
カラスザンショウ	S2	.	.	+	.	+	+	+	.	+	.	.	.
モチツツジ	S2	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.	+
マルバアオダモ	S2	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.	+
タラノキ	S2	.	.	+	+	+	1・2	+	.	.	.	.	.
アカメガシワ	S2	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.
クロバイ	S2	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	1・1
ヤマナラシ	S2	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.
クロモジ	S2	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.
アオハダ	S2	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.
ネザサ	S2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+
ウラジロイチゴ	S2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ヒヨドリジョウゴ	S2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
ミツバアケビ	S2	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
ヤシャブシ	S2	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
カスミザクラ	S2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
アマツル	S2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
ウラジロ	H	+	1・2	2・2	2・2	2・2	3・3	3・3	3・3	4・4	4・4	3・3	3・3
ワラビ	H	+	1・2	2・2	2・2	2・2	2・2	1・2	2・2	1・2	1・2	+	+
ヒサカキ	H	1・2	2・2	1・2	+	1・2	+	1・2	1・2	1・2	1・2	1・2	1・2
コシダ	H	+	+	+	+	1・2	1・2	1・2	2・2	2・2	1・2	2・2	2・2
ツクシハギ	H	+	1・2	+	+	1・2	+	+	+	+	+	+	+
コバノミツバツツジ	H	1・2	2・2	1・2	1・2	.	+	+	1・2	+	+	+	+
サルトリイバラ	H	+	+	.	1・2	1・2	1・2	1・2	+	+	+	+	+
ヌルデ	H	+	+	+	+	1・2	+	+	+	+	.	+	+
ソヨゴ	H	+	+	+	+	.	+	+	1・2	+	+	+	+
ススキ	H	.	+	1・2	+	1・2	1・2	1・2	+	+	+	+	+
イタドリ	H	.	+	1・2	1・2	+	+	+	+	+	+	+	+
タラノキ	H	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.
アカマツ	H	+	1・2	1・2	1・2	1・2	+	+	+	+	.	.	.
アマツル	H	+	+	+	+	.	+	+	+	+	.	+	.
アカメガシワ	H	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.
モチツツジ	H	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.
メリケンカルカヤ	H	.	+	1・2	2・2	1・2	+	+	+	+	.	.	.
ヤマウルシ	H	+	+	+	.	.	.	+	+	+	.	.	+

付表2 つづき

番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
イソノキ	H	+	+	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.
セイタカアワダチソウ	H	.	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.
ミツバアケビ	H	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.
ネザサ	H	.	.	.	+	+	+	1・2	+	+	1・2	.	.	+
リョウブ	H	.	+	+	.	+	.	+	+	+	+	.	.	.
コナラ	H	.	+	.	+	+	.	+	+	+	+	.	.	.
クロバイ	H	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.
チヂミザサ	H	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.
アオツヅラフジ	H	.	.	+	+	+	.	+	+	.	+	.	.	+
クスノキ	H	.	.	.	+	+	.	+	+	+	+	.	.	+
ネジキ	H	1・2	1・2	.	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.
シハイスミレ	H	+	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+
イヌツゲ	H	.	+	+	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.
シャヤンボ	H	.	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
ヤマザクラ	H	.	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
ヤマナラシ	H	.	+	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.
オオバヤシャブシ	H	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
ガンピ	H	+	+	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.
ヨウシュヤマゴボウ	H	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
オオアレチノギク	H	.	1・2	2・2	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
マルバアオダモ	H	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
オニタビラコ	H	+	1・2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
ヒメムカシヨモギ	H	.	+	1・2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
スノキ	H	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
アクシバ	H	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
クロモジ	H	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.
ノゲシ	H	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ダンドボロギク	H	.	+	1・2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
テリミノイヌホオズキ	H	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ベニバナボロギク	H	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ウラジロイチゴ	H	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ヒヨドリジョウゴ	H	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
チチコグサ	H	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
アオハダ	H	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
ウラジロチチコグサ	H	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
イノモトソウ	H	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
ヤマイタチシダ	H	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
エゴノキ	H	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
アラカシ	H	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
ベニシダ	H	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
カキノキ	H	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
チチフジウツギ	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ツルウメモドキ	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ヒメジョオン	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ネジバナ	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
トゲチシャ	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ホシダ	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
コセンダングサ	H	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
イヌザンショウ	H	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ハゼ	H	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ネズミモチ	H	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ムクノキ	H	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
カラスザンショウ	H	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ヌカキビ	H	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ツタ	H	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ヤマハゼ	H	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ウメモドキ	H	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
スミレ	H	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
クロガネモチ	H	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
ニガナ	H	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
ナツハゼ	H	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
クリ	H	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
カマツカ	H	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
ヘクソカズラ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
カナメモチ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

S1: 第1低木層 S2: 第2低木層 H: 草本層

付表3 調査区WF3の種組成変化

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
調査年月日	020928	030920	040917	050925	060923	070923	080923	090923	101011	111023	131103	141026	151025
第1低木層 (S1) の高さ											5	5	5.5
第1低木層 (S1) の全植被率 (%)											5	5	7
第2低木層 (S2) の高さ			2	2	2	2	2	2	3	4	2	2	3
第2低木層 (S2) の全植被率 (%)			40	50	50	60	70	70	70	70	60	50	50
草本層 (H) の高さ	0.8	1.6	0.5	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	0.8	1	1	1	1
草本層 (H) の全植被率 (%)	15	50	5	5	20	20	30	40	50	50	60	60	60
出現種数	15	24	20	22	23	25	30	21	18	17	16	16	17
アカマツ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1-1	1-1	1-1
ソヨゴ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1-1
コナラ	S1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
サルトリイバラ	S2	.	.	2-2	2-2	2-2	1-2	2-2	2-2	2-2	1-2	1-2	2-2
ヒサカキ	S2	.	.	2-2	2-2	1-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2
ツクシハギ	S2	.	.	1-2	2-2	2-2	2-2	2-2	1-2	+	+	+	+
ネジキ	S2	.	.	1-2	2-2	1-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2
ソヨゴ	S2	.	.	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2
コバノミツバツツジ	S2	.	.	+	1-2	2-2	2-2	2-2	3-3	2-2	3-3	3-3	2-2
イヌツゲ	S2	.	.	+	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	+	2-2	1-2
コナラ	S2	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ヤマウルシ	S2	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+
ナツハゼ	S2	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.
アカマツ	S2	.	.	.	.	.	.	.	1-2	2-2	2-2	1-2	1-2
モチツツジ	S2	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+
シャシャンボ	S2	.	.	.	.	.	.	.	1-2	1-2	1-2	1-2	+
クロバイ	S2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+
ヌルデ	S2	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.
ツクシハギ	H	1-2	2-2	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+
ススキ	H	+	+	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2
コシダ	H	+	+	+	+	+	1-2	1-2	2-2	2-2	3-3	3-3	3-3
イヌツゲ	H	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
メリケンカルカヤ	H	.	+	1-2	+	1-2	1-2	1-2	1-2	2-2	+	+	+
シャシャンボ	H	+	+	+	+	+	+	1-2	+	+	.	.	+
アカマツ	H	.	+	+	+	+	+	+	+	1-2	+	.	+
サルトリイバラ	H	1-2	2-2	+	.	.	+	+	+	1-2	+	.	+
コナラ	H	+	+	.	+	.	+	+	+	+	.	+	+
ヒサカキ	H	+	+	+	.	+	+	1-2	+	1-2	1-2	.	.
ヌルデ	H	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+
ネジキ	H	1-2	1-2	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.
スノキ	H	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.
ソヨゴ	H	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.
アカメガシワ	H	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
セイタカアワダチソウ	H	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
モチツツジ	H	.	.	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.
コバノミツバツツジ	H	1-2	2-2	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.
ワラビ	H	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.
ヤマウルシ	H	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.
ナツハゼ	H	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.
オオアレチノギク	H	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
イヌタデ	H	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.
ダンドボロギク	H	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ヤマザクラ	H	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
アラカシ	H	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
コセンダングサ	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ノゲン	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
オオイヌタデ	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ハゼ	H	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
アベマキ	H	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
イソノキ	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
クロバイ	H	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

S1: 第1低木層 S2: 第2低木層 H: 草本層



写真1 調査区 WF1 (斜面上から下を見たところ)



写真2 調査区 WF1のウラジロ密生地内部.
他の植物が全く見られない



写真3 調査区 WF2



写真4 南斜面の状況



写真5 WF3近くの尾根



写真6 WF3近くの尾根

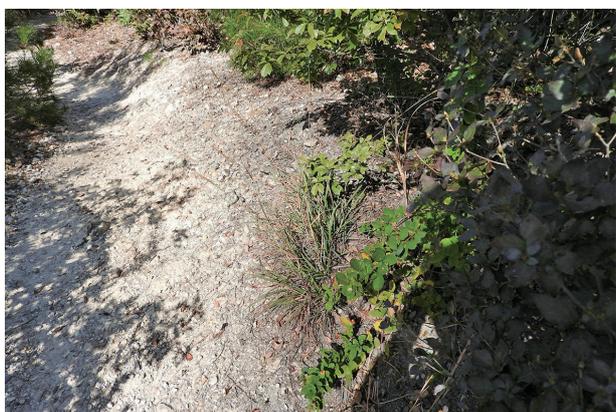


写真7 尾根の裸地に生育するウンヌケ



写真8 ウンヌケの穂

2015年甲子園浜植生調査

兵庫県生物学会阪神支部

はじめに

甲子園浜は、大阪湾に残された砂浜の自然海岸である。西側にある西宮港を挟んだ香櫨園浜も自然海岸である。香櫨園浜の西側は人工海岸が続き、須磨海浜公園から西側が自然海岸である。甲子園浜より東側には人工海岸が続く。淀川を越えても人工海岸が続き、貝塚市の二色浜が自然海岸である。甲子園浜の沖には甲子園浜町の埋め立ての島があり、香櫨園浜の沖にも西宮浜の埋め立ての島がある。甲子園浜は、地元の人たちの埋立て反対運動でかろうじて残された湾奥の自然海岸である。甲子園浜の東部分は渡り鳥の保護地域として、鳥獣保護区に指定されている。

2015年3月25日、西宮市は「都市計画道路網の見直し素案」を発表した。それには自然海岸の甲子園浜を通して沖の甲子園浜町の埋め立て島まで道路を通すことも計画されている。大都会にやっと残された自然海岸を損なう道路については問題である。私たち阪神支部が高校生と地域の方々の協力を得て、長年行っている甲子園浜での植生調査は、大阪湾奥の自然を記録するだけでなく、そこを守ることに役立つものと信じている。

2014年8月10日の台風11号の影響は大きかった。甲子園浜に大量のゴミが漂着し、長期間にわたり淡水化した(兵庫県生物学会阪神支部 2015)。また、今年2015年7月17日の台風11号も、甲子園浜に大量のゴミを漂着させた。カエルやトカゲも漂着しているので、武庫川などの河川水の影響が大きいことが分かる。2004年9月の台風により、甲子園浜にハマゴウが運ばれた。今年の台風が新しい植物を運んでくることを楽しみにしている。

参加者名

2015年5月9日(土)の調査では、本会会員、高校生、地域の方々を含めて23人の参加であった。北方英二・植田好人・石川正樹・谷良夫・石井教寿・阪口正樹・米沢剛至(以上、会員)、松原郁弥・鍋島準弥・福村健太・足立奈央・前田承香・船引大世・二宮夏来・山添健太(以上、県立神戸商業高校生徒)、田

崎渚・中村亮祐・北浦大樹・小阪田悠生・大塚輝人・今村拓未(以上、県立尼崎小田高校生徒)、岸川由紀子・向山裕子(以上、NPO法人 海浜の自然環境を守る会)。

2015年5月17日(日)、本会第69回大会開催は阪神支部が担当したので、大会後の学習会として、トランセクトBを植生調査した。参加者は、谷本卓弥・阪口正樹・武田義明・石井教寿・上中一雄・谷良夫・横山了爾・井上清仁・平畑政幸・宇那木隆・大谷剛・北方英二・山下明良(以上、本会会員)、岸川由紀子・岩崎博子(以上、NPO法人 海浜の自然環境を守る会)であった。

2015年10月24日(土)、秋の調査の参加者は、次の12名であった。石井教寿・北方英二・阪口正樹・谷良夫(以上、会員)、清水洋(県立鳴尾高校教諭)、小阪田悠生・北浦大樹(以上、県立尼崎小田高校2年生)、今村拓未・大塚輝人(以上、同1年生)、東山直美・岸川由紀子・向山裕子(以上、NPO法人海浜の自然環境を守る会)。

調査方法

2002年に甲子園浜の植生調査を始める際に、砂浜に調査ラインを設定した。防潮堤遊歩道の浜側縁石が一直線なので、それを基準線として海に向かって直角に調査ラインを設定した。浜の入り口付近の遊歩道がスロープになっている。西側のスロープを下りきって、水平面が交わる線と基準線との交線を原点とし、そこにトランセクトAを設定し、北西方向に100mごとにトランセクトB、Cを設定した。それぞれ調査ラインの幅1mを植生調査した。

トランセクトAは昔からある砂浜である。トランセクトB、Cは、武庫川河床の砂利を使って養浜された場所である。各トランセクトの1m四角の方形枠内の植物を、Braun-Blanquet(1964)の植物社会学的方法で記録した。

春の調査、秋の調査ともに直前に枯死した植物があったが、それらも含めて調査結果を出した。オランダミミナグサとオオフタバムグラがそれらに相当する。

調査結果

○ トランセクトA (表1, 表3)

昔からある自然海岸の砂浜である。植生の長さは、2014年春は基準線より47.5mまで、秋は46.1mまでであった。2015年春は47.4mまで、秋は46.1mまでであった。植生の先端は崖を形成し、その先は砂、海岸線である。

アメリカネナシカズラは、NPO法人海浜の自然環境を守る会で除去作業をいただいている。昨年、今年とも春には出現しなかったが、両年とも秋には少しではあるが、コンクリート階段に生えるハマヒルガオにだけ寄生していた。

ハマヒルガオは、今年は海側まで進出していた。新しく、調査区番号39~43, 45にわずかに生えていた。2014年春には、これらの区画には生えていなかったが、秋の調査では生えていた。さらに、2015年春、秋には生えていた。分布を広げたと考える。

2015年春・秋ともコウボウシバが最も波打ち際まで分布していた。それに次いで、ハマヒルガオ、コマツヨイグサ、ホソムギ、ギョウギシバが分布していた。カラスノエンドウが調査区番号41に出現していたのは特筆事項である。ヘラオオバコ、ハマスゲ、スズメノチャヒキは前述の植物ほどではないが、砂浜の中央部まで分布していた。

タチイヌノフグリ、ノミノツヅリ、アレチノギク、オランダミミナグサ、メマツヨイグサ、ランタナは遊歩道近くにのみ分布していた。

春の調査……2014年、2015年の両年とも春に出現した植物は、ギョウギシバ、コウボウシバ、コマツヨイグサ、ハマスゲ、ハマヒルガオ、ヘラオオバコ、ホソムギ、カラスノエンドウ、タチイヌノフグリ、オランダミミナグサ、ノミノツヅリであった。

トランセクトAでは、2014年に見られたメヒシバ、コメツブツメクサ、ランタナが見られなかったが、2015年はアレチノギク、メマツヨイグサが見られた。

秋の調査……2014年と2015年の秋に、共通に生えていたのはオオフトバムグラ、ギョウギシバ、コウボウシバ、コマツヨイグサ、ハマスゲ、ハマヒルガオ、ヘラオオバコ、メヒシバ、アメリカネナシカズラであった。2014年のみ生えていたのは、スベリヒユ、オオアレチノギク、チガヤ？、ヒメムカシヨモギ、メマツヨイグサ、トマトの芽生え、双子葉植物の芽生え、単子葉植物の芽生えであった。2015年のみ生えていたのは、ランタナであった。

○ トランセクトB (表2, 表4)

養浜した砂浜である。2014年秋の植生は、基準線から56.3m地点までであった。2015年春は56.9m、秋は56.2mまでであった。ほぼ変わらなかった。植生の先端は崖を形成している。

2014年秋および2015年春と秋に出現したものは、オオフトバムグラ、コウボウシバ、コマツヨイグサ、ハマヒルガオ、ヘラオオバコ、メヒシバ、ギョウギシバであった。

2014年秋と2015年春にのみ出現したのは、メマツヨイグサだけであった。

2014年秋にだけ出現したものは、カタバミ、クマガヤツリ、コニシキソウ、ヒメムカシヨモギ、双子葉植物の芽生え、単子葉植物の芽生えであった。2015年春にだけ出現したものは、ホソムギ、スズメノチャヒキ、ナギナタガヤ、ハナヌカススキ、オッタチカタバミ、タチイヌノフグリ、ツメクサ、マメグンバイナズナであった。

2015年春と秋に出現したものは、ブタクサだけであった。

2015年秋にだけ出現したものは、ハマスゲとハタガヤであった。

5月17日の調査結果、トランセクトBでは、調査区以外でホコガタアカザ、ハマダイコン、メリケムグラが見つかる。トランセクトBの春の調査は初めて行った。

トランセクトC (表5)

養浜した砂浜である。2015年秋に出現した植物のうち、エノコログサ、オオフトバムグラ、コウボウシバ、コマツヨイグサ、ヘラオオバコ、メヒシバは2014年秋にも出現していた。2014年秋には生えていなかったが、2015年秋に出現した植物は、ハタガヤ、イヌホオズキ、コスズメガヤ、ヨモギであった。オオフトバムグラとコマツヨイグサは、トランセクトCのほぼ全域に出現していた。メヒシバは、トランセクトCの陸側と中央部に出現していた。コウボウシバは、海側に出現し最も波打ち際に近い場所を占めた。植生の先端はなだらかな砂浜の中にあつた。イヌホオズキ、エノコログサ、コスズメガヤ、ヨモギは陸側のコンクリート階段近くにのみ出現していた。

考 察

2015年3月、神戸のソメイヨシノの開花はほぼ例年通りであったが、4月上旬は暖かくソメイヨシノは満開になるのが早かった。雨の日が多く花の散るのも早かった。大阪造幣局の八重桜の花も例年よりも早く咲いた。また、9月に入ると急に涼しくなり、残暑はなく過ごし易かった。砂浜も水分が保たれたのか、例年よりも植物が多く生えていたようだ。

トランセクトAでは、基準線から植生先端までが、2014年春(47.5m)、秋(46.1m)、2015年春(47.4m)、秋(46.1m)であった。また、トランセクトBについても、2014年秋(56.3m)、2015年春(56.9m)、秋(56.2

表 4 甲子園浜のトランセクト B (養浜部)

2015年10月24日調査実施

調査区番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56

群落高 (cm) 0 0 0 16 22 22 15 15 17 14 12 16 15 17 23 16 10 40 22 17 10 15 11 12 10 12 15 10 14 8 12 13 9 9 10 10 11 10 17 12 13 13 13 15 16 13 19 18 12 12 12 13 16 14 14 18 18

全植被率 (%) 0 0 0 4 50 30 8 5 6 8 8 10 10 6 7 8 7 10 10 8 5 5 5 5 5 5 4 2 8 4 4 5 1 8 10 10 10 15 10 10 15 10 10 7 15 15 10 10 30 30 25 25 40 30

オオアザミ ヴァムグラ

ギョウギシバ

キヨウキシバ

コウボウシバ

コマツヨイグサ

ハタガヤ

ハマヒルガオ

ハマヒルガオ

ハラオオハコ

メヒシバ

アタクサ

江線は65.2m(13:20)

植生は56.2mまで、さらにランナーが56.9mまで伸びる。

コンクリート床は調査区番号3まで。

表 5 甲子園浜のトランセクト C (養浜部)

2015年10月24日調査実施

調査区番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62

群落高 (cm) 0 100 80 55 22 25 12 20 19 15 18 22 14 20 19 16 17 12 14 27 9 7 11 10 15 7 8 3 7 9 14 13 16 10 10 10 15 12 6 11 18 14 25 20 9 12 16 22 11 11 10 14 20 15 16 23 26 17 27 14 15 17 17

全植被率 (%) 0 20 50 80 40 50 25 20 10 15 10 15 10 8 10 5 5 20 10 5 4 5 8 3 1 2 1 4 5 10 10 10 10 10 10 3 5 10 20 15 10 10 10 8 10 15 15 20 40 30 40 15 25 30 30 80 50 3

オオアザミ ヴァムグラ

コウボウシバ

メヒシバ

コマツヨイグサ

ハタガヤ

ハラオオハコ

メヒシバ

イヌホオズキ

エリコログサ

コスメメカヤ

ヨモギ

江線は69.3m(14:00)

植生は62.9mまで。

コンクリート階段は2mまで。



写真1 2015年5月9日の甲子園浜全景



写真2 5月9日トランセクトAの調査風景



写真3 7月19日台風11号の跡



写真4 7月19日屏風岩付近



写真5 8月3日に重機が浜の清掃に入る



写真6 8月4日屏風岩付近



写真7 10月24日トランセクトAの調査風景



写真8 10月24日トランセクトAの先端部

やしろの森昆虫研修会報告 ～簡易展翅展足板と標本箱作り～

兵庫県生物学会東播磨支部

一日目 2015年7月19日(日) 9:00~12:00

実施内容: 昆虫採集および, スタイロフォームを用いた展翅・展足作業(講師: 北村 健)

参加者: 加古川西高校及び白陵高校の中高生を含む12名。

井上裕貴(加古川西高), 真鍋裕介(白陵高), 加藤大樹・前田直樹・西田悠人(白陵中)

当日家を出る頃には実施の問い合わせが入るほどの本降りだったが, 予定通り実施した。台風の豪雨直後のためか前日の下見では予定時間内では標本作りに必要な昆虫が確保ができないと思い, 急遽チョウやトンボ, カミキリムシなどを捕獲し, 最低限の材料は準備できていたからだった。

やしろの森公園のボランティアスタッフでもある梶原先生(県立三木北高校)の案内のもと, 実習用の昆虫採集を兼ねて園内を見学する。ザリガニによる水生植物や昆虫相への被害の状況及び合鴨農法を見学する間に研修用昆虫もなんとか確保できた。

その後, 10時半頃より研修室にてスタイロフォームを展翅板・展足板に用いた標本づくりを行い, 乾燥剤を入れた衣装ケースに収めて1日目の研修を終えた。

(文責 北村健¹⁾)

二日目 2015年7月26日(日) 9:00~12:00

実施内容: 身近にある箱を利用した標本箱作り(講師: 大谷 剛)

参加者: 加古川西高校及び白陵高校の中高生を含む14名。

井上裕貴(加古川西高), 真鍋裕介(白陵高), 前田直樹・西田悠人(白陵中)

各自が持参した箱は, 菓子箱であったりタオルなどが入っていたような箱であったり様々だったが, 研修会の終わりにはどれもみな立派な標本箱に変身していた。作り方は, まず, 箱のふたを余白約1cm程度残

してカッターナイフで切り, 大きな窓枠を開ける。残した余白の部分に両面テープを張り, そこに適当な大きさにはさみで切りだしたサンデーシート(商品名)を張り付ける。一方, 箱の本体の方には, ジョイントマット(フロアマット)などとしてホームセンターで売っているクッション性のある床敷材を適当な大きさに切り出し, 箱の底に両面テープで固定して展翅針を刺せるようにする。これで標本箱の完成である。

先週の研修会で作成した昆虫などの標本を, 皆, 思い思いのレイアウトで自作の標本箱に収めたら, もう, 立派な生物標本の出来上がりである。自分で採集し展翅した資料を自作の標本箱に収める, 世界に一つしかないオリジナルな資料に参加者全員が満足した様子だった。防虫剤の選び方や標本箱の収納の仕方, ラベルの書き方など, 基本的なノウハウも具体的に教わることができた。

(文責 稲葉浩介²⁾)

白陵中学高等学校生物部による確認昆虫(7/19は採集した昆虫が少なかったため, 7/26の午後も採集した。)

日時 2015年7月19日 9:00~10:40 晴れ

トンボ目: オオシオカラトンボ *Orthetrum triangulare melania* Selys

甲虫目: マメコガネ *Popillia japonica* Newmann・コガタルリハムシ *Gastrophysa atrocyanea* Motschulsky

ハエ目: キリウジガガンボ *Tipula aino* Alexander

チョウ目: キタキチョウ *Eurema mandarina mandarina*・ヒメウラナミジャノメ *Ypthima argus* Butler

日時 2015年7月26日 12:00~15:45 晴れ

トンボ目: オオシオカラトンボ *Orthetrum triangulare melania* Selys・コシアキトンボ *Pseudothemis zonata*

Burmeister・チョウトンボ *Rhyothemis fuliginosa* Selys

・ギンヤンマ *Anax parthenope julius* Brauer・ヒメアカネ *Sympetrum parvulum* Bartenef・ハグロトンボ

Calopteryx atrata Selys・キイトンボ *Ceragrion melanurum* Selys

1) 兵庫県立社高等学校

2) 兵庫県立小野高等学校

3) 白陵中学校・高等学校

2015年12月10日受理

カマキリ目：カマキリ幼虫^{注1)}

バッタ目：イナゴ^{注1)}

カメムシ目：アブラゼミ *Graptopsaltria nigrofusca* Motschulsky・ミンミンゼミ *Hyalessa maculaticollis* Motschulsky・ニイニイゼミ *Platypleura kaempferi* Fabricius・ヒグラシ *Tanna japonensis* Distant・ツクツクボウシ *Meimuna opalifera* Walker・オオアメンボ *Gerris elongates* Uhler・シマアメンボ *Metrocoris histrio* B.White・アメンボ *Gerris paludum insularis* Motschulsky

アミメカゲロウ目：ウスバカゲロウ (アリジゴク) *Hagenomyia micans* McLachlan・クサカゲロウ幼虫^{注2)}

甲虫目：コガタルリハムシ *Gastrophysa atrocyanea* Motschulsky・ミヤマクワガタ *Lucanus maculifemoratus* Motschulsky・カナブン *Rhomborrhina japonica* Hope・マメコガネ *Popillia japonica* Newmann・アカハナカミキリ *Corymbia succedanea* Lewis・シロスジカミキリ *Batocera lineolata* Chevrolat・オトシブミ *Apoderus jekelii* Roelofs・オオムツボシタマムシ *Chrysobothris ohbayashii* Y. Kurosawa・ヤマトタマムシ *Chrysochroa fulgidissima* Schonherr

ハチ目：オオスズメバチ *Vespa mandarinia eatilineata* Cameron・セグロアシナガバチ *Polistes jokahamae*

Radoszkowski・オオモンクロベッコウ *Anoplius samariensis* Pallas・ムネアカオオアリ *Camponotus obscuripes* Mayr・クロオオアリ *Camponotus japonicas* Mayr

チョウ目：ヒメウラナミジャノメ *Ypthima argus* Butler・コミスジ *Neptis sappho* Pallas・キタキチョウ *Eurema mandarina mandarina*・ヤマトシジミ *Zizeeria maha* Kollar・ミドリシジミ *Neozephyrus japonicus* Murray・ツマグロヒョウモン *Argyreus hyperbius* Linnaeus・ミドリヒョウモン *Argynnis paphia* Linnaeus・サトキマダラヒカゲ *Neope goschkevitschii* Menetries・イチモンジセセリ *Parnara guttata* Bremer et Grey・オオトビモンシャチホコ *Phalerodonta manleyi* Leech・ツマグロフトメイガ *Noctuides melanophia* Staudinger・モンシロドクガ *Sphrageidus similis* Fuessly

ハエ目：シオヤアブ *Promachus yesonicus* Bigot・キリウジガガンボ *Tipula aino* Alexander

注1) 目視のみで、種名の確認まではできていない

注2) 種名の確認はできているが、標本は採取していない

(文責 西口龍平³⁾)

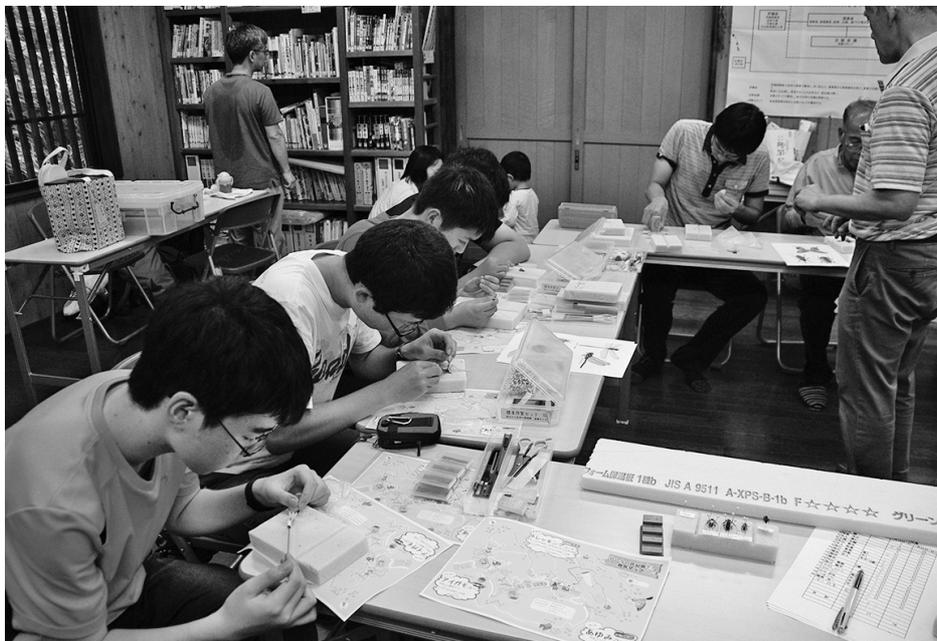


写真1 スタイロフォーム (30 mm 厚みの空色のもの) に展翅・展足をしている。

写真2 第二日目。
各自持参の紙箱の蓋を、
1cm幅を残して切り抜い
ていく。



写真3 0.5 mm の透明アクリル
板（サンデーシート）
を、持参の紙箱に合わ
せて切り出す。

写真4 透明アクリル板を、蓋の
内側に両面テープではり
つけると、標本箱が完成
する。



若手研究者との座談会

兵庫県生物学会神戸支部

日時：2016年3月12日18時30分～21時40分
場所：神戸三宮東急REIホテル1Fレストラン
「シャングリ・ラ」
〒651-0096
兵庫県神戸市中央区雲井通 6-1-5
TEL 078-291-0109 FAX 078-221-2917
講師：鶴田哲也准教授 大阪産業大学
(魚類生態学, 陸水生態学, 保全生物学,
進化生態学)

参加費：飲食代 3500円

本会初の試みとして、現在活躍中の若手研究者との座談会を企画しました。従来の研究会や講演会では講師の講演を聞くのみでしたが、この企画では双方向の情報交換を目的としました。当日は、私を含め7名の会員が参加しました。鶴田先生のこれまでの研究内容を1時間ほどお話いただいた後、飲食をともにしながら、ざっくばらんに話し合いました。

鶴田先生は静岡県出身で、近畿大学を卒業の後、金沢大学、北海道大学、中央水産研究所などで生態学を学び、現在は大阪産業大学でイタセンパラ（淀川水系に生息するタナゴ科の天然記念物）の研究をされています。その保護のためにイタセンパラ市民ネットワーク（イタセンネット）を組織されています。イタセンネットは、生物多様性の保全回復を目的に市民団体と研究機関、企業、行政などが連携して組織されており、誰でも参加できます。兵庫県内でのシカ害に対する取り組みを組織する良い例として、学ぶところが多いと感じました。また、リュウキュウアユについての研究では、アユが好む河床を説明していただき、河川の保全活動の一環として、本州のアユに対しても応用ができそうでした。

鶴田先生の経歴が多彩なだけに、参加者が参考になるような取り組みも多く、話が尽きませんでしたが、閉会を惜しみつつ21時40分に終了しました。また、会員同士初対面の方々もおられ、会員間の交流を深めるのに非常に良い機会にもなりました。次年度も継続して、座談会を

催したいと考えています。是非、ご参加ください。

現在、鶴田研究室では、

- ・淀川城北ワンド群の魚類群集
- ・オオクチバスとブルーギルの食性
- ・カダヤシの生息環境と食性
- ・国内外来種ヌマチチブによる在来魚への影響
- ・釣り人の外来魚に対する意識調査
- ・都市河川の生物多様性
- ・八尾市のため池群におけるニッポンバラタナゴの保全学的研究
- ・河畔植生が河川内の底生昆虫の群集構造に与える影響
- ・希少淡水魚アカザの生息環境と食性
- ・三重県伊賀市の水田地帯における水生昆虫の群集構造

など様々なとりくみをされています。鶴田先生は筆者が淡水魚研究をしていた頃からの付き合いです。各支部での活動に役立ちそうなアドバイスをいただけたと思います。気軽にご相談ください。

神戸支部から鶴田先生の飲食費と交通費を支出していただきました。

(文責：石川正樹)



2015年生物研究発表会

秋深く色づく六甲の麓にある神戸大学発達科学部キャンパスにて、生物研究発表会が開催された。兵庫県生物学会員の発表に加え、高校生の発表も行われた。

なお、この発表会は、神戸大学サイエンスショップとの共催で行われた。

I 生物研究発表会概要

日時：2015年11月15日（日）午前10時～午後3時

場所：神戸大学発達科学部B棟202教室および1階ホール

内容：生物に関する調査、研究

発表形態：口頭発表およびポスター発表

なお、生物に関する調査、研究については、安原・杉田記念生物研究助成金より発表した生徒の旅費が支給された。

II プログラム

10:00～ 兵庫県生物学会会長挨拶 大谷 剛

【個人発表（兵庫県生物学会会員）】

発表時間 18分，協議 3分

1. 瀬戸内海への南方系生物の流入－高校生にも可能な「発見」－
榎谷英樹（兵庫県教育委員会 播磨西教育事務所）
2. 国際的に通用する高校生の育成の4回の貴重な実践経験から得た秘訣、及びオーストラリア・シドニーにおける国際甲殻類学会（TCSIAA 2015 Sydney）参加・発表報告
丹羽信彰（神戸市立六甲アイランド高校）
3. ミツバチに協力と連携はない
大谷 剛（兵庫県生物学会会長）
4. ミツバチの巣室の形の謎を解く3－巣室の断面に正六角形が現れる理由
平坂優衣（小林聖心女子学院高等学校2年）
5. 但馬で起きているニホンジカによる植生被害と対策について 菅村定昌（兵庫県生物学会但馬支部）

【ポスター発表（生物分野）】

12:00～13:10

特別展示 Honeybees Build Their Comb Cells without Measuring the Angles

平坂優衣（小林聖心女子学院高等学校2年）

「インテル国際学生科学技術フェア（Intel ISEF 2015）」（2015年5月）で発表に使ったポスターを掲示

1. ダンゴムシの食性調査 親和女子高等学校
2. トンボの翅の研究 兵庫県立長田高等学校
3. ウーパールーパーの再生能力について
神戸市立六甲アイランド高等学校

4. ロクアイタンポポの形態的な特徴について

神戸市立六甲アイランド高等学校

5. アサガオの頂芽優勢のメカニズムの解明

大阪府立天王寺高等学校

6. カワウの性判別

兵庫県立尼崎小田高等学校

7. 武庫川・甲子園浜の野鳥観察

兵庫県立尼崎小田高等学校

8. 新湊川の生態調査

兵庫県立兵庫高等学校

9. レプリカ法による葉の成長メカニズム

兵庫県立加古川東高等学校

10. 身近な動物プラナリア

兵庫県立小野高等学校

【高校生口頭発表（生物分野）】 13:15～

1. グッピーの知能に関する研究

大阪府立三国丘高等学校

2. カワウの性判別

兵庫県立尼崎小田高等学校

3. 環境DNAを用いたミシシippアカミミガメの生息分布調査

兵庫県立加古川東高等学校

4. コケにおけるクマムシの出現要因を探る

兵庫県立小野高等学校

III 会員発表要旨

1. 瀬戸内海への南方系生物の流入－高校生にも可能な「発見」－

榎谷英樹（兵庫県教育委員会播磨西教育事務所）

瀬戸内海播磨灘に位置する家島諸島西島において、黒潮が直接入って来ない瀬戸内海中央部での生息記録がほとんどなかった貝類のミドリイガイ、ウニ類のトックリガンガゼモドキ及びタコの仲間であるタコクラゲをほぼ同時期に発見し、記録した。これら南方系生物の相次ぐ発見は、瀬戸内海中央部の生態系に変化が生じつつある可能性を示唆している。また、特定のフィールドを年間を通して観察したことで、このように従来生息していなかった生物に遭遇できたことから、高校の自然科学部活動においてもこれらの「発見」は十分可能であろうと考え、紹介した。

2. 国際的に通用する高校生の育成の4回の貴重な実践経験から得た秘訣、及びオーストラリア・シドニーにおける国際甲殻類学会（TCSIAA 2015 Sydney）参加・発表報告

丹羽信彰（神戸市立六甲アイランド高校）

The know-hows I gained from the four times of experience working with high school students who have given their presentations abroad at The Crustacean Society, and a report of The Crustacean Society International Association of Astacology in Sydney held on July 19-23, 2015.

Innovation と Global 化が声高に叫ばれ、世界に活躍できる人材の育成が望まれている。演者はコップ10（名古屋）を皮切りに、ハワイ、ギリシャ、コスタリ

カ、札幌と国際甲殻類学会に高校生を引率し英語で発表させてきた。この実践経験から得られたノーハウを検証した。

2003年6月菅生川でエビに付着する奇妙な生物、中国南部にしかいないヒルミミズを発見！日本初報告となるとともに、菅生川と本校が世界中に知れ渡る。

①横浜国大外来種リスク評価会議（2004年ヒルミミズ発見を世界に発表）国際甲殻類学会 ②東京海洋大学大会(2009) ③青島(2010) ④ハワイ(2011)● ⑤アテネ(2012)● ⑥コスタリカ(2013)● ⑦フランクフルト(2014) ⑧札幌(2014)● ⑨シドニー(2015)

【●印 高校生引率有り】

発表の成果と秘訣：世界に飛び出し外国を見て視野を広げる。チャレンジ精神→前へ出るキッカケになる。それには周りの理解・協力が必要。初年度はトップクラスの生徒で好印象を与えた。しかし、TOEIC、TOEFL等の資格には無縁で、生徒の足りない所を周りが補って助ける。柔軟に考え海外の見学でなく研究内容を高校生が世界に発信することが何より肝要である。併せて、7月19日-23日 Sydney の Australia Museum で開催された、国際甲殻類学会（TCSIAA 2015）の発表の様子を報告した。

本発表・報告は、東京海洋大学品川キャンパスにおいて開催された日本甲殻類学会第53回大会において2015年10月10日に発表した。

3. ミツバチに協力と連携はない

大谷 剛（兵庫県生物学会会長）

何万もの働きバチがひしめいているミツバチの集団生活を見ると、何らかの連携とか協力とかを考えてしまいがちであるが、その証拠らしきものはどうも見当たらない。私は、データ採取に「1 個体追跡法」を採用し、特定の個体を36日間継続観察して全行動を記録したが、働きバチたちの間に「協力」や「連携」を感じさせる行動は一切なかった。どんな重いものでも自分だけで運ぼうとし、それを助けてあげようという他個体の行動もまったく観察されない。オオスズメバチという天敵に対する行動も個々に反撃していくので、共通の敵に「共同して」立ち向かっているように見えるが、一匹ずつ殺されていってしまい、短時間で戦える働きバチは全滅する。

4. ミツバチの巣室の形の謎を解く3 - 巣室の断面に正六角形が現れる理由

平坂優衣（小林聖心女子学院高等学校2年）

ミツバチの巣室の形を作っているのは、多数の個体で並列対面して、薄い壁を共有する同じ直径の巣室列を作れるミツバチ自身の能力である。この時、ミツバチは視覚ではなく、全身の感覚毛によって行動している。ミツバチが円弧を描いて一定の直径をもつ巣室を作ると、隣り合う巣室同士が共有する平らな壁がそれぞれの巣室の中心から等距離の場所に現れる。角度を

測る必要はない。正六角形の出現は、この形の全ての内角が平面での最短距離を示す 120° を成すという幾何学的特性に起因する。正六角形の断面をもつ巣室はミツバチの造巣行動の目的ではなく、結果である。このことをフリッシュら著名な研究者の言説をもとに考察した。

5. 但馬で起きているニホンジカによる植生被害と対策について

菅村定昌（兵庫県生物学会但馬支部）

シカによる植生被害は氷ノ山から海岸線に至る但馬全域で起き、奥山、里山、河川、海岸線と場所を問わずに急激に裸地化している。草地、林床の裸地化に伴い、昆虫類、鳥類への影響も指摘されている。山菜が激減して山の幸を利用する楽しみや文化も失われつつある。豊岡市では、専任嘱託職員を採用し有害獣駆除の捕獲選任班が編制され、養父市や京丹後市との共同駆除など市域・県域を越えた駆除も行われている。但馬にはこれまで植生保護柵が8カ所設置されている。豊岡市は新たに「ノアの方舟作戦」と称して6カ所の植生設置柵を設けており、一部では顕著な成果を上げている。兵庫県の施策としての植生保護柵の設置が強く望まれる。

（文責：稲葉浩介）

身近な動植物が帰ってきた (?)

2015年異常気象で復活したり衰退したりの印象

大賀 二郎*

このレポートは、この夏の異常で人の居住域で生存している身近な野生動植物にどのような影響があったか、個人的な印象で観察したものである。どのような種類がやってきたか、いなくなったか、発生、生態に影響があったかを断片的に観察した。2015年夏の記録だけで時系列はない。地域は甲山南山麓の西宮市甲陽園目神山町、山王町のあたりで、海拔 250m 前後の住宅地である。自然林も溪流も残っている。この地域には土砂災害警戒区域があり、台風11号の時も避難勧告が発令された。

2015年7月16日夜室戸市付近に上陸した大型で強い台風11号は17日朝から17日午後にかけて日本列島を縦断した。神戸市、西脇市、三木市、西宮市、神戸空港の兵庫県内5地点の24時間雨量 212~278mm であり、それぞれ観測史上最多を記録した。11号通過後は8月中旬にかけて12、15、18号の台風の日本上陸もあったが、以降は概して太平洋高気圧に覆われた。日中猛暑熱帯夜の日が多かった。近畿2府4県の場合を例にしても連日高温注意報が発令されることが多く最高温度 36 度前後になっていた。気象も不安定で、豪雨、落雷、突風、竜巻などの発生などもあった。これは8月下旬まで続いた。2015年1月から12月まで台風が発生した。

こうした異常気象によって相当長期的間、姿が見られなかった小動物が意外にもこの夏あたりから部分的に見られていた。今年の天候の急変が小動物の活性に繋がった可能性がある。昔は町のどこにでもいたスズメが帰ってきた。今また群れて飛んでいる。

初夏の風物詩ツバメもやってきた。街の中央にあるツマガリ洋菓子店の仕事場通路の天井にツバメの巣を見つけた(図5)。買い物客の頭上をスーと一羽帰ってきた。東南アジアのどこかの島から数千キロの旅をして飛んで来るといわれている。ここで雛が育ってまたその地に還って行く。向うの地にも決まった巣があ

るのだろう。太平洋を隔てて愛の架け橋になっている。ツバメによって双方の人の愛が通じている。人と小動物のささやかな交流である。

台風通過後まず蝉が鳴き出した。山林はアブラゼミ、市街地はクマゼミ、8月後半、山間渓谷はヒグラシ、ミンミンゼミ、ツクツクボウシだ。いずれも例年になり多数だ。特にアブラゼミ、クマゼミは特定の箇所集中羽化が見られた(図9)。ニイニゼミは今年に限り姿が見えなかった。アブラゼミの多量発生を狙ってきたキロスズメバチが異常発生している(図4)。トンボの類はオニヤンマ、シオカラトンボ、ナツアカネから小型のイトトンボ。渓谷にハグロトンボが飛んでいる。このためか蚊の発生数が幾分抑えられているようだ。食物連鎖はいろいろのところで起きているようだ。腐葉土の上でマイマイカブリがいる。肉食性だ。街灯に集まる小昆虫をねらってヤモリが窺っている。相手はスズメバチ。その恐ろしさを知らないのだろう(図6)。例年はほとんど見られなかった直翅類が見られた。葉を食害するフキバッタの一種を見つけた(図1)。『バッタ・コオロギ・キリギリス大図鑑』(北大出版会 2006)で調べてみると、分布には兵庫県の記載はないが、ヤマトフキバッタによく似ている。

虫が鳴いているとは、昔はコオロギ、キリギリス、スズムシなどの直翅類のことだった。今年は見られない。虫が鳴いているとは、今では蝉が鳴いていることを意味する。成虫になりきれず死亡した多数の蝉が林中で見られた。蝶類ではクロアゲハ、アカタテハ、ルリタテハ、ツマグロヒョウモン(図2)、ミスジチョウなどが市街でも普通。蛾の類も多い。スズメガ、シャクガ、ホタルガ、カノコガが発生している。

昆虫の遺体が各所に見られる。蟻の行列が随所で見られた。混ざってアリグモがいる。また林中にクモの巣が多い。

子どもの間で昆虫の飼育熱が盛んである。カブトムシで従来分布の知られなかった地域に多量にいる。野生復帰したものかもしれない。鷲林寺付近にこの例が見られる。

* 森羅万象の館 博物館学芸員
2016年3月22日受理

カラスは各地の住宅地で大量に発生している。住宅の廃棄物を荒らし、小動物を食害している。かつての夕空の渡り鳥、巣に帰るコウモリ、トンボの群れが懐かしい。昔の風物詩が見られなくなった。

野生植物ではタカサゴユリが各所の空閑地で開花した(図8)。懐かしい月見草も見られる。夙川から有馬に向かう交通量の増加が種子を運んだのかもしれない。天候が不順だったためか茸類が発生している。花崗岩崩壊土壤にチャダイゴケの一種の群生が見られた(図3)。

住宅地では昔の温室植物だったシンビジウムやアンスリュウムなど温暖化の影響か花壇で植栽され、越冬している。

地球環境の変化で近年小動物の減少が懸念されていたが、今年は馴染みの生物が姿を見せている。異常高温にも影響がありそうだ。この現象は一過性のものか、また新たな傾向がでているのだろうか。今のところまだわからない。モリアオガエルがおたまじゃくしから親になるのが今年は早いようだ。十分に成長していない(図7)。

今回の観察記録はツバメに関する箇所はツマガリ洋菓子店、甕岩自然観察の会、タクシー乗務員、その他は近隣の方々のお世話をいただいている。筆者は当地に20数年居住している。イノシシは目神山町の住宅地内でよく目撃される。子連れもいる。哺乳類は今回の異常気象で今のところ大きな被害はないようだ。

9月8日の甕岩の集会で神社の南(神域外)でシカ一頭を目撃報告があった。甕岩神社と阪急苦楽園駅の間の中土手あたりで、箕面山中、神戸市北区でも目撃例がある。

本稿記録中も国内各地で環境異変が続いている。茨城・常総で想定外の集中豪雨が續いている。

2015年は未曾有の天候異変を記録して暮れようとしている。人間の生活圏の身近な動植物にはどのような影響があったか、六甲山麓での局地的、かつ、断面の報告である。

一部の小動物はその災害に際して助け合い避難し、欠乏時の採食の行動をとるなど共助本能があるのではないか。今後の課題としたい。



図1 フキバッタの一種(ヤマトフキバッタ?)。フキバッタの仲間は成虫でも翅が幼虫のように短い種が多い。



図2 春先から普通に見られるツマグロヒョウモンの♀。



図3 花崗岩で突然発生したチャダイゴケの一種。



図4 アブラゼミを襲うキイロスズメバチ。

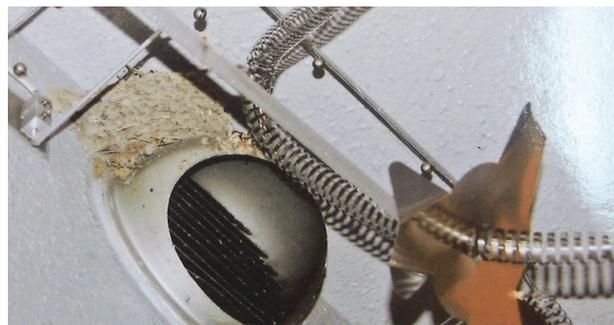


図5 カラスが嫌う金属のそばに巣造りしたツバメの巣。中央泥状のもの。



図6 スズメバチに近寄るヤモリ。



図7 モリアオガエルの幼生。十分に育っていない印象。



図8 自動車の普及で道路沿いに種子が伝播されるタカサゴユリ。最近よく見かける。



図9 アブラゼミの羽化殻。羽化殻についている白い糸状のものは羽化したときの気管の殻で、これがないものが羽化に失敗して死んだものだ。

追悼 平畑 政 幸 先生

兵庫県生物学会第9代会長

略 歴

1928年広島県生まれ。兵庫県立北条高等学校教諭，明石高等学校教諭，西宮今津高等学校教諭，滝川第二高等学校教諭，姫路女子短期大学講師，姫路市立生涯大学講師

著 書

『新・兵庫の自然』『兵庫の自然探訪』『播磨の自然』（共著，のじぎく文庫）『新訂・図解植物観察辞典』（共著，地人書館）『明石公園 花と樹のウォッチング』（神戸新聞総合出版センター）『兵庫の自然 今昔』（共著，神戸新聞総合出版センター）

私が平畑先生と直接お会いしたのは阪神・淡路大震災のあった年，平成7年5月に行われた総会で，平畑先生が会長になられた時でした。先生は生物学会50周年を迎え，記念大会の企画・運営や50周年記念誌

『兵庫の自然探訪』発行に努力されました。今後の兵庫県生物学会の活動の在り方についても議論されました。その結果，兵庫県自然残存度調査やセレベス（スラウェシ）島研修旅行の企画がなされ，平成9年に永吉第10代会長へ引き継がれ，実施されました。平成14年には『明石公園 花と樹のウォッチング』を著されました。この本は私の明石公園自然探索のなくてはならない本になっています。平成15年末より60周年記念誌『兵庫の自然 今昔』の編集委員長としてご尽力されました。それ以外にも神戸大学で行われる研究発表会（兼 高校生の発表会）にも出席され，発表者へアドバイスをしていただきました。まだまだアドバイスなどをいただけたらと思っておりましたが，昨年，平成27年に体調を崩され永遠の旅路につかれました。

奈島弘明



ボルネオ研修旅行にてキナバル山をバックに中央が平畑先生

2014年度（平成26年度）会務報告

2014年

- ・『兵庫生物ニュース』
no. 97 (4月19日 会長選挙報告, 大会案内)
no. 98 (6月14日 大会報告, 自然観察会,
臨海実習案内)
no. 99 (9月 理事・役員会報告 研究発表会案内)
no. 100 (1月 研究発表会報告)
- ・第1回理事・役員会
(4月5日 神戸市勤労市民センター)
- ・事務局会議
第1回 5月1日, 第2回 6月11日,
第3回 7月28日, 第4回 8月18日,
第5回 9月30日, 第6回 10月24日,
第7回 11月17日, 第8回 12月22日,
第9回 1月25日, 第10回 2月26日,
第11回 3月28日
- ・第68回大会
(5月18日(日) 丹波の森公苑) 丹有支部
- ・地域自然定点調査
甲子園浜 (5月6日, 10月5日)
宝塚 (10月26日)
福泊海岸 (6月1日, 11月2日)
鉢伏高原湿地 (5月24日, 7月31日, 9月23日)
- ・70周年記念誌編集会議
第4回 7月6日, 第5回 8月30日,
第6回 12月23日, 第7回 3月28日
- ・自然観察会
東播支部 7月25日(金)「昆虫標本の作製と夜
間採集」やしろの森公園
- ・第24回臨海実習
神戸大学内海域環境教育研究センター
8月5日(火), 6日(水)
- ・第2回理事・役員会
8月30日(土) 姫路市市民会館
- ・『兵庫生物』15巻1号 投稿締切日 (9月30日)
- ・第18回研究発表会 11月24日(月祝)
神戸大学 神戸大学サイエンスショップ主催と
なり共催。
- ・支部活動
三木市増田ふるさと公園自然観察会 (9月13日
東播支部)
かたくり観察会 (3月29日 東播支部)
ノジギクの山と海浜植物の観察 (11月2日 西
播支部)
篠山城お濠の外來魚駆除 (11月24日 丹有支部)

2015年

- ・会計監査 3月28日

2015年度（平成27年度）役員名簿

会 長	大谷 剛			
副 会 長	樋口 清一	宇那木 隆		
事務局長	石川 正樹			
(事務局)	武田 義明	阪口 正樹	宇那木 隆	
	繁戸 克彦	鈴木 武	白岩 卓巳	
	奈島 弘明			
事業部長	稲葉 浩介			
(兵庫生物ニュース担当)	高田 崇正			
(臨海実習担当)	石川 正樹			
(自然観察会実施検討)	鈴木 武	丹羽 信彰		
	石川 正樹			
(インターネット担当)	荒柴 博一	中尾 朋央		
(生物ハンドブック担当)	繁戸 克彦	植田 好人		
編集部長	阪口 正樹			
(『兵庫生物』の編集出版担当)				
	永吉 照人	丹羽 信彰	工 義尚	
	梶原 洋一	武田 義明		
会 計	工 義尚	谷本 卓弥	山下 順子	
会計監査	北方 英二	深水 正和		
選挙管理委員	後藤 統一	奈島 弘明		
地域自然定点調査支部委員		(神戸) 深水 正和		
	(阪神) 谷 良夫	(東播) 片山 貴夫		
	(西播) 山本 一清	(但馬)		
	(丹有) 田井 彰人	(淡路) 佐田 貴子		
70周年記念誌編集委員		(神戸) 深水 正和		
	(阪神) 後藤 統一	(東播) 西口 龍平		
	(西播) 久後 地平	(但馬) 上田 尚志		
	(丹有) 谷本 卓弥	(淡路) 佐田 貴子		
支部長	(神戸) 矢頭 卓児	(阪神) 北方 英二		
	(東播) 北村 健	(西播) 山本 一清		
	(但馬) 福原陽一郎	(丹有) 谷本 卓弥		
	(淡路) 佐田 貴子			
支部選出理事				
	(神戸) 矢頭 卓児	深水 正和		
	(阪神) 北方 英二	石井 教寿		
	(東播) 北村 健	上根 大輔		
	(西播) 山本 一清	田村 統		
	(但馬) 福原陽一郎	菅村 定昌		
	(丹有) 谷本 卓弥	田井 彰人		
	(淡路) 佐田 貴子			
顧 問	上中 一雄	内海 功一	大賀 二郎	
	小嶋 良平	小林 拓郎	白岩 卓巳	
	渋谷 龍二	清水美重子	武田 義明	
	当津 隆	柄本 武良	永吉 照人	
	橋本 光政	東 敏男	平畑 政幸	
	古田 昌	真野 育三	森本 義信	
	横山 了爾			

兵庫県知事
井戸 敏三 様

兵庫県生物学会
会長 大谷 剛

シカ害対策の要望書

兵庫県におかれましては、日頃より兵庫県生物学会の活動に対して、ご理解とご協力を頂き、厚くお礼を申し上げます。

さて、兵庫県におかれましては、他の都道府県に先駆け、野生鳥獣の保護管理に必要な科学的知見・情報の収集整備を行なうために、野生鳥獣の保護管理を専門に扱う兵庫県立森林動物研究センターを設立し、科学的・計画的に人と野生鳥獣との共存を図られていることに敬意を表します。

シカ害対策に関しては、継続的な調査に基づいて捕獲数とその割り当てを計画され、近年では4万頭に近い捕獲実績を上げられており、シカの生息密度の低下により農林業被害が軽減した地域もあります。一方で、市町による捕獲能力の差や生息場所が山岳であるなどの条件で捕獲の難しさのため、シカの棲息密度に濃淡が生じ、自然生態系が急速に悪化している場所もあります。

兵庫県生物学会は設立以来、兵庫県下の生物相の解明など様々な活動を行なっておりますが、近年、多くの会員から県下各地で、シカの食害による森林の下層植生の衰退、草原の生物多様性の低下などの報告を受けております。その中には兵庫県版レッドデータブックで保護上重要とされた種の危機的な状況も含まれています。例えば、兵庫県で数カ所の生育しか確認されていないモミジカラマツが食害にあつて姿を消そうとしていること、近畿地方で50年ぶりに再発見されたイッポンワラビの周辺に食害が及んできていることなどがあります。また、下層植生の消失は、これらを食草とする昆虫類や、低木の茂みを住处とし、その昆虫類を餌とする鳥類などにも深刻な影響を与えるほか、土砂の流出も引き起こす防災上の問題や、湿地や河川、海の生態系にも深刻な影響を与えております。

以上の事態に鑑み、下記の通り、要望致しますので、ご賢察下さいますようお願い致します。

なお、兵庫県生物学会は、兵庫県の自然生態系や生物多様性を保全・再生するために協力を惜しまぬ所存であることを申し添えます。

1. 野生鳥獣被害対策は、農林業被害防止だけでなく、自然生態系や生物多様性の保全を目的として行なわれるものであることを明確化し、そのことの普及啓発を図ること。
 - ・防除は地域が主体となつて行ない、県はその支援を行なうこと。例えば、地域がシカの餌になるイネのひこばえやくず野菜の適正な処理を行ない、県はその啓発をすること。
 - ・動植物相の継続的な調査を行なうこと。
 - ・植生保護柵による自然植生の保全・再生を行なうこと。
 - ・危機的な動植物については人工的な保護増殖、種子保存などを行なうこと。
2. 県だけでなく、市町にも野生鳥獣の保護管理の専門職員を配置すること。
3. 捕獲の空白地帯が出来ないように隣接する府県や各市町との連携を密にし、また国立公園（環境省）、国有林（林野庁）とも連携して広域的に捕獲を行なうこと。
 - ・県境、市町境で捕獲の空白が生じないようにすること。
 - ・夜間の銃猟を早期に実現すること。

以上

※添付資料:「但馬におけるニホンジカによる植生被害」(「兵庫生物」15巻1号掲載、2015年3月発行)