

## 米子市弓ヶ浜半島におけるヌカカ類による刺咬被害状況，被害発生 環境および対処方法に関するアンケート調査

<sup>1)</sup> 鳥取大学 大学院医学系研究科 機能再生医科学専攻 遺伝子再生医療学講座  
遺伝子医療学部門（主任 汐田剛史教授）

<sup>2)</sup> 米子市 環境政策局 環境政策課

栗政明弘<sup>1)</sup>，宮野佳子<sup>1)</sup>，矢倉はるな<sup>1)</sup>，養藤 繁<sup>2)</sup>，古川秀生<sup>2)</sup>，岩崎裕子<sup>2)</sup>

### Studies of Questionnaire on Epidemiology of Bite Cases, Ecology and Control Method for Biting Midges (*Ceratopogonidae*) in Yumi-ga-hama Peninsula, Yonago, Tottori Prefecture

Akihiro KURIMASA<sup>1)</sup>, Yoshiko MIYANO<sup>1)</sup>, Haruna YAKURA<sup>1)</sup>,  
Shigeru YODOU<sup>2)</sup>, Hideo FURUKAWA<sup>2)</sup>, Yuko IWASAKI<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> *Department of Genetic Medicine and Regenerative Therapeutics, Institute of Regenerative  
Medicine and Biofunction, Graduate School of Medical Science, 86 Nishicho,  
Tottori University, Yonago, Tottori 683-8504*

<sup>2)</sup> *Environmental Conservation Section, Environmental Policy Division, Environmental Policy  
Bureau, Yonago City Government Office, 20 Naka-machi, Yonago, Tottori 683-8686, Japan*

#### ABSTRACT

We performed a survey by questionnaire to clarify the health concerns of biting midges (*Ceratopogonidae*) that bite people in Yumi-ga-hama Peninsula, Yonago, Tottori prefecture. The survey was carried out for residents and workers of the district of Yumi-ga-hama such as "Oh-shinozu-cho", "Wada-cho", "Yoshi-zu", "Tomimasu-cho", "Oh-saki", "Yomi-cho", "Kawasaki", "Ryo-mitsu-yanagi" and "Hikona-cho". Subjects of the survey are 1) municipal authorities of Yonago who live in the district, 2) visitors of community centers of the district such as "Oh-shinozu", "Sakitsu", "Hikona", "Wada", "Tomimasu", "Yomi", "Kawasaki" and "Kamo", 3) students and staff of the Yonago National College of Technology, and 4) staff of a Protective Institution and Nursery School in this area. The survey was performed from Aug. 2014 until Jan. 2015, and a total of 395 effective questionnaire forms were collected. Among them 245 cases that have had a biting experience of midges previously were analyzed further. The results of the survey reveal that health concerns observed mainly in the area nearby the Nakaumi-sea (westside area) are gradually extending into the area nearby the Nihonkai-sea (eastside area). The places in which people were affected with midges bites were cultivated fields and also in the houses nearby the fields. The season of midges bites are mostly in June and July. The time of

day when the midges were active was mostly early evening, with conditions of sunny or cloudy weather without wind. Main symptoms of midge bites were itchiness and swelling, and their symptoms were continued for several days to a few weeks. Half of the victims were treated by themselves with nonprescription drugs, and almost one-fourth were consulted at medical facilities. Many people were taking the same precautions against mosquitos, but also there were many who did not know effective control methods. Therefore, it is important to advertise and provide the correct precaution methods for biting midges. (Accepted on February 27, 2015)

**Key words :** biting midge (Ceratopogonidae), Leptoconops, ヌカカ, 刺咬症, 干拓虫, 弓ヶ浜半島, トクナガクロヌカカ, アンケート調査

### はじめに

ヌカカ(糠蚊)は、ハエ目(双翅目)・ヌカカ科(*Ceratopogonidae*)に属する双翅目昆虫の総称である。糠のように微小なカ(蚊)という意味が名前の由来だが、カ(蚊)とは違う科の昆虫である。世界中で約4,000種、日本でも約40種のヌカカが全国各地に分布している。翅長は1~1.5mmのものが多く、触角は長く数珠状で、翅は透明で薄い斑紋があるものも多い(図1)。静止時は左右の翅の一部を重ね、平たくなる。一部の種類のメスは蚊と同様に吸血動物となる。ヌカカは春から秋にかけて、多くの家畜や人を刺咬・吸血する。人や哺乳類、鳥類から吸血するのはヌカカ *Culicoides* 属の大部分とクロヌカカ *Leptoconopus* 属、ケブカヌカカ *Forcipomyia* 属の一部とされている。微小で、止まると平たくなるため衣類の中にも潜り込んで吸血する。照明にも誘引され、網戸の目を容

易に潜り抜けて、屋内で被害にあうこともある。刺されると腫れや痒みなどの症状を伴う<sup>1,2,8)</sup>。

昔より、米子市の弓浜地区でも、吸血による健康被害が報告されてきた<sup>36)</sup>。一部の地域では、干拓地に発生することから「干拓虫」とも呼ばれている。しかしながら、干拓が始まる以前からもその被害はあったようで、1950年代にはそのような呼称はなかった。実際には、干拓地だけに限定されたものではないと考えられている。

その被害について鳥取大学医学部では1949年に最初の報告がなされた後に<sup>3)</sup>、1950年代に詳細な研究がなされており、単一の昆虫による被害ではなく、生息域の異なる2種類のヌカカ類、イソヌカカ (*Culicoides circumscriptus*) とトクナガクロヌカカ (*Leptoconops nipponensis* Tokunaga) が同定されている<sup>4,5)</sup>。イソヌカカは干潮時の干潟に発生することが知られ、海岸周辺が発生地となる。一方トクナガクロヌカカは、砂地の土壤を好んで



図1 米子市彦名の干拓地で採取されたヌカカの写真。米子市ホームページより転載。 <http://www.city.yonago.lg.jp/15969.htm>

生育し、これが砂州として形成された弓ヶ浜半島で発生し、その生息域を拡大させている一つの理由と結論付けられている。

近年、これらによる刺咬被害に対する住民の苦情が増加している。その発生区域は海岸のみならず、旗ヶ崎方面の米子市中心部に近い地域や、内浜（中海側）から外浜（日本海側）の方まで拡大していることが予想されていた。これまでの米子市環境政策局環境政策課の調査で、それらの被害があった地域の全てで、トクナガクロヌカカが捕獲されている。

本研究報告では、ヌカカによる被害を多く受けている地域やその状況を把握し、発生源や生息地の特定をするとともに、発生しやすい時間帯や気象条件などの要因等を把握することを目的としたアンケートを実施し、ヌカカによる刺咬被害の現状把握を試みた。

### 対象および方法

アンケートは米子市環境政策局環境政策課により作成を行った（図2）。アンケートは、主として対象となる昆虫がトクナガクロヌカカではないか、という推測を踏まえて、加害昆虫の生態および実態把握を目的にアンケート用紙を作成した。特に同地域で発生が以前と比べて増加しているかどうかに注意を払っている。アンケート用紙の配布は2014年8月27日より米子市環境政策課を通して行い、2015年1月9日までに回答のあったものを集計した。また、回答に矛盾があるものについては項目ごとに集計から除外した。複数回答のあるものは、全てに関してできる限り集計に含めた。

対象は弓ヶ浜地区（大篠津町、和田町、葭津、富益町、大崎、夜見町、河崎、彦名町、両三柳）に在住する市の職員、弓ヶ浜地区（大篠津、崎津、彦名、和田、富益、夜見、河崎、加茂）の各公民館の利用者、および同地区にある学校・施設・保育園等の関係者である。

アンケート結果は、Microsoft Excelに入力を行った後に、データ解析、グラフ化と統計処理はR言語（ver3.1.2）を用いた。2つのカテゴリカル変数での発生率の違いの検定として、カイ二乗検定を用いた。p値が0.05以下を有意とした。

### 結 果

米子市の弓ヶ浜半島地域に居住あるいは就業して

いる住民を対象とした調査を行った。

### アンケートの回収率

アンケートは総計395件が回収され、全て有効であった。回収率は69.7%であった（表1）。アンケートの一部は公民館に設置し任意での回答を求めたため、回収率のばらつきがある。

地域におけるアンケートの偏りを把握するために、回答者の居住地と平成22年度の国勢調査を元に地域住民の地区ごとの人口・世帯数を調査し、人口1,000名当たりのアンケート回収数を把握した（表2）。各地区の人口の分布は、図3Bに示した。米子市市街に最も近く人口の多い両三柳で、4.7人と最も低く、次に富益町が6.8人であった。和田町が18.2人で最も高くなっている。この結果、両三柳と和田町で最大格差が3.9倍、富益町と和田町で2.7倍であり、格差は4倍以内に抑えられていた。平均して、人口1,000人当たり9.4人（およそ100人に一人）の回答を得ている。

### ヌカカによる被害の現状

問2「近年、被害をうけたことがあるか」という質問に対して、全体の62%（245件）が被害ありとの回答だった。この質問に関して回答が②いいえであったものは、その時点でアンケートが終了するため、以下の項目の回答はない。回答を見ると、地域によって差はあるものの、全地域で被害があると確認できる（図3A-C E、表2）。特に葭津、和田町で被害ありの回答が80%前後になり、富益町、大崎、彦名町、夜見町でも70%前後である。各地域での被害発生割合と地域の人口を掛け合わせることで、近年被害に遭っている人の総計を推定した。結果として、表にリストした9地域において、総勢20,000人を超える人が被害に遭っていると推測できる（表2）。また、今回のアンケートの結果でその他の地域の住民からの結果も含まれており、その中では彦名に隣接する安倍、旗ヶ崎の刺咬被害報告があった。今回の調査には含まれなかったが、彦名町からより市街中心部に近づいた地域での被害もあると考えられる。

次に問3の被害にあった人のうちわけは、性別で見た場合、男性が97人に対し、女性が169人となっており、女性のほうが多く被害にあっていることが分かる（図4A）。また年代別に見ると中学生以下が34人（無回答を含めると12%、含めないと16%）で、高校生以上が173人（同じくそれぞ

### ヌカカ（俗称：干拓虫）による被害についてのアンケート

問1 あなたのお住まいはどちらですか？

- ①両三柳 ②河崎 ③彦名町 ④夜見町 ⑤富益町 ⑥大崎 ⑦鼓津  
⑧大篠津町 ⑨和田 ⑩その他

問2 近年ヌカカにかまれたことはありますか？

- ①はい ②いいえ

※②と答えの方は設問は以上です

問3 あなたの世帯の方でよくかまれる方の性別、年代を教えてください。

- 性別 ①男 ②女 年代 ①中学生以下 ②高校生以上

問4 かまれたとき、どのような症状になりましたか？

- ①かゆみ ②かぶれ ③腫れ ④痛み ⑤その他

問5 かまれたとき、どのように対処されましたか？

- ① 医療機関の診察を受けた。  
② 医療機関の診察を受けず、市販のかゆみ止めなどの薬で対処した。  
③ 特に対処しなかった。

問6 症状の回復に要した日数はどれくらいでしたか？

- ①1日 ②数日 ③約1週間 ④約2週間 ⑤2週間以上

問7 最も多くかまれた月はいつですか？

- ①4月 ②5月 ③6月 ④7月 ⑤8月 ⑥9月

問8 多くかまれたと思う場所はどこですか？

該当する回答の番号を○で囲み、次ページ地図中に×印で表記してください。

- ①自宅 ②農地 ③職場、学校、保育園など ④その他 ⑤心当たり無し  
⑤とお答えの方は問11へお進みください。

問9 「問8」について、その場所は主にどんな土地利用ですか？

- ①屋内 ②住宅地 ③耕作地（畑）  
④耕作地（水田） ⑤耕作放棄地（雑草他） ⑥その他

問10 「問8」について、その場所で多くかまれたと思われる時間帯はいつですか？

また、その時の気象条件で該当する番号を○で囲んでください。

○時間帯

- ① 朝方 ② 屋前 ③ 屋過ぎ ④ 夕方 ⑤ 夜間 ⑥心当たり無し

○ 気象条件

- ① 晴 ② くもり ③ 雨 ④ 風（無弱） ⑥覚えてない

問11 過去と比べ、ヌカカが大量に発生していると感じますか？

該当する回答の番号を○で囲んでください。

- ①増えた ②減った ③変わらない

問12 「問11」の過去とは何年前ですか？

年前

問13 屋外での被害を軽減するためにどのような対策をされていますか？

該当する回答の番号を○で囲んでください。（複数回答可）

- ①衣類等により肌の露出部分を極力小さくした。  
②防虫スプレーを肌の露出部分や、服の上に塗布した。  
③（携帯用）蚊取り線香を使用した。  
④多く発生している日や時間帯の外出をなるべく控えるようにした。  
⑤ヌカカが嫌がる植物を植えた。（置いた）

問14 屋内での被害を軽減するためにどのような対策をされていますか？

該当する回答の番号を○で囲んでください。（複数回答可）

- ①なるべく窓や戸を閉め切るようにした。  
②網戸の目を小さくした。  
③網戸や壁に防虫剤等を塗布した。  
④電撃殺虫器、電気蚊取り線香や蚊取り線香などを使用した。  
⑤ヌカカが嫌がる植物を植えた。（置いた）  
⑥その他  
⑦特に対策を講じていない。

※ その他、ヌカカの被害及びその対策についてご意見などがございましたら、ご記入をお願いします。

図2 弓ヶ浜半島で行ったヌカカ（俗称：干拓虫）による被害についてのアンケートの内容を抜粋したものを提示している。トクナガクロヌカカを加害昆虫と推測し、その被害状況を把握することと、その地域での被害の増加や減少が認められるかどうかを明らかにする目的で質問項目を設定している。

表1 アンケート配布先・配布数と回収率

| 配布先           | 配布数 | 回答数 | 回収率(%) |
|---------------|-----|-----|--------|
| 大 篠 津 公 民 館   | 40  | 17  | 42.5   |
| 崎 津 公 民 館     | 32  | 21  | 65.6   |
| 彦 名 公 民 館     | 40  | 23  | 57.5   |
| 和 田 公 民 館     | 30  | 25  | 83.3   |
| 富 益 公 民 館     | 30  | 4   | 13.3   |
| 夜 見 公 民 館     | 40  | 7   | 17.5   |
| 河 崎 公 民 館     | 40  | 12  | 30.0   |
| 加 茂 公 民 館     | 20  | 11  | 55.0   |
| 米 子 市 職 員・議 員 | 159 | 143 | 89.9   |
| 米子工業高等専門学校    | 80  | 80  | 100    |
| 保育園(私立)・施設職員  | 50  | 46  | 92.0   |
| そ の 他         | 6   | 6   | 100    |
| 計             | 567 | 395 | 69.7   |

れ60%と84%)である(図4B)。2014年1月1日時点での住民基本台帳による年齢階層別人口(市町村別)で、米子市では総数が150,313人に対して14歳以下の人口が21,189人(14.1%)であることから(e-Stat:政府統計の総合窓口より)、子供がより多く被害を受けているわけではない。

問4の刺虫されたときの症状としては、かゆみが48%(238件)と最も多く、以下腫れが24%(121件)、かぶれが15%(74件)、痛みが11%(56件)、その他が2%(12件)となっている(図4C)(複数回答、n=501)。多くが搔痒を伴う腫れであり、ときにかぶれて痛みを呈することが考えられる。

問5の、刺咬の症状に対してどのような処置をしたかでは、54%(135件)と半分以上の人が医療機関に行かず、市販の薬で処置をしており、24%(61件)の人は何も処置せず、22%(56件)の人は医療機関で診察を受けていた(図4D)(n=252)。通常、蚊の刺虫では病院に行くことはないことを考えると、医療機関を受診する割合が22%ということは、ヌカカ刺咬被害にはある程度の深刻さがあると考えられる。

また、問6のその症状の回復にどの程度かかったかという質問では、1日と答えた人が3%(8件)、数日と答えた人が23%(58件)、約1週間と答えた人が25%(63件)、約2週間と答えた人が19%(47件)、2週間以上と答えた人も同じく27%(68件)だった(図5)(n=250)。後でも述べるが、一部に蚊による刺虫被害を混同している結果もあると

思われる。これまでの報告からも、治癒までに1週間から2週間かかることが想定される。

問7の被害にあった時期については5月～8月にかけて多く発生しており、特に6月と7月で全体の約66%(217件)を占めている(図6)(n=329)。8月と9月にかまれている例では、蚊との混同を考える必要があると思われる。

問8の被害にあった場所は、自宅が31%(89件)、農地が29%(83件)、職場、学校、保育園などが26%(74件)、その他が5.2%(15件)となっていた(n=284)(図7A)。その場所を添付の地図中に記載を求めている(後に詳細を記載)。また、問9のその場所の土地の利用状況を調べたところ、耕作地(畑)が31%(98件)と最も多く、次いで屋内17%(53件)、住宅地16%(50件)、耕作放棄地(雑草地)16%(50件)、水田4%(13件)、その他11%(36件)であった(n=317)(図7B)。半数近くが耕作地か耕作放棄地の畑であり、また約3分の1が屋内あるいは住宅地で被害を受けている。

問10の被害にあったときの時間帯は夕方44%(120件)と半数近くを占めた。それ以外は朝方14%(39件)、昼前21%(58件)、昼過ぎ15%(42件)、夜間6%(16件)となった(図8A)(n=275、心当たりなし・無回答は削除)。また、そのときの天候は晴れ46%(n=66)あるいは曇り41%(n=58)で、時間帯ごとに多少違いがあったが、どの時間帯でも無風95%(n=36)である場合が多かった(図8BC)。それぞれの時間帯ごとに分けて、気象条



表2 弓ヶ浜半島地域の人口統計とアンケートから推定される刺咬被害状況

| 町名   | 面積 <sup>①</sup><br>(平方m) | 人口 <sup>②</sup><br>(人) | 人口密度 <sup>②</sup><br>(/平方km) | 世帯数 <sup>③</sup><br>(戸) | 世帯数密度 <sup>③</sup><br>(/平方km) | アンケート<br>回収数 <sup>④</sup> | アンケート<br>回収率 <sup>④</sup><br>(人口1000人当り) | 刺虫被害が報<br>告されたアン<br>ケート数 <sup>⑤</sup> | 刺虫被害発生<br>割合 <sup>⑤</sup> (%) | 推定被害<br>人口 <sup>⑥</sup> (人) |
|------|--------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 大篠津町 | 2,961,675                | 2,083                  | 703                          | 701                     | 237                           | 24                        | 11.5                                     | 11                                    | 45.8                          | 955                         |
| 和田町  | 2,467,493                | 2,693                  | 1,091                        | 943                     | 382                           | 49                        | 18.2                                     | 39                                    | 79.6                          | 2,143                       |
| 葭津   | 1,593,016                | 855                    | 537                          | 272                     | 171                           | 7                         | 8.2                                      | 6                                     | 85.7                          | 733                         |
| 富益町  | 3,655,646                | 4,564                  | 1,248                        | 1,466                   | 401                           | 31                        | 6.8                                      | 22                                    | 71.0                          | 3,239                       |
| 大崎   | 2,681,650                | 2,529                  | 943                          | 808                     | 301                           | 35                        | 13.8                                     | 26                                    | 74.3                          | 1,879                       |
| 夜見町  | 3,059,185                | 4,728                  | 1,546                        | 1,647                   | 538                           | 44                        | 9.3                                      | 30                                    | 68.2                          | 3,224                       |
| 河崎   | 2,093,865                | 4,841                  | 2,312                        | 1,780                   | 850                           | 33                        | 6.8                                      | 17                                    | 51.5                          | 2,494                       |
| 両三柳  | 4,285,541                | 8,957                  | 2,090                        | 3,547                   | 828                           | 42                        | 4.7                                      | 12                                    | 28.6                          | 2,559                       |
| 彦名町  | 6,385,432                | 4,918                  | 770                          | 1,543                   | 242                           | 74                        | 15.0                                     | 53                                    | 71.6                          | 3,522                       |
| 全 体  | 29,183,503               | 36,168                 | 1,239                        | 12,707                  | 435                           | 339                       | 9.4                                      | 216                                   | 63.7                          | 20,748                      |

1: 政府統計の総合窓口e-Statの“地図で見る統計(統計GIS)” <http://e-stat.go.jp/SG2/eStatGIS/page/download.html>より「平成22年度国勢調査(小地域) 男女別人口総数および世帯総数」31202米子市の地図統計情報を入力して使用した。

以下は次の計算式で算出。 2: ②÷①×1,000,000 3: ③÷①×1,000,000 4: ④÷②×1,000 5: ⑤÷④×100 6: ②×⑤÷④

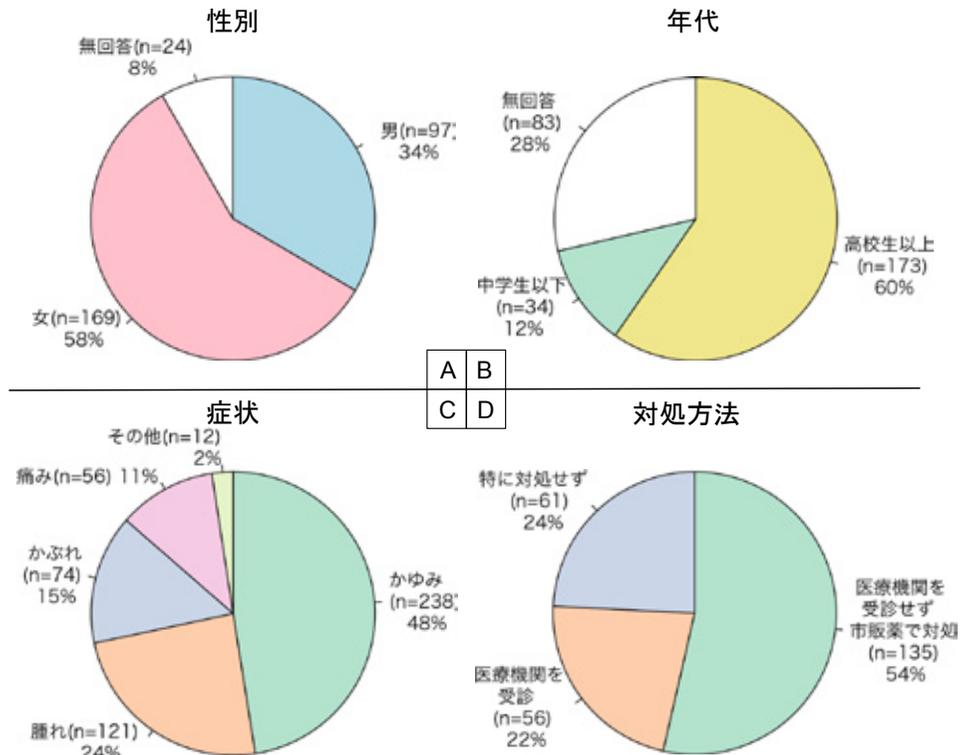


図4 A: 問3のよく咬まれる方の性別の質問に対するアンケート結果。女性の方が多く被害にあった。 B: 問3の年代に関する質問に対するアンケート結果。米子市の人口比率と比較し、明らかに子供が多いという傾向は確認できなかった。 C: 問4の刺咬後の症状に関するアンケート結果(複数回答可)。 D: 問5の刺咬後の対処方法に関するアンケート結果。医療機関を受診する場合が22%の割合であった。

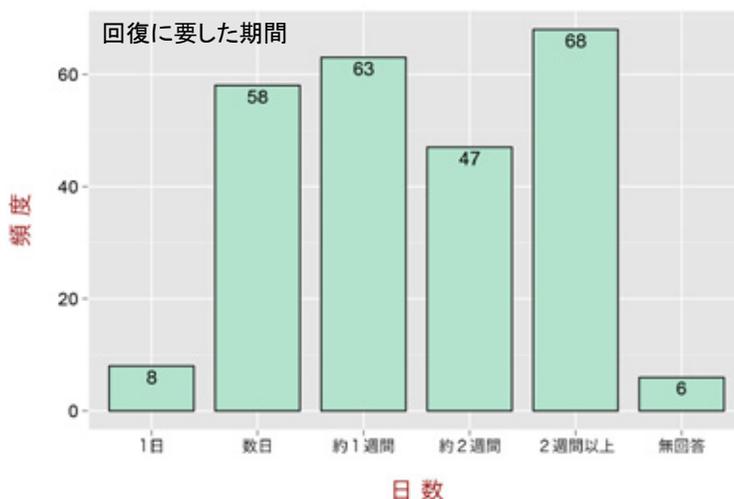


図5 問6の症状の回復にかかる日数に関するアンケート結果. 数日から2週間以上かかる場合もあり, 回復にはかなり時間がかかると考えられた. また個人差もあり, 期間の幅が広い.

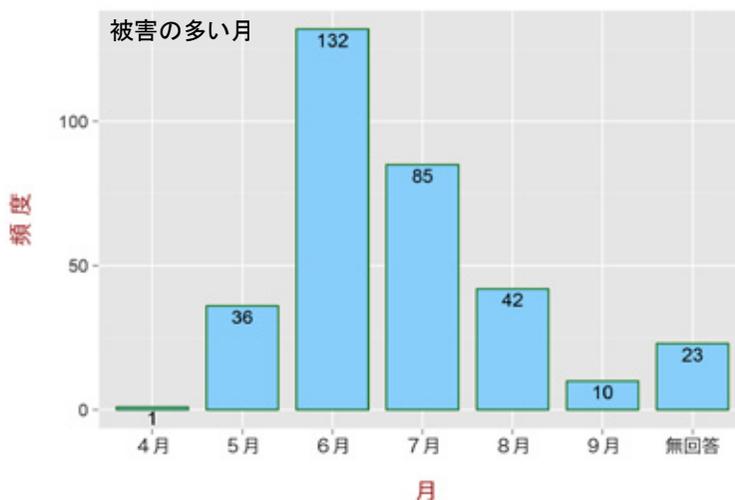


図6 問7の刺咬にあった時期に関するアンケート結果. 6月にピークがあり, 6月と7月で全体の70%弱になる.

的近い過去(2-4年前)と比較しているようである.

問13と14のそれぞれ屋外と屋内での対策法を尋ねた質問では, ヌカカの被害を軽減するために, 屋内外で様々な対策をとっていることが分かった(図10AB). もっとよくとられている対策は, 屋外では蚊取り防虫スプレーなどの忌避剤の使用や衣類等により肌の露出を極力小さくすることである. 屋内では, 忌避剤の使用と, 物理的に虫を遠

ざけるために衣服でカバーをするか, あるいは窓や戸を閉め切ることであった.

#### 中海側と日本海側での地域差の統計的解析

以前から, ヌカカは干拓虫として知られていることから, 昔から中海側の干拓地が発生源と考えられてきた. しかしながら, その生育域が半島中央部から日本海側まで広がってきている可能性が指摘されている. その点を明らかにするために,

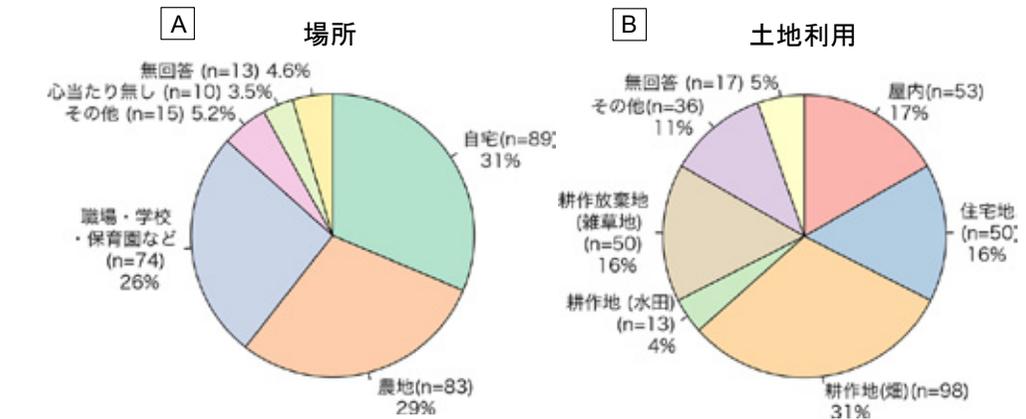


図7 A: 問8の刺咬の被害にあった場所に関するアンケート結果. 自宅, 農地, 職場・学校・保育園の3カ所に分けると, いずれも同じ程度の比率であった. B: その場所の土地利用の状況に関するアンケート結果では, 耕作地や耕作放棄地(雑草地)の場所であり, トクナガクロヌカカの発生源の周辺が被害にあう場所と考えられた. 3分の1で屋内・住宅地での被害も報告されている.

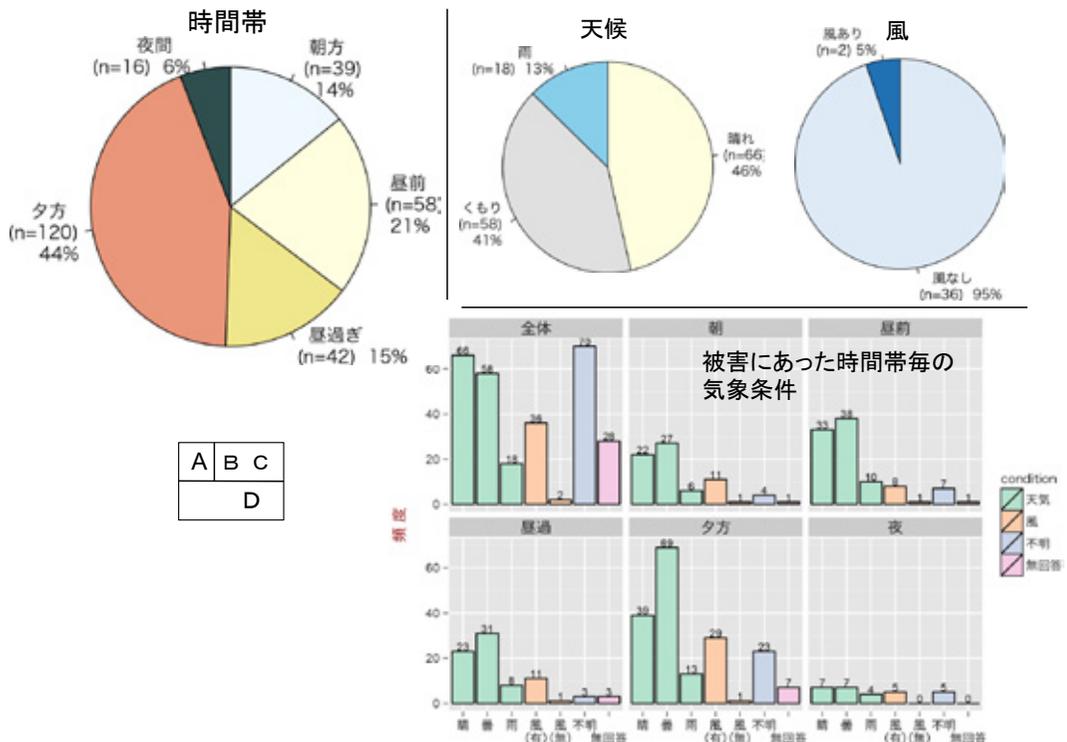


図8 A: 問10の刺咬被害にあった時間帯に関するアンケート結果. 夕方が半分弱で, 被害が多い. B: 時間帯に関係なく, 被害時の気象条件を検討したアンケート結果. 晴れと曇りの時が多く, 雨では被害が少ないと考えられる. C: 風に関しては, 無風の時が95%を占めた. D: 被害にあった時間帯毎に分けた場合の, 気象条件を検討した結果. 夕方では, 曇りと無風が顕著であった.

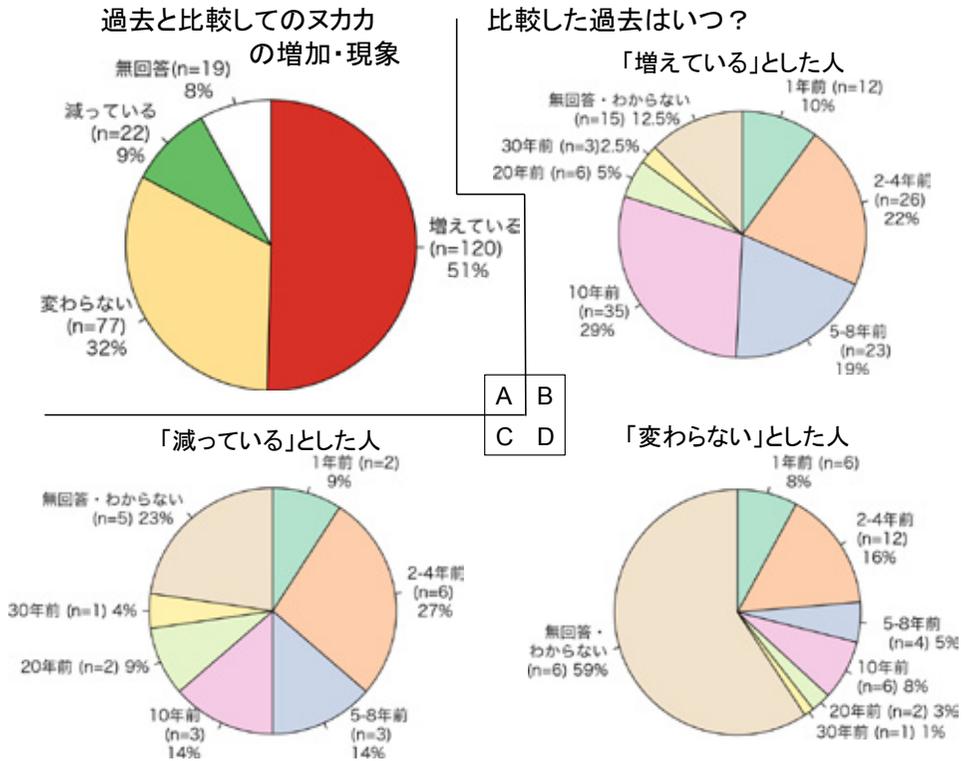


図9 問11の「過去と比べ、ヌカカが大量に発生していると感じるか?」の問に対するアンケート結果。無回答を加えて解析を行うと、「増えている」と感じる人は、約半数を占めている。地域毎による解析は、図1IDEを参照のこと。また、問12で、そのときに比較した過去の時期を「増えている」と感じた人 (B)、「減っている」と感じた人 (C)、「変わらない」と感じた人 (D) に分けて検討した結果を示した。「増えている」と感じる人は、より昔の10年前と比較している人が多く、「減っている」と感じる人は、より近い過去と比較している傾向があった。

弓ヶ浜地域を中海側 (葭津, 大崎, 彦名町) と日本海側 (大篠津, 和田町, 富益町, 夜見町, 河崎, 両三柳) に分けて、比較検討を行った。アンケート結果より、この2地域に分けて集計した結果、明らかに違いが見られた項目としては、1) 被害の有無の割合 (問2)、2) 過去と比較しての、ヌカカの増加傾向 (問11)、3) 刺咬の被害を多く受ける時間帯が、夕方である (問10)、の3点であり、これらに絞って統計学的な検討を加えた (図11)。

その結果、1) の「中海側と日本海側との被害の発生率が違うか」という点に関しては、中海側は有意に刺咬被害の発生率が高いということが明らかとなった ( $p=0.017$ )。一方、2) 過去と比べて被害が増えていると感じている人の割合に関し

ては、中海側と日本海側では有意な差は認められなかった ( $p=0.14$ )。これは、被害が増えていると感じている人は半数近くに上り (中海側では48%、日本海側では60%)、弓ヶ浜全体として増えているが、中海側と日本海側で現在の所は有意な差は無いということである。また、3) 夕方の刺咬被害の発生に関してどちらが多いかに関しては、中海側が日本海側に比べて有意に発生が高いという結果であった ( $p=0.014$ )。これは、主として日没後に活動が活発なイソヌカカと、より日中でも活発であるというトクナガクロヌカカの特徴を反映しているものと考えられ、中海側の被害にはある割合でイソヌカカによる関与が混在している可能性が考えられた。

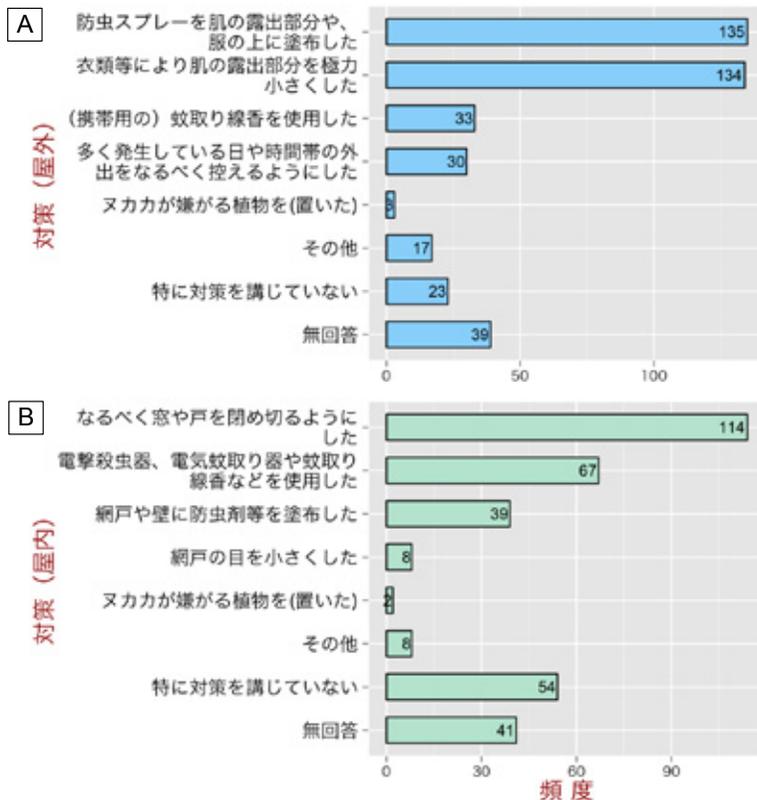


図10 A: 問13の屋外で行っている対策に関するアンケート結果. 防虫スプレーと皮膚の露出を減らすことでの対応が多かった. B: 問14の屋内での対策に関するアンケート結果. 窓や戸を閉め切ること、蚊取り器を使用することでの対応が多かった.

#### 自由記載によるその他の意見

アンケートの最後に、自由記載によるヌカカの被害および対策に関する意見の記入を求めた。その結果、73人からの記述があり、その内容を細かく分割・分類していくと、総計140件の意見を把握できた。その主要なものを、以下に記載する。1) 被害を受けた場所に関しては、日本海側の和田町、富益町、夜見町や半島中心部の米川沿いで、最近の被害の増加が多く指摘している（21件中の10件）。2) 咬まれた身体の箇所とその症状に関しては、首筋や頭、胸、脇、腰などの服・下着の中にも入ってきて刺咬することを指摘している（22件中7件）。また、掻痒がひどく、特に子供はかきむしって増悪し、とびひ〔伝染性膿痂疹〕になることがあること、炎症がひどく腫れが長期間続くことが記載されている（22件中16件）。3) 気象条件に関しては、アンケートで問い合わせた以外の

条件として、「湿度が高いとき」、「雨上がり」、「雨の降る前の湿度の高い日」に多いとする、湿度の高さが刺虫被害の増加に関連する指摘が多かった（11件中6件）。4) 防護法・対処法に関しては、蚊に対する対策と同じもの（蚊取り線香や防虫剤の使用）を行っているが（18件中6件）、「効果がない」との指摘も多い（18件中4件）。もう一つの主要な対策として、「タオルを首に巻く」、「衿や袖を詰めて虫が入らないようにする」、「防虫網のついた帽子を着用する」など、皮膚の露出を減らす方法がとられている（18件中7件）。しかしながら、「それでも服の中に潜り込んでくる」、あるいは「衣服で囲っていると余計にその下に潜り込み刺される」との指摘もある。5) 要望・質問として、有効な対策を実施あるいは教えてほしいというものが多（35件中23件）。その中には、具体的に耕作放棄地に駆虫剤・殺虫剤の散布を希望するものが

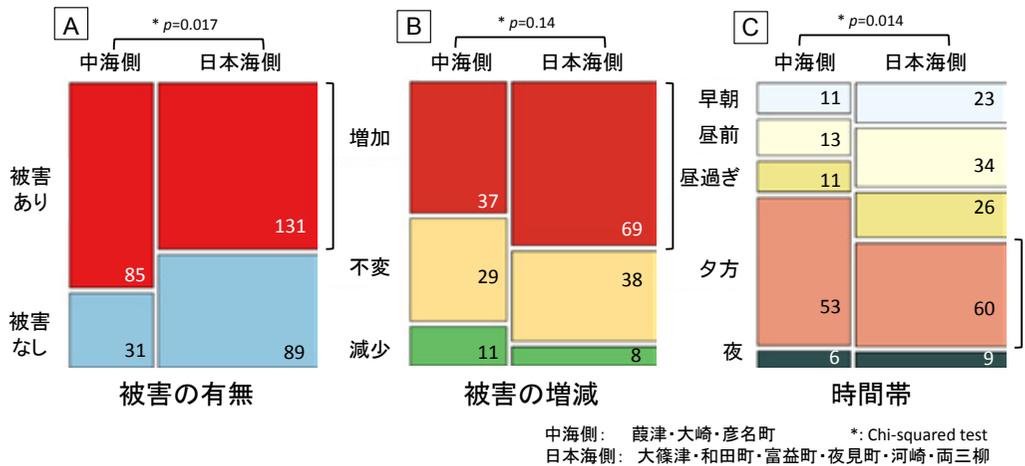


図11 弓ヶ浜地域を中海側（葭津，大崎，彦名町）と日本海側（大篠津，和田町，富益町，夜見町，河崎，両三柳）に分けて，比較検討を行った。A: 刺咬被害の発生の有無に関して検討した。中海側で有意に発生が高いと考えられた。B: 過去と比べて発生が増えているとする人の割合に関しては，中海側と日本海側で有意な差は認められなかった。C: 刺咬被害の発生する時間帯として，夕方に発生が中海と日本海側で差があるかを検討したところ，中海側が有意に夕方に多く，この地域では一部にイヌカカが関与している可能性が示唆された。

数件認められる（35件中5件）。また，「有効な対策が分からない」「対策方法を教えて欲しい」といった意見もある（35件中10件）。

### ヌカカ刺咬被害の分布状況

アンケート回答者に，心当たりのある実際に刺咬を受けた場所をピンポイントで地図上に指摘してもらい，その位置をまとめて地図上に転記した（図12）。その結果，刺咬場所には，和田町，富益町，夜見町，大崎などで明らかなホットスポットが存在することが考えられた。これは，特定の個人が記載したものではなく，複数の個人が近傍で被害を受けていることを示している。一方大崎での直線上の記載は，特定の個人によるものである。

### 考 察

米子地方に発生するヌカカの種類の，長花らによると16種類以上あるとされる。これらの中で，ヒトを刺咬・吸血する可能性のあるものは，トクナガクロヌカカ *Liptoconops nipponensis* Tokunaga, イヌカカ *Culicoides circumscriptus*, ニワトリヌカカ *Culicoides arakawae*, ウシヌカカ *Culicoides oxystoma*, *Culicoides obsoletus*とされる<sup>6)</sup>。弓ヶ浜半島におけるヌカカによる刺咬被害

の最初の報告は，吉田・後藤両氏によるトクナガクロヌカカ *Liptoconops nipponensis* Tokunaga という種で，本種の刺咬による皮膚炎とその症例，発生時期とその消長等について報告されていた<sup>3)</sup>。その後，長花らにより本種の発生地が1956年5月に弓ヶ浜半島の畑であることが突き止められた<sup>4)</sup>。さらに石神によりトクナガクロヌカカの形態・生活史・習性等の究明が行われ<sup>5)</sup>，また木村により本虫の刺咬症および防除に関する基礎的研究が報告されている<sup>6)</sup>。それに前後して，長花，初鹿らによりこのヌカカに関する研究として地理的分布とヒト吸血性，季節的消長が報告されている<sup>9,12)</sup>。日本海側では，山口から北海道の日本海側からさらにはオホーツク海および太平洋の沿岸まで分布していることが明らかとなっている。その後，トクナガクロヌカカに関する研究は長く途絶えていた。

2012年には沖縄久米島にて，ヌカカ科 (*Ceratopogonidae*) のクロヌカカ属 (*Leptoconops*) に一致する，現地名でアーサ虫と呼ばれる極めて *L. nipponensis* に類似した新亜種と考えられるヌカカによる刺咬被害が報告されている<sup>13)</sup>。これらの亜種に関しても，畑・海岸などの砂地の土壌を発生母地とし，症状などについてもトクナガクロ

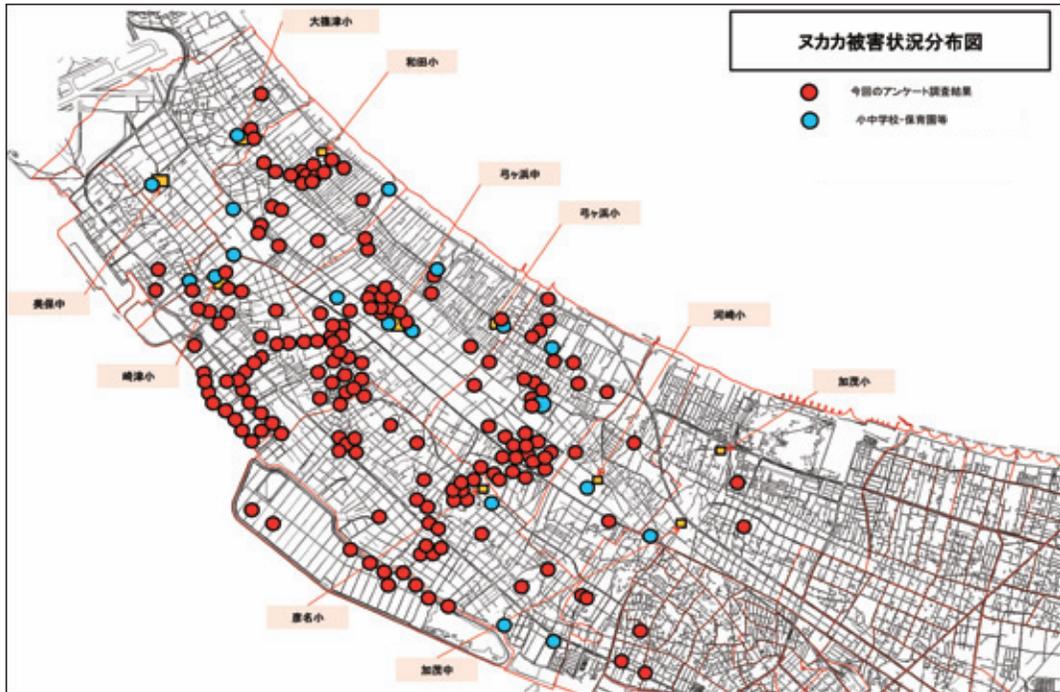


図12 問8の質問で、刺咬を受けた具体的な場所に関して、地図上で図示されたものを再集計した結果を示した。刺咬場所には、和田町、富益町、夜見町、大崎などで明らかなホットスポットが存在していた。

ヌカカとの共通点は多い。

本研究では、被害地域住民に対してアンケート調査を行い、最近のトクナガクロヌカカの特徴を再確認するとともに、その被害の増加・減少を明らかにすることを目的としている。

#### 地域における被害発生の増加、減少傾向について

「近年ヌカカによる被害を受けたことがある」と回答した人の割合を地域で比べてみると、中海側の地域のほうが多く、日本海側は比較的少ない。彦名干拓地の造成以後から干拓虫と呼ばれていることもあって、やはり中海周辺が昔からの発生地域と考えられる。また、日本海側では局所的には和田町などで多くなっているが、現在でもその被害は中海側により多いと考えられる。

しかし、「近年被害が増加している」と回答した人の割合は、単純に中海側と日本海側に分けた場合には有意差は出なかったが、局地的には日本海側（和田町、夜見町、河崎、両三柳）が多い。このことから、ヌカカはもともと中海側で主に発

生していたものが、近年になって発生率が高まり、その生息地を弓ヶ浜地区中央から日本海側に広がっていると考えられる。イソヌカカは干潟の泥砂を発生源とし、海岸沿いが被害地域であるのに対して<sup>7,8)</sup>、トクナガクロヌカカは砂地の土壌を発生母地としている。このことから、この被害の増加はトクナガクロヌカカが関与していることが考えられる。また、夕方に発生が多いといわれるイソヌカカは、中海側で発生している傾向が認められている。このまま対策をとることがなければ、被害の範囲・数ともに増加していく可能性も否定できない。今後、実際にヌカカを捕獲し、直接的にその増加の実態を調査する必要がある。

#### ヌカカの吸血による症状と治療について

症状としては、かゆみが主であり、腫れ、痛み、かぶれと蚊による症状と重なる部分が多い。しかし症状の回復までに要する時間は数日から数週間となっており、蚊と比較してかなり時間を要する場合もあることが分かった。被害にあったあとに

医療機関を受診した人は、およそ4分の1弱の22%となっている。蚊と同様の刺虫では、通常は医療機関を受診することはないことから、単なる搔痒や腫れの程度がひどいだけでなく、受診の必要性があるような重症化や、治療を必要とする何か付随する要因があると考えられる。自由記載による意見には、子供が強い搔痒のため、かきむしってひどくなり、とびひ（伝染性膿痂疹）を発症したとの記載が複数認められた。こういった症例では、医療機関での投薬治療が必要となると考えられる。今後、医療機関を通じての詳細な検討が必要と考えられる。

ヌカカに刺咬された部位の症状が激しい場合には、ジフェンヒドラミン、塩酸ジフェンヒドラミン、サリチル酸ジフェンヒドラミンのいずれかを主成分とした「痒み止め薬」が有効とされ、軟膏、乳液などが市販されている<sup>2)</sup>。一方、トクナガクロヌカカに対する治療法に関しては、これまでに十分には確立されておらず、またアンケートからも十分に認知されていないことがわかった。弓ヶ浜半島における開業医に聴取したところ、一般的な虫刺されに対する治療を行っているということであった。刺された人のアレルギー反応の強さが、症状の重症度に関係しているとの報告もある<sup>6)</sup>。アレルギー反応を抑える治療をいかに速やかに行うかが重要である。今後、標準的な治療法を確立する必要があると考えられる。

ヌカカは刺咬後に有毒物質を注入し、馬・牛などにアレルギー性皮膚炎を引き起こすことが知られている。唾液の注入を通じて、種々の病原体であるウイルス・細菌・原虫・フィラリア線虫の生物学的伝搬を行っている<sup>14)</sup>とされている。具体的には、日本では種類は異なるがヌカカが畜産動物において、寄生虫やウイルス疾患を媒介している。ヌカカは牛などの反芻動物にアカバネウイルス（アルボウイルス）を媒介し、妊娠牛が感染すると胎盤を通じて胎児に感染し、異常産（流産、早産、死産、先天異常仔）、脳脊髄炎、急性熱性疾患を呈するアカバネ病を引き起こす<sup>15,16)</sup>。日本では、九州・四国を中心に年数十頭の発生が報告されている。また、ニワトリヌカカにより鶏のロイコチトゾーン症が媒介され、日本では家畜伝染病予防法において届出伝染病に指定されている<sup>14)</sup>。今後、場合によってはヌカカの吸血行動と病原微生物の有無を、分子生物学的手法を用いて解析す

る必要も考えられる。

現在まで、トクナガクロヌカカを介した伝染性疾患の伝搬は知られていない。しかしながら、今後刺咬を受ける被害者が増大すれば、いずれ何らかの病原体を媒介する可能性は否定できない。

#### 被害の発生時期について

被害の発生する季節は、6月と7月が多い。これは、成虫の採取された時期の、5月の末より急増し6月初旬をピークとして、6月末にはいったん減少し、また7月まで次のピークを形成するという、以前の報告と一致する<sup>5,11)</sup>。発生時間は夕方が多く、くもりで無風の場合が多いことから、降雨がなく、比較的涼しい風のない環境で活動していると考えられる。アンケートの自由記載では、「湿度が高いとき」、「雨上がり」、「雨の降る前の湿度の高い日」に多いとする、湿度の高さが刺咬被害の増加に関連すると指摘する記載が多かったことから、ヌカカの刺咬被害の発生に湿度が関係していることが考えられる。また、この時期は米子市で最も降水量が多い月とも重なる<sup>17)</sup>。これらの条件は、今後ヌカカの刺咬被害の発生を予測し、警報を発生するための重要な情報と考えられる。

#### 被害の発生場所について

発生場所としては畑が最も多い。これは、砂の成分の多い畑の土がトクナガクロヌカカの発生源となっているためと考えられる<sup>4,5)</sup>。弓浜地区で確認されたヌカカのうちイソヌカカは海岸線の泥土中に生息している、とされていることから<sup>7)</sup>、今回の被害増加の主な原因はトクナガクロヌカカである可能性が高いと推定される。被害は屋内外関係なく発生していることから、ヌカカの飛翔能力が予想以上に高く行動範囲が広いことや、微小なため網戸を通過し、わずかな隙間にも侵入可能であることが考えられる。

アンケートの自由記載に関して、「耕作放棄地が発生源になっているのでは」、というものが数件含まれている。近年、弓ヶ浜半島において耕作放棄地が増えて、手入れをされていない畑が住宅地と混在していることが問題視されている。耕作放棄地とトクナガクロヌカカの発生に関しての関連性は現在まで検討されていないが、その可能性は高いと考えられ、今後の検討課題である。

トクナガクロヌカカの虫卵は自然界では砂畑の

砂土表面に産み落とされ、初夏では数日で孵化する。その後幼虫は畑の砂土中で約11ヶ月間の地中生活を行う。地中における生息場所は季節によって異なっている。孵化して間もない幼虫は、夏期の頃は地表近くで生息し、気温の低下に伴って地中深く潜入し、冬期では深いもので地表化40cmのところまで生息している。気温の上昇とともに、再び地表近くで生息し、5月下旬になって蛹化を始め、約6日で羽化する<sup>5)</sup>。このようなライフサイクルにおいて、春先に畑の手入れにより耕すことで土壌が乾燥し、地中の幼虫や蛹が地表に出て死滅することで、ある程度その発生が抑えられる可能性は否定できない。海外の例では、カリブ海周辺でヘヘン (Jejenes) と呼ばれる同様のハエによる被害がある。その発生母地の畑を耕すことで地中深くにある卵や幼虫をさらし、乾燥させることで駆虫できることが知られている<sup>18)</sup>。今後のヌカカ防除の対策として、耕作放棄地に対する検討が必要になってくると考えられる。

#### ヌカカ刺咬被害の対策方法について

蚊に対し有効な忌避薬 (DEETディート: ジエチルトルアミドなど) は、沖縄県久米島のトクナガクロヌカカの亜種であるアースノーマットに対しても効果があると証明されており<sup>19)</sup>、実際に弓ヶ浜地区の人も使用していた。しかし効果が無いと指摘する意見もあった。一般的には、DEETはその忌避活性に秀でているだけでなく、忌避効果を現す害虫スペクトラムが非常に広く、安全性も高いことが知られている<sup>22)</sup>。DEETはヌカカにも十分効果があると考えべきで、その適切な使い方が重要である。袖口・首回りなどの侵入口に使用して、ヌカカの侵入を効果的に防ぐ必要がある。

ヌカカに直接効果があるとして市販されている駆除薬として、「動物用アースノーマット」がある<sup>14)</sup>。この製品は、畜舎や鶏舎等で発生する蚊、ヌカカ、ハエ等の衛生害虫に効果があり、また家畜等にも影響がないという安全性の試験も行われ、動物用医薬部外品として承認を受けている。有効成分は一般家庭用の製品とは異なり動物性アースノーマットではピレスロイド系dl-d-T80-アレスリンを使用しているのに対して、一般家庭用の液状蚊取りではピレスロイド系プラレトリンやフラメトリンが使用されている。トクナガクロヌカカでこの製品が有効であるかの検討はまだ行

われておらず、今後の課題である。

また、大手家庭用殺虫剤メーカーでは、蚊を対象とするものだけではなく、ハエにより効果が高い殺虫剤が開発されている。ヌカカは蚊ではなくハエ目に属することからも、トランスフルトリン・メトフルトリン・シフルトリンなどのピレスロイドを含有した、ハエを対象とした家庭用殺虫剤がより効果があるのではという指摘がある<sup>23, 24)</sup>。その一例として、金鳥ハエとり線香 (大日本除虫菊)、金鳥の渦巻太巻 (屋外ハエ用) (大日本除虫菊) などがあり、今後それらのヌカカに対する効果を検証する必要がある。

アンケートでは、「ヌカカが嫌がる植物を置いた」という設問を設定している。これは、蚊・ヌカカ・ブヨなどの吸血昆虫がハッカ (薄荷) の匂いを嫌う性質があることから、昔からハッカ油を塗るという民間療法があることを踏まえたものであった。これに対して、アンケートからは、ハッカを使用している、あるいはその効果があったとする回答は得られていない。一方でDEETが子供に対する副作用があることから、ハッカ油を虫除けとして使用されている製品も販売されている。

また、ハッカの主成分であるハッカ油を用いた忌避剤の作成法がホームページで紹介されている<sup>20)</sup>。具体的にはハッカ油P (20ml入り、メントール30%含有、健栄製薬) を無水エタノール10mlに20滴を溶解し、さらに精製水を90ml加えて攪拌して作製する。これを噴霧することで、駆虫効果が得られるとされている。これまでの研究では、組成は異なるがハッカ油はある程度の忌避効果が認められている<sup>6)</sup>。今後の検討課題ではあるが、このようなハッカによる防虫が、トクナガクロヌカカに対して実際に効果があるかを検証していく必要がある。住居の周辺にシソ科ハッカ属の多年草であるニホンハッカ (日本薄荷: *Mentha Canadensis* var. *piperaascens*) のようなハーブを植えることで、防虫効果が得られるかどうか、今後検証すべき課題と考えられる。

よく行われている対策として、首にタオルを巻く、衿や袖を詰めて虫が入らないようにする、防虫網のついた帽子を着用するなど、皮膚の露出を減らす方法がとられている。一方で、ヌカカは明るいところで皮膚に止まらせてもなかなか刺咬しないが、小さい特徴を利用して服の隙間から入り

込み、暗いところで刺咬する性質があるとの報告されている<sup>6)</sup>。一般的な蚊に対する防護策以上の、よりきめ細やかな服の中への侵入を防ぐ方策が必要である。

自然環境を維持し、持続可能性のある環境を維持することが求められている現代において、耕作放棄地に駆虫剤をまくような対策をとることは、現実には実行不可能と考えられる。それ故、今後トクナガクロヌカカのより詳細な生態を解明し、ヌカカが多く発生する時期や場所を正確に推定し、個人でも可能なヌカカ対策を検討していく必要がある。まだ科学的にははっきりと証明されていないが、耕作放棄地がトクナガクロヌカカの発生源として予想されている。農業を振興し、土壌を耕すことで土地を管理し、幼虫・さなぎを乾燥・死滅させることで成虫の発生を抑えるなど、経済社会上の課題対策にもつながっている。

これらを踏まえ、今後はヌカカの生態や治療法に対する研究とともに、刺咬の被害発生条件や防除法の情報を提供し、正しい知識を普及啓発する取り組みが必要と考えられる<sup>21)</sup>。

## 結 語

鳥取県米子市の弓ヶ浜地区において、初夏に発生し刺咬被害を引き起こすヌカカによる健康被害の実態を把握するため、その地域で居住または就労している地域住民に対してアンケート調査を実施した。対象者は弓浜地区（大篠津町、和田町、葭津、富益町、大崎、夜見町、河崎、彦名町、両三柳）に在住する米子市の職員、弓浜地区（大篠津、崎津、彦名、和田、富益、夜見、河崎、加茂）の各公民館の利用者、および同地区にある学校・施設等の関係者である。調査を行った2014年8月から2015年1月までに、395件の有効なアンケートを回収し、そのうち近年にヌカカの被害にあったことがある、と回答した245件を対象に解析を行った。その結果、これまで半島の中海側に多かった被害が日本海側でも増えてきていることが明らかとなった。被害にあった場所は畑を中心に広範囲にひろがり、近接する家屋へも侵入し被害を引き起こしていた。被害にあった時期としては6月と7月が多かった。被害にあった時間は夕方が多かった。そのときの気候状況は晴れおよびくもりで、無風の場合が多かった。症状としてはかゆみが最も多く、次に腫れが続き、治療期間は数日から数

週間となった。またそのとき約半数は医療機関を受診せずに市販薬で対応し、約4分の1弱が医療機関を受診していた。通常の蚊に対する対策をとっている人は多いが、正しい対策が分からないという住民もいるため、今後のヌカカ対策のための情報をより広く広報する必要があると考えられた。

稿を終えるに当たり、次の方々のご協力に感謝いたします。鳥取大学医動物学教室（および公衆衛生学教室）の1950年代当時の研究者並びにその関係者である初鹿了川崎医大名誉教授、前嶋條士鳥取大学元教官には、当時の研究の詳細をご教示頂いた。鳥取大学医学部福本宗嗣教授・学部長（医動物学）、大槻均准教授（医動物学）、黒沢洋一教授（公衆衛生学）、能勢隆之元学長（公衆衛生学）、農学部山本定博教授（土壌学）、中秀司准教授（昆虫学）、国際交流センター安藤孝幸教授からは、各専門分野からの貴重なコメントを頂いた。ヌカカに関する資料検索に関して、鳥取県立図書館の支援協力課くらし・産業支援担当の三田祐子司書に協力を依頼し、貴重な資料の提供を受けた。米子市夜見町の佐野皮膚科の佐野喜實先生には、皮膚科医院における現状をご教授頂いた。生命科学科4年次学生の長友善隆君からは、卒業研究として一部解析に協力を得た。鳥取県県土整備部河川課岡田順三技師には、弓ヶ浜半島の地理情報（GIS shapefile）の入手に協力して頂いた。鳥取県、鳥取大学ならびに米子市の関係者（米子市のヌカカ対策関係者会議を含む）として、米子高専の青木薫教授、サンイン技術コンサルタントの星川和夫顧問、鳥取県衛生環境研究所の長谷岡淳一所长、鳥取県西部総合事務所生活環境局の松本康右局长、鳥取県生活環境部の森川泰敬次長、境港市市民生活部環境衛生課の出木茂樹課長、鳥取県ベストコントロール協会の小田隆弘会長、米子市環境政策局環境政策課の山田津八百局长、同企画部地域政策課の若林満弘企画員、鳥取大学地域連携担当の法橋誠理事・副学長、鳥取大学産学・地域連携推進機構の増田紳哉コーディネーター、大日本除虫菊株式会社・中央研究所第1化学研究室・生物研究室川尻由美室長、同第二営業部吉岡照太郎部長の方々からは、貴重なコメントを頂いた。これらの方々のご協力に感謝いたします。

## 文 献

- 1) Weblio辞書 ヌカカ ホームページより  
<http://www.weblio.jp/content/%E3%83%8C%E3%82%AB%E3%82%AB>

- 2) 害虫大辞典 ヌカカの仲間 ホームページより  
<http://www.shigakan.co.jp/jiten/dictionary/cat79/nukaka.html>
- 3) 吉田重春, 後藤甫 (1949) 糠蚊刺症に就いて 米子医学雑誌 1: 44-45
- 4) 長花操, 外山寛樹, 石神兼英 (1959) トクナガクロヌカカ (新称) *Leptoconops nipponensis* Tokunaga, 1937 (Ceratopogonidae Diptera) の発生地について. 米子医学雑誌, 10: 177-178
- 5) 石神兼英 (1959) トクナガクロヌカカ (*Leptoconops nipponensis* Tokunaga) の形態と生態に関する研究. 米子医学雑誌 10: 179-203
- 6) 木村良一 (1959) トクナガクロヌカカ (*Leptoconops nipponensis* Tokunaga) による刺咬症とその防除に関する研究. 米子医学雑誌 10: 904-930
- 7) 稲垣卓 (1959) イソヌカカ (*Culicoides circumscriptus* Kieffer) の生態とその防除に関する研究. 米子医学雑誌 10: 997-1012
- 8) 加納六郎, 徳永哲 著 (2003) 新版 日本の有害節足動物 —生態と環境変化に伴う変遷 東海大学出版会
- 9) 長花操, 初鹿了, 外山寛樹 (1959) トクナガクロヌカカ (*Leptoconops nipponensis* Tokunaga) の地理的分布と人吸血性について. 米子医学雑誌 10: 207-208
- 10) 長花操, 初鹿了 (1960) トクナガクロヌカカ (*Leptoconops nipponensis* Tokunaga) の地理的分布 (第2報) 米子医学雑誌 11: 559-560
- 11) 長花操, 初鹿了, 西田弘 (1960) トクナガクロヌカカ (*Leptoconops nipponensis* Tokunaga) の季節的消長. 米子医学雑誌 11: 561-562
- 12) 長花操, 吉田幸雄, 島谷敏男, 西田弘, 初鹿了 (1960) トクナガクロヌカカ *Leptoconops nipponensis*, Tokunagaの地理的分布 (第3報). 医学と生物学 57: 86-89
- 13) 安座間安仙, 岡野祥, 神谷大二郎, 平良勝也, 國吉杏子, 玉那覇康二 (2011) 沖縄県久米島におけるヌカカ類による被害状況, 生態および防除法に関する調査 (1) —被害状況に係る被害多発住民へのアンケート調査—. 沖縄県衛生環境研究所報 45: 67-73
- 14) 「畜舎・鶏舎に飛来するヌカカの生態とその防除について」 富田薬品ホームページより [http://www.tomita-pharma.co.jp/members/pdf\\_as/nomat02.pdf](http://www.tomita-pharma.co.jp/members/pdf_as/nomat02.pdf)
- 15) 梁瀬徹 (2009) ヌカカが媒介する家畜のアボウイルス. 衛生動物 60 (3), 195-212
- 16) 早川陽子, 筒井俊之 アカバネ病を媒介するヌカカの飛翔行動と気温の関係. 畜産技術 688, 2-6, 2012
- 17) 「気温と雨量の統計」 <http://weather.time-j.net/>
- 18) 鳥取大学乾燥地研究センターの研究者よりの情報提供
- 19) 岡野祥, 安座間安仙, 神谷大二郎, 眞榮城徳之, 寺田考紀, 真保栄陽子, 松田聖子, 大城聡子, 盛根信也, 喜屋武向子, 平良勝也, 玉那覇康二 (2012) 沖縄県久米島におけるヌカカ類による被害状況, 生態および防除法に関する調査 (2) —生態および防除法に関する研究—. 沖縄県衛生環境研究所報 46: 37-45
- 20) 「ひんやり・虫よけ・いか香り…ハッカ油が万能過ぎる」 ホームページより <http://matome.naver.jp/odai/2140334934403568601>
- 21) 岡野祥, 安座間安仙, 福地斉志, 仲間幸俊, 平良勝也, 久高潤, 玉那覇康二 (2013) 沖縄県久米島におけるヌカカ類による被害状況, 生態および防除法に関する調査 (3) —生態および防除法に関する研究—. 沖縄県衛生環境研究所報 47: 69-74
- 22) 小川謙吾, 村上幸雄, 井口辰興 家庭の衛生環境: 害虫忌避剤と誘引殺虫剤 家庭用殺虫剤概論III 日本家庭用殺虫剤工業会編 2002年11月改定 pp.45-50
- 23) 大日本除虫菊株式会社・中央研究所の研究者からの情報提供
- 24) 家庭用殺虫剤とピレスロイド: その使い方と安全性 日本家庭用殺虫剤工業会編 2007年3月改定 pp.1-40