

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 24 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K08082

研究課題名(和文) 肺吸虫の新規待機宿主ニホンジカにおける感染状況調査と感染成立要因の検討

研究課題名(英文) Investigation of seroprevalence and transmission routes for *Paragonimus westermani* infection in sika deer

研究代表者

吉田 彩子 (Yoshida, Ayako)

宮崎大学・農学部・教授

研究者番号：20343486

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：シカ肉からのウェステルマン肺吸虫感染リスク評価を目的に、ニホンジカの抗肺吸虫抗体保有状況を調査した。西日本地域で、2013年2月から2020年3月に捕獲されたニホンジカ合計1546頭を対象に吸収処理ELISAにより抗肺吸虫抗体を検出したところ、1.4%が抗体陽性となった。同地域のイノシシの感染率は9.1～43.0%と報告されていることから、イノシシ肉に比べてリスクは低いものの、肺吸虫症の流行地ではシカ肉もまた感染リスクとなり得ることが示された。また、本研究においてシカの第一胃からサワガニの脚が検出され、シカは第1中間宿主のサワガニを摂食することで、肺吸虫に感染していることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、ニホンジカはウェステルマン肺吸虫に感染した第2中間宿主のサワガニを摂食することで肺吸虫に感染し、待機宿主として筋肉内に幼若虫を保有して、ヒトへの感染源となることがわかった。また、シカ肉からのウェステルマン肺吸虫への感染リスクは、イノシシ肉に比べ低いと推察されたものの、肺吸虫に感染しているとみられるニホンジカは肺吸虫症の流行地域に広く分布していることを明らかにした。これらの成果は、寄生虫学上の新しい知見であるとともに、食の安全性確保や公衆衛生の向上に貢献することが期待できる。

研究成果の概要(英文)：Seroprevalence of *Paragonimus* infection in sika deer was evaluated to assess the risk of paragonimiasis through venison consumption. Total 1,546 blood samples collected from sika deer from February 2013 to March 2020 in western Japan were tested by pre-adsorbed ELISA, and 1.4% of them were positive for anti-*Paragonimus* antibodies. Our results suggested that venison can be a risk of the infection in the endemic areas of paragonimiasis, although the infection risk of venison would be lower than that of wild boar meat considering the positive rate in wild boars in these areas (9.1-43.0%). In addition, the leg of Japanese freshwater crab, *Geothelphusa dehaani*, was found in the rumen of sika deer, suggesting sika deer got *Paragonimus* infection by the ingestion of Japanese freshwater crab, the first intermediate host.

研究分野：寄生虫学

キーワード：ウェステルマン肺吸虫症 ニホンジカ 抗体検査 待機宿主 ジビエ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

肺吸虫症は東アジア、東南アジア、インドなどに広く発生がみられる寄生虫症で、我が国では本州以南にウェステルマン肺吸虫(*Paragonimus westermani*)、宮崎肺吸虫(*P. miyazakii*)、大平肺吸虫(*P. ohirai*)の3種が分布する。本来、肺吸虫は犬や猫などの食肉目動物を終宿主とするが、ウェステルマン肺吸虫と宮崎肺吸虫はヒトにも感染して病原性を示す人獣共通寄生虫として、公衆衛生上の重要度が高い¹。

肺吸虫のヒトへの感染は、第2中間宿主の淡水性カニ(サワガニ、モクズガニ)の生食と、幼弱虫を筋肉に保有する待機宿主イノシシの肉の生または加熱不十分な状態での摂食が主要な感染ルートとされてきた^{1,2}。ところが、2016年に鹿児島県産ニホンジカの筋肉から生きたウェステルマン肺吸虫が検出され、ニホンジカもまた肺吸虫の待機宿主になり得ることが示された³。

そこで、2001年から2015年までの間に宮崎大学医学部寄生虫学分野が診断に関与した肺吸虫症例380例の食歴を検討し、肺吸虫感染におけるシカ肉食の重要度を評価した結果、シカ肉由来の感染は全体の6.8~20.0%となった⁴。また、また、岐阜県の5市1町と宮崎県の1町で捕獲されたニホンジカにおける抗肺吸虫抗体の保有状況を検討したところ、岐阜県で捕獲されたニホンジカの2.5%が抗肺吸虫抗体を保有しており⁴、この抗体陽性個体の捕獲地(市レベル)は、岐阜県内で発生したシカ肉の生食が原因とみられる肺吸虫症患者の居住地と一致していたことから、肺吸虫症の流行地におけるシカ肉に起因する肺吸虫症の発生が強く示唆されていた⁴。

2. 研究の目的

近年、野生動物による農林業被害の深刻化から、シカの個体数調整のための狩猟や有害捕獲が実施されており、これによって捕獲されたニホンジカをジビエ(野生鳥獣肉)として有効利用する活動が全国的に活発化している。しかしながら、ニホンジカにおける肺吸虫の感染状況についてはほとんどわかっておらず、ヒトへの健康被害リスク評価の観点からも疫学調査に基づく正確な情報の把握が必要となっていた。

そこで本研究では、肺吸虫症の原因食材としてのシカ肉のリスク評価を目的に、シカ肉由来とみられる肺吸虫症患者の発生が確認されている岐阜県以西の西日本地域において、ニホンジカにおける抗肺吸虫抗体の保有状況を調査した。加えて、ニホンジカの食性を検討するとともに、シカへの感染源と考えられる淡水性カニの感染状況調査から、ニホンジカへの肺吸虫感染の成立要因について検討を行った。

3. 研究の方法

(1) 血液サンプル

西日本地域の1府16県で、2013年2月から2020年3月に捕獲されたニホンジカ合計1546頭から血液を採取し、抗肺吸虫抗体の検出に用いた。調査対象地とそれぞれの調査地における検体数については表1に示した通りである。陰性コントロール血清としては、離乳後間もない生後半年以内と推定されたニホンジカ3頭の血清を用いた。

(2) 抗体検査

吸収処理ELISAにより肺吸虫に対する特異抗体を検出した³。吸収抗原には槍形吸虫虫体抽出粗抗原(Dc)、鱗蛭虫体抽出粗抗原(Ep)または肝蛭虫体抽出粗抗原(Fh)を、検出抗原には肺吸虫虫体抽出粗抗原(Pw)を用いた。2次抗体にはHRP標識ウサギ抗シカIgG抗体(Kirkegard & Perry Laboratories Inc., MD)、基質は3,3',5,5'-tetra-methylbenzidine(TMB: Kirkegard & Perry Laboratories Inc.)を用い、450nmの吸光度を測定した。

検出抗原Pwを0.05M炭酸-重炭酸バッファー(pH9.6)で2µg/mlとなるように希釈して、96

穴プレート(Maxisorp 96-Well Microplate、NuncTM、Roskilde、Denmark)に 50 μ l ずつ分注した。4 で一晩静置した後、0.05 % Tween-20-PBS (0.05 % PBST) 300 μ l で 3 回洗浄し、1 % caseine-TBS を 150 μ l 加え、室温で 2 時間以上ブロッキングした。次に、最終濃度 10 μ g/ml の吸収抗原 Dc、Ep または Fh と 4 で一晩反応させた 1,000 倍希釈血清を 50 μ l ずつ加え、37 で 60 分静置した。その後、0.05 % PBST で洗浄し、2,000 倍に希釈した 2 次抗体を 50 μ l ずつ加え、37 で 60 分間 インキュベートした。0.05 % PBST で洗浄し、TMB を 50 μ l ずつ加え、室温で遮光して 20 分発色させた後、2N の H₂SO₄ を 25 μ l 加えて発色反応を停止し、マイクロプレートリーダー (Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA) によって 450nm の波長を計測した。吸収処理 ELISA のカットオフ値は、陰性コントロール血清の平均 + 3SD の値を参照に 0.2 とした。

(3) ニホンジカの食性についての検討

ニホンジカの食性については、糞便および第一胃内容物を用いて検討した。

糞便は、2017 年の 5 月から 8 月に宮崎県または大分県で捕獲されたニホンジカ、それぞれ 26 または 19 頭より直腸便を採材した。QIAamp DNA Stool Mini Kit (Qiagen, Venlo, Netherlands) を用いて糞便から抽出した DNA をテンプレートとし、サワガニ DNA の検出を行った。

第一胃内容物については、岐阜県内で 2015 年 6 月から 2016 年 8 月にかけて捕獲されたニホンジカ 34 頭から第一胃内容物を採取し、内容物について市販の食物アレルギー物質スクリーニングキット (FA テスト EIA-甲殻類 II、ニッスイ、東京) を用いて甲殻類タンパク質の検出を行った。陽性となった検体について、メッシュで濾して固形物を回収し、肉眼により甲殻類様物質を採取し、QIAamp DNA Mini Kit (Qiagen) により DNA を抽出し、分子生物学的にサワガニかどうか判定した。

(4) サワガニ DNA の検出

mtDNA のチトクローム C オキシダーゼサブユニット I (cox1, 555bp) と 16S rRNA 遺伝子領域 (466bp) を PCR で増幅し、えられた産物の塩基配列を調べた⁵。また、シカの捕獲地周辺で採取したサワガニより、DNA を抽出し、対照として検討に用いた。系統解析には、MEGA5 の NJ 法を用いた。

(5) サワガニの肺吸虫感染状況調査

兵庫県、宮崎県、徳島県、熊本県については、抗肺吸虫抗体陽性となったシカの捕獲地周辺の河川でサワガニを捕獲し、肺吸虫の感染状況を確認した。

採取したサワガニを破砕し、ガラス板により圧平、または、0.1%ペプシンにより 37 で 1 晩消化して、実体顕微鏡下でメタセルカリアの有無を確認した。得られた肺吸虫とみられるメタセルカリアについては、QIAamp DNA Mini Kit (Qiagen) または DirectPCR Lysis Reagent (Viagen Biotech, Inc., CA) を用いて DNA を抽出し、ITS-2 領域を増幅してえられた PCR 産物のダイレクトシーケンシングまたは SnaBI と BssSI を用いた PCR-RFLP 法⁶ より肺吸虫の虫種を決定した。ITS-2 領域の配列よりウェステルマン肺吸虫と判定された場合は、さらに、16S rRNA 遺伝子の一部を増幅し、SnaBI と BsrDI を用いた PCR-RFLP 法⁶ により、ウェステルマン肺吸虫 2 倍体と 3 倍体について鑑別を行った。

4 . 研究成果

(1) ニホンジカにおける抗肺吸虫抗体の保有状況

1 府 17 県の調査地計 36 地域 (市町村レベル) で捕獲されたニホンジカの血清または血液検体から、吸収抗原 ELISA 法により抗肺吸虫抗体の検出を行った (表 1)。その結果、岐阜県、京都府、兵庫県、広島県、愛媛県、熊本県、宮崎県、鹿児島県で捕獲されたニホンジカに抗体陽性の個体

が確認された。肺吸虫症の流行地におけるイノシシの感染率は 9.1% から 43.0%と報告されている^{7,8}。本研究において、ニホンジカの抗体陽性率は 0.0% から 5.1%であることが示されたことから、シカ肉からの肺吸虫への感染リスクはイノシシ肉に比べて低いことが推察された。また、シカ肉に起因するとみられる肺吸虫症患者の発生と、ニホンジカにおける抗肺吸虫抗体の保有状況をイエーツのカイ二乗検定で評価したところ、患者の発生地域では発生のない地域に比べニホンジカの抗体陽性率が高く ($\chi^2=5.917, p<0.05$)、シカ肉からの肺吸虫への感染

表 1. ニホンジカにおける抗肺吸虫抗体の保有状況

シカ肉由来 肺吸虫症患者	府県名	調査地域数	検体数	抗肺吸虫抗体	
				陽性数	陽性率
あり	岐阜	7	212	8	3.8%
	京都	3	62	1	1.6%
	兵庫	3	150	1	0.7%
	熊本	2	79	4	5.1%
	大分	3	135	0	0.0%
	宮崎	3	250	4	1.6%
	鹿児島	1	100	2	2.0%
	合計	22	988	20	2.0%
なし	滋賀	1	53	0	0.0%
	和歌山	1	52	0	0.0%
	岡山	1	101	0	0.0%
	広島	1	52	1	1.9%
	山口	1	34	0	0.0%
	徳島	2	85	1	1.2%
	愛媛	1	52	0	0.0%
	高知	1	41	0	0.0%
	福岡	2	34	0	0.0%
	長崎	1	54	0	0.0%
	合計	12	558	2	0.4%

リスクも高い地域であると考えられた。しかしながら、患者発生のない地域においても、抗肺吸虫抗体陽性の検体が認められたことから、感染リスクはゼロではなく、感染を防ぐためにも、シカ肉の生食は避けるべきであることが示された。

(2) ニホンジカの食性に関する検討

ニホンジカの食性については、糞便および第一胃内容物を用いて検討した。

まず、2017 年の 5 月から 8 月に宮崎県または大分県で捕獲されたニホンジカの直腸便、それぞれ 26 または 19 検体から、サワガニ DNA の検出を PCR 法により試みたが、いずれの検体も陰性であった。

第一胃内容物については、岐阜県内で 2015 年 6 月から 2016 年 8 月にかけて捕獲されたニホンジカの第一胃内容物 34 検体について、市販の食物アレルギー物質スクリーニングキットを用いて甲殻類タンパク質の検出を行ったところ、1 検体が陽性反応を示した。そこで、陽性となった個体の胃内容物をメッシュで濾して固形物を回収して肉眼により精査し、甲殻類の脚様物質を採取した。この脚様物質の *cox1* (MF942469) および 16S rRNA 遺伝子 (MF942452) の塩基配列は、Gene bank に登録されたサワガニの配列とそれぞれ 98.9% および 99.8% で一致した⁵。さらに、この配列は、系統分類学的にも同地域で捕獲されたサワガニの配列と同じクラスターに属したことから、ニホンジカの胃内にあった甲殻類脚様物質は同地域に分布するサワガニものであると考えられた⁵。

以上の結果より、ニホンジカはウェステルマン肺吸虫に感染した第 2 中間宿主のサワガニを摂食することで肺吸虫に感染し、待機宿主としてヒトへの感染源となり得ることが示唆された。

(3) サワガニにおける肺吸虫感染状況

兵庫県、宮崎県、徳島県、熊本県においては、抗肺吸虫抗体陽性となったニホンジカの捕獲地周辺の河川でサワガニを捕獲し、肺吸虫の感染状況を確認した。それぞれの調査地において、サワガニ 79、102、54、122 匹を捕獲し、肺吸虫のメタセルカリアの感染状況を調べたところ、兵庫県 13.9%、宮崎県 44.1%、徳島県 20.3% で肺吸虫の感染が確認された。回収したメタセルカリアの ITS-2 領域と 16S rRNA 遺伝子の塩基配列を解析したところ、兵庫県ではウェステルマン肺吸虫の 2 倍体であったが、宮崎県と徳島県で採取されたメタセルカリアは全て宮崎肺吸虫のものであった。熊本県で採取したサワガニについては、全例が肺吸虫陰性であった。

岐阜県と鹿児島県の抗肺吸虫抗体陽性シカの捕獲地周辺におけるサワガニの肺吸虫感染状況について、松尾らは岐阜県の捕獲地周辺で採取したサワガニがウェステルマン肺吸虫 (2 倍体)

に感染していたことを報告しており⁵、また、鹿児島県については、捕獲地周辺におけるサワガニの感染率は1.3%と同地域のモクズガニの感染率(27.0%)に比べ低いものの、ウェステルマン肺吸虫の3倍体の感染が確認されている⁹。つまり、岐阜県、兵庫県、鹿児島県の抗体陽性シカの捕獲地周辺では、確かにウェステルマン肺吸虫が分布しており、ニホンジカがメタセルカリアを保有するサワガニを捕食することでウェステルマン肺吸虫に感染する環境が成立していることが確認できた。

一方で、今回の調査では、宮崎県、徳島県、熊本県では、抗体陽性シカの捕獲地周辺でウェステルマン肺吸虫の分布を確認することができなかった。ウェステルマン肺吸虫のサワガニでの分布は非常に限局してみられることが一般的であることから、対象の範囲を広げて調査をする必要があると考えられた。また、宮崎県と徳島県の調査地では、高率に宮崎肺吸虫の感染が認められた。ウェステルマン肺吸虫とは異なり、ヒトは第2中間宿主のサワガニから宮崎肺吸虫に感染するとされており、待機宿主を介した感染は報告がない。しかしながら、同地域で捕獲されたニホンジカが宮崎肺吸虫に感染したサワガニを摂食すれば、感染は成立しないまでも宮崎肺吸虫に感作されて抗体を保有する可能性は否定できない。同属のウェステルマン肺吸虫と宮崎肺吸虫は抗原性が類似しており、血清学的な鑑別が非常に困難である。今後、肺吸虫の分布状況と合わせ、シカ肉からヒトへの肺吸虫の感染リスクについては、慎重に検討する必要があると考えられた。

<引用文献>

- ¹ Nawa Y, Nakamura-Uchiyama F. Paragonimus and Paragonimiasis in Japan. In: Asian Parasitology. Arizono N, Chai J, Nawa Y, Takahashi Y, Eds. The Federation of Asian Parasitologists, Chiba, Japan, 2005, 125-131.
- ² Nagayasu E, Yoshida A, Hombu A, Horii Y, Maruyama H. Paragonimiasis in Japan: A twelve-year retrospective case review (2001-2012). Intern Med, Vol. 54, 2015, 179-186.
- ³ Sugiyama H, Shibata M, Arakawa K, Morishima Y, Yamasaki H. Risk for paragonimiasis westermani infection through venison, Infectious Agents Surveillance Report (IASR), 37, 2016, 36.
- ⁴ Yoshida A, Matsuo K, Moribe J, Tanaka R, Kikuchi T, Nagayasu E, Misawa N, Maruyama H. Venison, another source of *Paragonimus westermani* infection. Parasitol Int, Vol. 65(6 Pt A), 2016, 607-612.
- ⁵ 松尾加代子, 森部絢嗣, 高島康弘, 上津ひろな, 可知正行, 粕谷志郎, 吉田彩子, 阿部仁一郎, ウイラチャイ・サイジュンタ, 吾妻健. シカ肉の生食による肺吸虫感染の可能性. 日本獣医師会雑誌, 第71巻, 2017, 449-453.
- ⁶ Sugiyama H, Umehara A, Morishima Y, Yamasaki H, Kawanaka M. Detection of *Paragonimus metacercariae* in the Japanese freshwater crab, *Geothelphusa dehaani*, bought at retail fish markets in Japan. Jpn J Infect Dis 62, 2009, 324-325.
- ⁷ Sugiyama H, Shibata K, Kawakami Y, Arakawa K, Morishima Y, Yamasaki H, Gokuden M, Iwakiri T, Fukumori J. Paragonimiasis due to the consumption of wild boar meat in Japan: contamination levels of lung fluke larvae in muscle samples of wild boars caught in Kagoshima prefecture. Jpn J Infect Dis 68, 2015, 536-537.
- ⁸ Shibahara T, Nishida H. An epidemiological survey of the lung fluke, *Paragonimus* spp. in wild mammals of the northern part of Hyogo Prefecture, Japan. Nihon Juigaku Zasshi 47, 1985, 911-919.
- ⁹ 柴田勝優, 川上泰, 森嶋康之, 山崎浩, 杉山広. 鹿児島県の肺吸虫流行地におけるモクズガニのメタセルカリア寄生状況調査. 第76回日本寄生虫学会東日本支部大会, 2016.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yoshida A, Doanh PN, Maruyama H	4. 巻 199
2. 論文標題 Paragonimus and paragonimiasis in Asia: An update.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Acta Torop.	6. 最初と最後の頁 105074
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.actatropica.2019.105074	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 松尾加代子, 森部絢嗣, 高島康弘, 上津ひろな, 可知正行, 粕谷志郎, 吉田彩子, 阿部仁一郎, ウイラ チャイ・サイジュンタ, 吾妻健	4. 巻 71
2. 論文標題 シカ肉の生食による肺吸虫感染の可能性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本獣医師会雑誌	6. 最初と最後の頁 449-453
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12935/jvma.71.449	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 吉田彩子	4. 巻 74
2. 論文標題 肺吸虫症	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 医学と薬学	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 吉田彩子
2. 発表標題 野生動物の有効活用と注意すべき感染症～野生動物由来の人獣共通寄生虫症～
3. 学会等名 令和元年度 日本獣医師会獣医学術年次大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田彩子, 松尾加代子, 吹田修身, 丸山治彦, 野中成晃
2. 発表標題 二ホンジカにおける抗肺吸虫抗体の保有状況調査
3. 学会等名 第162回日本獣医学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田彩子, 尾針由真, 長安英治, 丸山治彦, 板垣 匡, 野中成晃
2. 発表標題 二ホンジカにおける抗肺吸虫抗体の保有状況および抗体陽性シカ捕獲地周辺におけるサワガニの肺吸虫感染状況調査.
3. 学会等名 第88回日本寄生虫学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshida A, Matsuo K, Nagayasu E, Nonaka N, Maruyama H
2. 発表標題 Venison: A new transmission route for human paragonimiasis.
3. 学会等名 14th International Congress of Parasitology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Maruyama H, Nagayasu E, Yoshida A
2. 発表標題 Paragonimiasis among Asian immigrants in Japan.
3. 学会等名 14th International Congress of Parasitology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 丸山治彦, 吉田彩子, 渡邊知佳, 菊地泰生
2. 発表標題 肺吸虫症からみえるわが国の食文化 - 玄界灘沿岸から筑紫平野にかけての特殊性とは.
3. 学会等名 第71回日本寄生虫学会南日本支部大会・第68回日本衛生動物学会南日本支部大会合同大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田彩子, 松尾加代子, 長安英治, 森部絢嗣, 丸山治彦, 野中成晃
2. 発表標題 ニホンジカにおける抗肺吸虫抗体の保有状況調査
3. 学会等名 第87回日本寄生虫学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田彩子, 松尾加代子, 長安英治, 森部絢嗣, 野中成晃, 丸山治彦
2. 発表標題 肺吸虫待機宿主としてのニホンジカの重要性
3. 学会等名 第86回日本寄生虫学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松尾加代子, 上津ひろな, 可知正行, 粕谷志郎, 森部絢嗣, 高島康弘, 吉田彩子, 阿部仁一郎, 吾妻健
2. 発表標題 シカ肉の生食による肺吸虫感染の可能性
3. 学会等名 第86回日本寄生虫学会大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	長安 英治 (Nagayasu Eiji) (20524193)	宮崎大学・医学部・助教 (17601)	
研究 協力者	松尾 加代子 (Matsuo Kayoko)		
研究 協力者	S i s w n d i R i k i (Siswandi Riki)		
研究 協力者	柴田 美帆 (Shibata Miho)		
研究 協力者	W a n g Z h e n z h e n (Wang Zhenzhen)		
連携 研究者	野中 成晃 (Nonaka Nariaki) (50281853)	北海道大学・獣医学研究院・教授 (10101)	
連携 研究者	三澤 尚明 (Misawa Naoaki) (20229678)	宮崎大学・産業動物防疫リサーチセンター・教授 (17601)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	桐野 有美 (Kirino Yumi) (70630523)	宮崎大学・農学部・助教 (17601)	
連携研究者	森部 絢嗣 (Moribe Junji) (50456620)	岐阜大学・応用生物科学部・特任准教授 (13701)	