

平成 30 年 6 月 15 日現在

機関番号：32701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K06939

研究課題名(和文)日本のカエルはどうしてカエルツボカビで死なないのか？

研究課題名(英文)Why do not die Japanese frogs with chytrid fungus.

研究代表者

宇根 ユミ (UNE, Yumi)

麻布大学・獣医学部・教授

研究者番号：40160303

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、両生類の新興病原体であるカエルツボカビ(Bd)が在来種に与える影響を宿主と寄生体の双方を解析・評価し「なぜ日本の両生類は死なないのか」その機序解明を目的とする。その結果、ITS-1領域の違いに基づくBdハプロタイプごとに、その形状、増殖態度および病原性が異なり、国内では弱毒性Bdを主流とした多種類のハプロタイプのBdが自然界で維持されていることを明らかにした。免疫抑制モデルを用いた感染実験で、一過性の不顕性感染であったことから、在来種のBd抵抗性には免疫以外の生体防御機構も働いている可能性が示唆された。また、ツボカビ症でみられる電解質の変化は皮膚の水透過性異常に起因するものと推察した。

研究成果の概要(英文)：Chytrid fungus is an important emerging pathogen of amphibians, but does not cause mortality in native species. In this study, we aimed to elucidate pathogenesis from the viewpoint of both frog (host) and Batrachochytrium dendrobatidis Bd (pathogen). It was found that the Bd haplotype based on difference in the ITS-1 region expressed different morphology, proliferative behavior, and pathogenicity. Additionally, several Bd haplotypes, mainly that of attenuated Bd, were naturally maintained in native species. In the infection experiment using the immunosuppressive model, finding of transient subclinical infection suggested that biological defense mechanisms other than immunity may be involved in Bd resistance of native species. Moreover, the observed change in electrolyte balance due to chytrid fungus was caused by abnormal water permeability of the skin.

研究分野：獣医病理学

キーワード：カエルツボカビ 両生類 宿主 病原体 生態系保全 新興感染症

1. 研究開始当初の背景

カエルツボカビ (*Batrachochytrium dendrobatidis*; Bd) は、1998年豪州とパナマで大量死した両生類で、初めて確認された病原体で、1999年に1属1種の新種の真菌として登録された。本菌は両生類に致死感染を起こすことが知られており、世界各地の20科200種以上の両生類の個体数が減少または絶滅したとされている。そのため、2008年に国際獣疫事務局はBdを国際的な監視が必要な届出病原体に指定した。申請者は2006年12月に飼育下外国産両生類の集団死事例からアジア初のBdを発見した。環境省と国立環境研究所は全国Bd野外調査を行い、0.8%と低率ながら野生下の両生類にBdが感染していることを明らかにした。しかしながら、その後の多くの調査でも、ツボカビ症と診断される事例は1事例も確認できなかった。国内流通過程で外国産両生類に致死のツボカビ症が流行している。一方で、国内の野生両生類には、Bd-GPLを含むBdが感染している動物がいるにも関わらず、致死の流行や明らかな両生類の個体数、種数の減少も確認されていない。

2. 研究の目的

本研究は、両生類の新興病原体であるカエルツボカビ (*Batrachochytrium dendrobatidis*, Bd) が日本の両生類に与える影響を宿主と寄生体 (病原体) の双方を解析・評価し「なぜ日本の両生類は死なないのか」その機序を解明しようとするものである。

3. 研究の方法

本研究では、まず、国内自然界でのBd分布とハプロタイプを把握するため、1) モニター動物としたウシガエル (*Lithobates catesbeiana*; Lc) 幼生の検証を行い、併せて、最適なカエルツボカビ (Bd) 検出方法を検討する。そして、野生下Lcから検出・分離されるBdに関して2) Bdの国内分布、遺伝子型別、系統解析：全国各地からLcを採取して、検出されるITS領域の塩基配列の違いによるハプロタイプ別と汎用マーカーによる型別を並行して実施し、他国のBdと比較検討する。3) 分離Bd株の形態学的特徴および培養性状：これらを検索し遺伝子型との関連を検討する。Bd遺伝子型による病原性の検討：両生類を用いた感染実験によって検証する。また、宿主側の要因については、4) Bdと宿主免疫状態との関連を検討：在来種のBd抵抗性を担う因子として免疫状態に注目して、トウホクサンショウオ幼体に急性被曝量の放射線を照射したのちに、Bdを暴露し、感染の成立、発症および致死率を評価した。

5) 国内両生類のBdへの抵抗性因子の検討：抗菌ペプチドを含む皮膚粘液のBd増殖抑制効果評価法を確立する。具体的には、スライドチャンバーに様々な濃度の培養Bdを加えて、遊走子および遊走子嚢の増殖状況を検討して評価のための至適条件を決定する。6) Bdが宿主皮膚水透過性を与える影響の評価：Bdを実験感染させたBd高感受性カエルを用い

て、水透過性の変化、病変および感染状況などで評価した。

4. 研究成果

1) ウシガエル幼生における口器ツボカビ症および検査法の確立

Lcは国内に広く分布しており、過去の調査にてBd感染率が高く、保菌するハプロタイプの種類も多いことが確認されている。また、幼生個体は採集が容易であり、かつ、Bdの感染部位である角質層が口器に局限していることから、口器のみを検査対象とすることができる。的確にBdを検出する検査法についても検討した。

一息池からウシガエル幼生59匹を採集し、これらの口器を病理検査 (肉眼検査と組織検査) および口器から採取したswabを用いてnested PCRを行った。結果、21匹の口器に肉眼的変化を認め、そのうち20匹にnested PCRまたは病理組織検査でBdを確認した。肉眼的変化がない38匹中17匹にPCR検査、病理組織検査のいずれか、または両方でBdを検出した。Bd感染による口器の肉眼的変化の特徴は、嘴の①色素消失、②色素沈着層の菲薄化、③変形および④歯列の淡明化であった。以上より、ウシガエル幼生はBd易感染性であり、目視によって容易に感染を確認できることから、Bdモニター動物として有効であると結論づけた。

また、検査法の検討として、nested PCR (swab、口器) および口器病理組織検査を比較した。2カ所の生息池から各60匹、合計120匹を採集した。1検体ですべての検査を行えないため、目視検査によって口器異常を有する個体が同程度に含まれるように2群に分け、1群はswabおよび口器を材料とするnested PCR、2群は口器病理組織検査を行った。各種検査の検出率は、swab nested PCR (67%)、口器 nested PCR (65%)、口器病理組織検査 (33%) の順に高かった。感度はswabよりも口器を材料とするnested PCRの方が高かったが、有意差を認めないこと、swabの採取は、採取者の手技習熟度の影響を受けることから、口器を材料とするnested PCRが推奨された。以上より、ウシガエル幼生の口器を採材し、nested PCRを行うことで、的確なBd感染状況を把握できると結論づけた。

2) 野生下ウシガエル幼生を対象としたカエルツボカビの国内分布と遺伝子型

野生下ウシガエル幼生におけるBd感染率、保有haplotypeを解析し、Bd国内実態を調べた。2年間の各1~6月、26都府県44地域から835匹のウシガエル幼生を採集し、そのPCR産物からダイレクトシーケンス法によりBdのITS領域の塩基配列を決定し、既存のハプロタイプと比較、各ハプロタイプの国内分布を調べた。その結果、19都府県、29地域、266匹 (感染率32%) に感染を認めた。検出地域におけるBd感染率は平均51% (3~100%) であつ

た。266 検体中 68 検体の塩基配列が決定され、これらは 41 に型別された。うち、6 type は既存のハプロタイプと一致し、その内訳は世界流行系統 (A type : 19、CW34 Clone N : 1 検体)、中国検出株 (Bd50 : 1、Bd41 : 1 検体)、P type : 2、Z type : 2、検体であった。他 35 type は過去に報告のないものであった。中でも A type の高率かつ広域分布を確認した。国内、中国、アフリカ、ブラジル、オーストラリア、エクアドルおよびテキサス検出株の遺伝子データとともに、系統解析 (近隣結合法) を行った。Clade 形成に明瞭な地域差はなく、中国検出株と同じ clade にはいる検体も認められた。

以上より、Bd は日本およびアジアでは固有病原体 (endemic) であり、長い歴史を経て宿主両生類と共に共進化している可能性があると考えた。

3) 国内由来カエルツボカビの培養性状と病原性の検討

国内野生下ウシガエルオタマジャクシの口器から Bd を分離培養し、シークエンス解析によってハプロタイプを決定した。実験 1 : Endmic Bd とツボカビ症外来両生類由来株 C (NBRC-112385) と増殖速度、遊走子嚢の増殖形態および大きさを経時的に比較した。さらに Bd 病原性遺伝子の検索を行った。実験 2 : Bd 高感受性両生類に C および Endmic Bd 培養樹立株 1.0×10^6 /mL を暴露し、経時的に Bd 感染状況 (PCR 法、臨床症状、直接鏡検、病理組織検査)、死亡率を検討した。その結果、ツボカビ症幼生 25 匹より 66 株の樹立に成功し、ハプロタイプは A1 株と E65 株であった。実験 1 : C と E は指数関数的に増加した。C (1.0×10^5 /mL) 条件下で増殖速度が有意に速かった。また、E は小型遊走子嚢が集塊状に増殖していた。一方、C は個々に増殖していた。

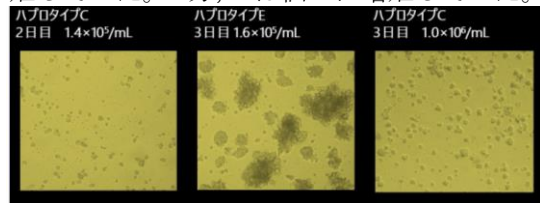


図1 培養所見 中央・右: 培養3日目の所見

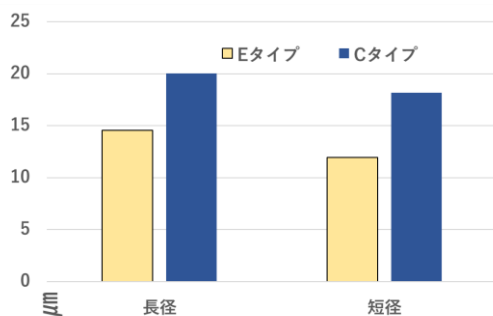


図2 ハプロタイプ別の遊走子嚢サイズ

3つの遺伝子座を比較したところ、CとEで同一であった。実験2: A、CとEを用いた

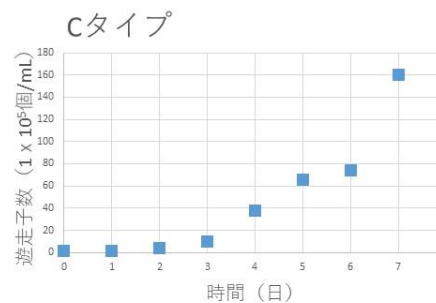
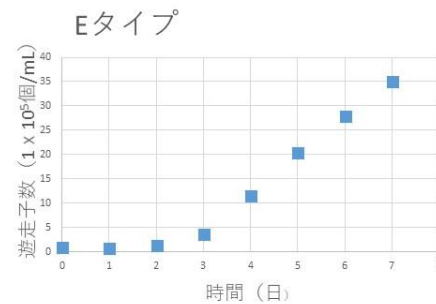


図3 チャンバー培養によるBd増殖曲線

感染実験では、ともに全期間中感染が継続した。脱皮皮遊走子嚢観察数の平均値はCの方が多かったが、暴露早期に増加し、時間経過とともに減少した。Eは徐々に増加した。病理組織学的には皮膚の遊走子嚢数はCがやや多かった。また、ともに高度な表皮の肥厚が観察された。死亡率はA100%、CとEは0%であった。

本研究では、国内在来両生類の起源探索における Endemic Bd の位置づけを考察した。その結果、ITS-1 領域の違いによるハプロタイプが、Bd の増殖態度や病原性とも関連していることが明らかになった。そしてハプロタイプ A は強毒株、E は弱毒株と評価され、国内野生化両生類には病原性の異なる Bd 株が存在することが明らかにされた。在来種にツボカビ症が確認されない1つの理由として、自然界に強毒株が存在しないことが考えられたが、宿主 (在来種) が強毒株に対して抵抗性をもつことが示唆された。

4) 宿主の免疫状態と Bd に関する検討

放射線に感受性の高い小型サンショウウオ成体に急性被曝量 3Gy 群 3 匹と対照群 2 匹として、うち 2 匹 または、1 匹を $Bd10^6$ 液に浸漬し、PCR 法による感染確認および発症・致死率を検討した (本研究ではトウホクサンショウウオを用いた)。その結果、照射群のうち 1 匹が 2 週目に一過性に陽性となったが、脱皮の亢進などツボカビ症の臨床兆候もみられなかった。また、被曝群の肝臓において造血細胞数が減少し、肝細胞の核が肥大していた。以上の結果から、照射による免疫状態の低下が生じていたと推察されるが、一過性に感染しただけで、免疫のみが在来種の Bd 抵抗性を司っているとは考えられなかった。

5) Bd 増殖抑制効果評価法の検討

複数の増殖抑制因子の効果を、同時し複数のハプロタイプについて経時的に評価できる方法としてスライドチャンバー培養法を検討した。増殖パターンの異なるハプロタイプ C

と E の Bd 遊走子密度を段階的に希釈して増殖曲線を求めたところ、Bd 10^5 濃度で、観察期間 7 日で、C は 35×10^5 / ml に、E は 160×10^5 / ml に達し、この条件が評価に最適と結論付けた

6) カエルツボカビ感染が皮膚水吸収に与える影響

ツボカビ症の病理発生を明らかにするために、次の実験を行った。Bd 高感受性動物イエアメガエル (*Litoria caerulea*) 感染群 5 匹、対照群 5 匹、計 10 匹を用いた。感染群には、培養した Bd 遊走子 1×10^6 、5,000 または 6,000 個/ml の飼育水を 1 日浸漬させた後、7 日間、通常飼育し、軽度ツボカビ症を発症させた。対照群は 7 日間、通常飼育した。これらのカエルを安楽死させた後、Ussing chamber 改良装置を用いて大腿部と背部の皮膚の水透過性試験を行った。併せて、皮膚を病理組織学的に、血液を血清生化学的に調べた。Bd 感染確認は全個体の皮膚を病理組織学的に観察した他、5 匹 (感染群 : 3 匹、対照群 : 2 匹) の皮膚から nested PCR を行った。

感染群 5 匹中、3 匹にツボカビ症の特徴である高度の脱皮を認め、その内、1 匹は食欲不振、元気消失を伴っていた。Bd 感染の確認では、5 匹中 2 匹に病理組織検査または nested PCR にて感染を認めた。水透過性試験において、大腿部皮膚の水透過性における水分調節機能の破綻を確認した。すなわち、抗利尿ホルモン (arginine vasotocin: AVT) 反応性 AQP を介する水透過性が有意に減少し、AVT 刺激の有無に関わらず水を透過させる AQP を介する水透過性が有意に上昇した。背部皮膚には、水透過性を認めなかった。病理組織学的検索では、大腿部、背部ともに表皮角質層・表皮細胞層の肥厚および表皮細胞数の増数を認めたが、有意差は得られなかった。その他、表皮細胞の変性などを観察した。血清生化学検査では、血漿膠質浸透圧、Na、Mg、Ca および Cl の減少を認めた。これらのうち、Mg と Ca の変化には有意差を認めたが、その他の成分の変化には有意差は認められなかった。以上の結果より、ツボカビ症の病理発生機序において、Bd 感染から心不全に至る経路の 1 つに皮膚水透過性を介する水分調節機能の破綻が関与し、電解質バランスの恒常性を維持できなくなり、心不全に至ると結論づけた。

限定的な IST-1 領域の違いによるハプロタイプの意義については、以前より、議論されてきたが、今回、汎用されている 3 つの遺伝子座が同一であるにも関わらず、ハプロタイプによって、Bd の形状、増殖態度および病原性も異なることが、本研究によって初めて証明された。そして、病原性の異なる Bd が国内自然界に維持されており、endemic と考えられる弱毒 Bd が主流であること証明した。また、免疫抑制モデルを用いた実験によって、在来種の Bd 抵抗性は免疫以外の生体防御機構が働いている可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線) すべて査読あり

[雑誌論文] (計 40 件のうち 21 件を記載)

1. Sho Kadekaru, Yumi Une. Comparison of methods for detection of chytrid fungus (*Batrachochytrium dendrobatidis*) in bullfrog tadpole mouthparts. *J Vet Med Sci*. 2018 Feb 9;80(2):260-262. doi: 10.1292/jvms.17-0071. Epub 2017 Dec 22.
2. Yoshinori Takami, Yumi Une. Buoyancy disorders in pet *Ambystoma mexicanum*: 3 cases. *Dis Aquat Organ*. 2018 Jan 31;127(2):157-162. doi: 10.3354/dao03187.66.
3. Yoshinori Takami, Yumi Une. Blood clinical biochemistry and packed cell volume of the Mexican axolotl (*Ambystoma mexicanum*). *Journal of Herpetological Medicine and Surgery*. <https://doi.org/10.5818/16-10-091.1>.
4. Satoshi Taniguchi, Ken Maeda, Taisuke Horimoto, Joseph S Masangkay, Roberto Puentespinna Jr, James Alvarez, Eduardo Eres, Edison Cosico, Noriko Nagata, Kazutaka Egawa, Harpal Singh, Aiko Fukuma, Tomoki Yoshikawa, Hideki Tani, Shuetsu Fukushi, Shinobu Tsuchiaka, Tsutomu Omatsu, Tetsuya Mizutani, Yumi Une. First isolation and characterization of pteropine orthoreoviruses in fruit bats in the Philippines. *Arch Virol*. 2017 Jun;162(6):1529-1539. doi: 10.1007/s00705-017-3251-2. Epub 2017 Feb 11.
5. Yoshinori Takami, Yumi Une. A retrospective study of diseases in *Ambystoma mexicanum*: A report of 97 cases. *The Journal of Veterinary Medical Science*. 2017 Jun 16;79(6):1068-1071. doi: 10.1292/jvms.17-0066. Epub 2017 May 19
6. Kosuke Tsugo, Shin-ichi Nakamura, Hiroko Yamanaka and Yumi Une. A study on the efficacy of the recombinant Yersinia adhesin A vaccine against yersiniosis in the early phase. *The Journal of Veterinary Medical Science*. 2017 May 18;79(5):855-863. doi: 10.1292/jvms.16-0528. Epub 2017 Mar 20.
7. Shin-ichi Nakamura, Yoko Yoshimura, Hideki Hayashidani, Taketoshi Iwata, Sachiko Iseda and Yumi Une. Fatal Salmonellosis in Captive Maras (*Dolichotis patagonum*) Caused by *Salmonella* Enteritidis. *Journal of Comparative Pathology*. 2017 May;156(4):440-445. doi: 10.1016/j.jcpa.2017.01.007. Epub 2017 Feb 24.
8. Emi Sasaki, Toshihiro Tokiwa, Kosuke Tsugo, Yukiko Higashi, Hiroshi Hori and Yumi Une. Peracute Bacterial Meningitis due to Infection with *Klebsiella pneumoniae* in Captive-bred Ruffed Lemurs (*Varecia*

- variegata*). Journal of Comparative Pathology. 2017 Feb - Apr;156(2-3):281-285. doi: 10.1016/j.jcpa.2016.12.003. Epub 2017 Feb 1.
9. Masanobu Kimura, Yumi Une, Michio Suzuki, Eun-Sil Park, Koichi Imaoka, Shigeru Morikawa. Isolation of *Brucella inopinata*-like bacteria from White's and Denny's tree frogs. Vector-Borne and Zoonotic Diseases. 2017 May;17(5):297-302. doi: 10.1089/vbz.2016.2027. Epub 2017 Feb 16.
 10. Toshihiro Tokiwa, Hiromu Sugiyama, Kensuke Taira, Yasuhiro Yoshikawa, Yumi Une. Prevalence of *Baylisascaris* roundworm in captive kinkajous in Japan. The Journal of Parasitology. 2016 Apr;102(2):293-4. doi: 10.1645/15-816. Epub 2015 Nov 13.
 11. Shohei Minami, Yutaka Terada, Hiroshi Shimoda, Masaki Takizawa, Mamoru Onuma, Akihiko Ota, Yuichi Ota, Yoshihito Akabane, Kenichi Tamukai, Keiichiro Watanabe, Yumiko Naganuma, Eiichi Kanagawa, Kaneichi Nakamura, Masanari Ohashi, Yoshinori Takami, Yasutsugu Miwa, Tomoaki Tanoue, Masao Ohwaki, Jouji Ohta, Yumi Une, Ken Maeda. Establishment of serological test to detect antibody against ferret coronavirus. The Journal of Veterinary Medical Science. The Journal of Veterinary Medical Science. 2016 Jul 1;78(6):1013-7. doi: 10.1292/jvms.16-0059. Epub 2016 Mar 3.
 12. Kota Okadera, Masako Abe, Naoto Ito, Hiromichi Mitake, Kazuma Okada, Kento Nakagawa, Yumi Une, Hiroshi Tsunemitsu, Makoto Sugiyama. Isolation and Characterization of a Novel Type of Rotavirus Species A in Sugar Gliders (*Petaurus Breviceps*). Journal of General Virology. 2016 May;97(5):1158-67. doi: 10.1099/jgv.0.000433. Epub 2016 Feb 19.
 13. Sho Kadekaru, Ken-ichi Tamukai, Atsushi Tominaga, Koichi Goka and Yumi Une. Spontaneous oral chytridiomycosis in wild bullfrog tadpoles in Japan. The Journal of Veterinary Medical Science, 78(4):573-577, 2016. doi: 10.1292/jvms.15-0486. Epub 2015 Dec 20.
 14. Kenichi Tamukai, Toshihiro Tokiwa, Hideki Kobayashi, Yumi Une. Ranavirus infection in an outbreak of dermatophilosis in captive inland bearded dragons (*Pogona vitticeps*). Veterinary Dermatology, Apr;27(2): 99-105e28. 2016. doi: 10.1111/vde.12288. Epub 2016 Jan 11.
 15. Chambers JK, Tokuda T, Uchida K, Ishii R, Tatebe H, Takahashi E, Tomiyama T, Une Y, Nakayama H. The domestic cat as a natural animal model of Alzheimer's disease. Acta Neuropathol Commun. 2015 Dec 10;3(1):78. doi: 10.1186/s40478-015-0258-3.
 16. Toshihiro Tokiwa, Sho Kadekaru, Masao Ito, Makoto Yoshida, Yumi Une. Oxalate nephropathy in free-living American bullfrog tadpoles. Diseases of Aquatic Organisms. 2015 Oct 27;116(3):199-203. doi: 10.3354/dao02936.
 17. Masako Andoh, Akiko Sakata, Ai Takano, Hiroki Kawabata, Hiromi Fujita, Yumi Une, Koichi Goka, Toshio Kishimoto, Shuji Ando. Detection of *Rickettsia* and *Ehrlichia* spp. in ticks associated with exotic reptiles and amphibians imported into Japan. PLoS One. 2015 Jul 24;10(7):e0133700. doi: 10.1371/journal.pone.0133700. eCollection 2015.
 18. Shin-ichi Nakamura, Hideki Hayashidani, Aya Yonezawa, Isao Suzuki, Yumi Une. Yersiniosis due to infection by *Yersinia pseudotuberculosis* 4b in captive meerkats (*Suricata suricatta*). Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. 27(5):641-644, 2015.
 19. Kaori Sano, Sachiko Okazaki, Satoshi Taniguchi, Joseph S Masangkay, Roberto Puentes-pina Jr., Eduardo Eres, Edison Cosico, Niña Quibod, Taisuke Kondo, Hiroshi Shimoda, Yuuki Hatta, Shumpei Mitomo, Mami Oba, Yukie Katayama, Yukiko Sassa, Tetsuya Furuya, Makoto Nagai, Yumi Une. Detection of a novel herpesvirus from bats in the Philippines. Virus Genes. 51(1):136-139. 2015, doi: 10.1007/s11262-015-1197-6. Epub 2015 May 9.
 20. Shoichi Fuma, Sadao Ihara, Isao Kawaguchi, Takahiro Ishikawa, Yoshito Watanabe, Yoshihisa Kubota, Youji Sato, Hiroyuki Takahashi, Tatsuo Aono, Nobuyoshi Ishii, Haruhi Soeda, Kumi Matsui, Yumi Une, Satoshi Yoshida. Dose rate estimation of the Tohoku hynobiid salamander, *Hynobius Lichenatus*, in Fukushima. Journal of Environmental Radioactivity. 143:123-134, 2015
 21. Tsuyoshi Hosoya, Yasuko Hanafusa, Tomoo Kudo, Kenichi Tamukai, Yumi Une. First report of *Veronaea botryosa* as a causal agent of chromomycosis in frogs. Medical Mycology. 53 (4): 369-377, 2015. doi:10.1093/mmy/myu094 (May 2015)
- [学会発表] (計 25 件のうち 15 件を記載)
1. 伊藤葉子、嘉手苺将、宇根有美、国内由来カエルツボカビの培養性状と病原性の検討、第 5 回日本獣医病理学専門家協会学術集会、201
 2. 永田雄太、杉山淳一、田中邦明、宇根有

- 美、アズマヒキガエル幼生の体腔水腫症の流行、第5回日本獣医病理学専門家協会学術集会、2018
3. 杉山淳一、永田雄太、田向健一、宇根有美、ツノガエルにおける顔面粘液腫症様病変の流行、第5回日本獣医病理学専門家協会学術集会、2018
 4. 宇根有美、村上 賢、野生ヌマガエル *Fejervarya kawamurai* におけるラナウイルスの動態、第160回日本獣医学会、2017
 5. 阪本真由美、常盤俊大、寺田恭子、宇根有美、ヌマガエル (*Fejervarya kawamurai*) 体内におけるラナウイルスの動態と意義、第160回日本獣医学会、2017
 6. Sho Kadekaru, Yuki Shibata, Toshihiro Tokiwa, Masakazu Suzuki, Yumi Une, Effect of *Batrachochytrium dendrobatidis* infection on cutaneous absorption of green tree frogs, 2017 American College of Veterinary Clinical Pathologists, American Society for Veterinary Clinical Pathology Concurrent Annual, 2017
 7. Nozomi Shimonohara, Yumi Une, Kidney of Giant salamander, Annual meeting, American College of veterinary pathologists, 2016 (招待講演)
 8. 宇根有美、国内外のラナウイルスの現状、日本爬虫両生類学会第55回沖縄大会、2016 (招待講演)
 9. 杉山淳一、嘉手苺将、野々上範之、宇根有美、大量死したオオサンショウウオ (*Andrias japonicus*) にみられた腎症、第15回爬虫類と両生類の臨床と病理のための研究会ワークショップ、2016
 10. 園田 翔、添田晴日、府馬正一、中尾稔、宇根有美、トウホクサンショウウオ (*Hynobius lichenatus*) の集団寄生虫感染、第15回爬虫類と両生類の臨床と病理のための研究会ワークショップ、2016
 11. 佐々木瑛美、松波志保、田中帆奈、中尾稔、宇根有美、アズマヒキガエルの寄生虫性慢性口炎の流行、第15回爬虫類と両生類の臨床と病理のための研究会ワークショップ、2016
 12. 佐々木瑛美、松波志保、田中帆奈、中尾稔、宇根有美、アズマヒキガエル (*Bufo japonicus formosus*) における寄生虫性慢性口炎の流行、第159回日本獣医学会、2016
 13. 木村昌伸、宇根有美、奥谷晶子、鈴木道雄、朴ウンシル、森川 茂、今岡浩一、無尾類に由来するブルセラ属菌、第159回日本獣医学会、2016
 14. 宇根有美、両生類の新興感染症、第14回爬虫類と両生類の臨床と病理のための研究会、2015 (招待講演)
 15. Yumi Une, Toshihiro Tokiwa, Masaru Murakami, The prevalence of ranaviruses in wild populations of Japan, Third

International Symposium on Ranaviruses,
2015

[図書] (計1件)

1. 宇根有美、田向健一、学窓社、爬虫類マニユアル 第二版、2017、439

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宇根 ユミ (UNE, Yumi)

麻布大学・獣医学部・教授

研究者番号：40160303

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

共田 洋 (TOMODA, Hiroshi)

北里大学・薬学部・教授

研究者番号：70164043