

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 19 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24405004

研究課題名(和文) アフリカ諸国の食の化学物質汚染のサーベイランスとモニタリング法の開発

研究課題名(英文) Monitoring of food contamination and surveillance of chemical hazard in African countries

研究代表者

石塚 真由美 (Ishizuka, Mayumi)

北海道大学・(連合)獣医学研究科・教授

研究者番号：50332474

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,600,000円

研究成果の概要(和文)：アフリカはすでに、急激な開発による「副作用」を受け、化学物質の汚染は生態系の浄化作用では対処できない地域が顕在化している。我々の予備調査では、食肉や魚類の有害金属やDDTの濃度はWHO基準を超えており、アフリカ諸国の食の化学物質汚染の現状の把握は喫緊の問題となっている。本研究では、ザンビア、南アフリカ、ガーナ、エジプト、エチオピアにおける家畜を中心とした環境汚染の影響を明らかにし、環境汚染が食の安全やヒトの健康に及ぼすリスクについて報告した。

研究成果の概要(英文)：Environmental pollution is a serious problem in most African countries. Persistent chemicals such as heavy metals, pesticides, dioxins, PCBs, etc. can be found not only in water, soil, air, plant, but also in the livestock animals. Monitoring these pollutant levels in food animals is of great importance to the wellbeing of all life forms. In this study, we measured accumulated levels of these environmental pollutants in animals and clarified the effects of chemical hazard on human and animals.

研究分野：獣医学

キーワード：アフリカ 環境汚染 産業動物 家畜 野生動物

1. 研究開始当初の背景

現在、アフリカ地域におけるわが国の研究・支援は、感染症制圧を中心に精力的に行われている。一方で、人間活動の環境への影響の中で、コントロールが難しく目に見えにくく、ヒトの生死にすぐに直結しないために、その対策が後回しにされているのが環境汚染問題である。特に、アフリカからの汚染物質の環境中への放出は年々増加しており、マダガスカルなど近隣の諸島への汚染拡大と生態系への影響も懸念されている。WHO は、アフリカでは環境リスクファクターが原因と考えられる疾患が全体の 4 分の 1 を占め、更に毎年 297 万人が死亡していると報告している。2009 年にタンザニアで開催された第 2 回 TICAD 閣僚級フォローアップ会合では、アフリカが直面する喫緊の課題として環境問題が取り上げられている。

我々は 2008 年から、アフリカ諸国における環境の汚染の概要を調査するとともに、環境汚染サーベイランスのためにアフリカ諸国とトキシコロジーネットワークの構築を行ってきた。

- ・ アフリカでは近年、資源開発に伴って急激に環境が悪化しており、特に、都市部や鉱床地域、閉鎖的湖沼地域では、環境化学物質による汚染レベルは重金属や DDT をはじめ、WHO の基準を上回っている(Nakayama et al. 2011, Yabe et al. 2010, Yabe et al. 2011)。
- ・ アフリカ諸国では人獣共通感染症の制圧が重要課題の一つとなっているが、我々は鉛の高度の環境汚染によって免疫応答に異常をきたしている家畜群も見出ししており、環境汚染が感染症流行の潜在的な要因の一つにもなりかねないことを報告した。
- ・ また、鉱床等の開発活動は、450km 以上離れた国立公園にもその副産物となる金属類が拡散していることも見出ししており、多様性に富む生物層に汚染物質が蓄積しつつあることも報告した。急激な交通開発により、呼吸器疾患が顕在化する濃度で都市部の大気状況が悪化していることも歩哨動物のげっ歯類を用いたラット・サーベイランスにより明らかになってきている。

我々はこれらの調査結果を受け、2009 年～2011 年度に「国際トキシコロジーシンポジウム in アフリカ」をザンビア共和国・ルサカ市において緊急に開催し、10 数カ国のアフリカ各国の研究者らとケミカルハザード問題についてディスカッションを行った。各国の認識でも、現在最も不足し、特に、今後の研究調査で必要となってくるのが生物層の毒性学的なデータであるとの結論に至った。シンポジウムでは、動物に関する毒性学的データの欠如が各国の対策を後手に回す原因と

もなっていることで意見が一致した。

特に産業動物の著しい化学物質汚染から、食の安全に関する各国の懸念は深刻であり、WHO の勧告を上回る食肉の汚染物質の蓄積が明らかとなりつつあり、また、有害金属の汚染、オイル、農薬などの明らかな環境化学物質の急性中毒による家畜の集団死が頻発している。ナイジェリアでは 2010 年にザムファラ州で 400 人以上の子供が鉛中毒により死亡する事件が起きている。このケミカルハザードでは、ヒトにおける中毒の前に、家畜など棲息動物に先に病態が顕在化しており、産業動物のサーベイランスやモニタリングが実施できていれば十分に防ぐことのできた事件であったと言われている。

従ってヒトへの被害や汚染の拡散を事前に防ぐための歩哨動物として、産業動物のモニタリングは非常に重要である。また、アフリカはこれまでの地下資源依存のモノ経済から農産物輸出へのマルチ経済へと移行を目指しており、アフリカ諸国における食の安全の欠如は、アフリカが新たな食の汚染源となる可能性は十分に考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、アフリカで飼育されている産業動物について、下記の点を明らかにする。
アフリカの汚染環境下において産業動物に蓄積する化学物質の網羅的解析を行い、問題となっている汚染物質を明らかにする。
化学物質による毒性学的影響の網羅的解析と病態リスクの洗い出しを行う。
フィールドにおける毒性学的影響評価の為に既存のマーカーの解析と、尿や血液の miRNA 変動プロファイルなどを用いた新規評価方法を確立する。

本研究では、産業動物における化学物質感受性を決定する機構のデータ基盤を構築するとともに、ヒトおよび家畜のケミカルハザードを検出する為のセンシング方法を確立する。また、化学物質の代謝経路を明らかにすることで、研究年度後半には汚染された化学物質を除去する為の機能食品・飼料の開発を行う。

3. 研究の方法

アフリカ諸地域で、予備的調査により特に汚染が亢進していることが明らかになった国(当該研究ではザンビア、南アフリカ、ガーナ、エジプト、エチオピア)における産業動物およびその飼料・環境の化学物質汚染のサーベイランスを展開した。

試料の採集

各国協力機関の研究者らと共同で産業動物を中心にその飼料・餌、飼育環境の環境試料

(水、土壌)のサンプリングを行った。産業飼育動物は、国・地域によって特色があるが、ウシ、ヤギ、ラクダ、バッファロー、ニワトリを対象とした。飼育動物は、環境汚染の蓄積しやすい肝臓および腎臓、可食部(筋肉)、脾臓、脳、血液のサンプリングを行った。尿については多環芳香族類の網羅的解析のために、ウシを中心に採集した。特にヤギおよびニワトリに関しては、各国共通で飼育していることから、当該研究のモニタリング指標動物とした。

アフリカ諸国における産業動物の新興化学物質のケミカル・サーベイランス
採集動物の棲息環境(土壌や底質など)および対象生物に蓄積する環境汚染物質の分析を行った。汚染物質に関しては特に有害金属もしくは半金属(鉛、カドミウム、ヒ素、水銀)、農薬(有機塩素系農薬)、多環芳香族類(ベンゾピレン、ピレン)に着目し、有害金属に関してはその蓄積形態に関する分析も行った。

4. 研究成果

ザンビア

ザンビアにおける広域の重金属汚染を調べたところ、特に Kabwe 地域で鉛の重度土壌汚染が認められた。そこで、野生動物、家畜について鉛蓄積を調べたところ、ヒトの健康に影響を及ぼすレベルで可食部に鉛が蓄積していることが明らかとなった。この地域に住む子供の血液の鉛濃度を分析したところ、 $10 \mu\text{g}/\text{dL}$ をはるかに超える血中濃度が検出された。一部、鉛濃度が極端に高いニワトリについては、当該地域の担当獣医師にデータを提供し、安全が確保されるまでその流通を止めることとなった。

南アフリカ

国立公園において、河川域の食物連鎖の頂点に立つタイガーフィッシュなどで、高濃度の DDT の蓄積が認められた。

ガーナ

都市部では特に多環芳香族類による環境汚染が進んでいることが分かった。その原因としてガソリンなど化石燃料の燃焼が主要因となっていることが明らかとなった。また、金鉱山においてイリーガルな採掘方法として問題になっているアマルガム製錬方法については、水銀などの付近の汚染はそれほど広がっていないこともわかった。しかしその一方で、ヒ素により付近の食の汚染が明らかとなり、今後、対策が必要であると考えられた。

エジプト

バッファロー、ラクダ、をはじめ、エジプトで飼育されている様々な家畜に蓄積する環境化学物質の蓄積について分析を行ったと

ころ、特に鉛や銅など重金属類について WHO の基準値以上に可食部に蓄積されていること明らかとなった。また、反芻類では特に舌などにこれら重金属類の蓄積濃度が高いことも明らかとなった。

エチオピア

閉鎖的湖沼に生息する魚類や鳥類に蓄積する環境汚染物質についてスクリーニングを行った結果、特に有機塩素系農薬である DDT が魚食性鳥類に高濃度に蓄積していることが明らかとなった。エチオピアでは DDT のオプソリート問題が深刻化しており、その組成から魚類へのこれらの化学物質の蓄積の原因になっていることも考えられた。また、鳥類およびヒトの健康リスクに関するアセスメントを行ったところ、発がん性や繁殖リスクが増大していることが明らかとなった。

鳥類および哺乳類における環境化学物質の代謝経路を明らかにした。また、第 I 相反応および第 II 相反応を同定し、これまで知られていなかった代謝経路の種差についても明らかにした。

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)

[雑誌論文](計 37 件)

1. Darwish WS, Nakayama SMM, Itotani Y, Ohno M, Ikenaka Y, Ishizuka M. Metabolic Activation of Heterocyclic Amines and Expression of Xenobiotic-Metabolizing Enzymes in the Gastrointestinal Tract of Rats. *Journal of Food Science* (2015, in press) 査読有
2. Darwish WS, Hussein MA, El-Desoky KI, Ikenaka Y, Nakayama SMM, Mizukawa H, Ishizuka M. Incidence and public health risk assessment of toxic metal residues (cadmium and lead) in Egyptian cattle and sheep meats. *International Food Research Journal* (2015, in press) 査読有
3. Nakata H, Nakayama SMM, Ikenaka Y, Mizukawa H, Ishii C, Yohannes YB, Konnai S, Darwish WS, Ishizuka M (* Equal contribution). Metal extent in blood of livestock from Dandora dumping site, Kenya: source identification of Pb exposure by stable isotope analysis. *Environ Pollut* (2015, in press) 査読有
4. Saengtienchai A, Ikenaka Y, Darwish WS, Nakayama SMM, Mizukawa H, Ishizuka M. Characterization and tissue distribution of conjugated metabolites of pyrene in the rat. *J Vet*

- Med Sci (2015, in press) 査読有
5. Ikenaka Y, Nakayama SMM, Oguri M, Saengtienchai A, Mizukawa H, Kobayashi J, Darwish WS, Ishizuka M. Are red gourami (*Colisa labiosa*) low xenobiotic metabolizers? Elucidation of in vivo pharmacokinetics of pyrene as a model substrate. *Environ Toxicol Pharmacol*, 39:1148-1153 (2015) 査読有
 6. Bortey-Sam N, Ikenaka Y, Akoto O, Nakayama M.M.S, Yared YB, Baidoo E, Mizukawa H, Ishizuka M. Levels, potential sources and human health risk of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in particulate matter (PM10) in Kumasi-Ghana. *Environ Sci Pollut Res*, 1-10 (2015) 査読有
 7. Yabe J, Nakayama SMM, Ikenaka Y, Yohannes YB, Bortey-Sam N, Oroszlany B, Muzandu K, Choongo K, Kabalo AN, Ntapisha J, Mweene A, Umemura T, Ishizuka M (* Equal contribution). Lead poisoning in children from townships in the vicinity of a lead-zinc mine in Kabwe, Zambia. *Chemosphere*, 119:941-947 (2015) 査読有
 8. Bortey-Sam N*, Nakayama SMM*, Ikenaka Y, Akoto O, Yohannes YB, Baidoo E, Mizukawa H, Ishizuka M (* Equal contribution). Human health risks from metals and metalloid via consumption of food animals near Gold Mines in Tarkwa, Ghana: Estimation of the daily intakes and target hazard quotients (THQs). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 111:160-167 (2015) 査読有
 9. Watanabe KP, Kawai YK, Nakayama SMM, Ikenaka Y, Mizukawa H, Takaesu N, Ito M, Ikushiro S, Sakaki T, Ishizuka M. Partial cloning of CYP2C23a genes and hepatic protein expression in eight representative avian species. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 38(2):190-195 (2015) 査読有
 10. Saengtienchai A, Ikenaka Y, Nakayama SMM, Mizukawa H, Kakehi M, Bortey-Sam N, Darwish W, Tsubota T, Terasaki M, Poapolathep A, Ishizuka M. Identification of inter-specific differences in phase II reactions: Determination of metabolites in the urine of 16 mammalian species exposed to environmental pyrene. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 33(9):2062-2069 (2015) 査読有
 11. Bortey-Sam N, Ikenaka Y, Nakayama SMM, Akoto O, Yohannes YB, Baidoo E, Mizukawa H, Ishizuka M. Occurrence, distribution, sources and toxic potential of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface soils from the Kumasi Metropolis, Ghana. *Sci Total Environ*, 496:471-478 (2014) 査読有
 12. Yohannes YB, Ikenaka Y, Nakayama SMM, Ishizuka M. Organochlorine pesticides in bird species and their prey (fish) from the Ethiopian Rift Valley region, Ethiopia. *Environmental Pollution* 192 : 121-128 (2014) 査読有
 13. Yohannes YB, Ikenaka Y, Saengtienchai A, Watanabe KP, Nakayama SMM, Ishizuka M. Concentrations and human health risk assessment of organochlorine pesticides in edible fish species from a Rift Valley Lake - Lake Ziway, Ethiopia. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 106:95-101 (2014) 査読有
 14. Akoto O, Bortey-Sam N, Nakayama SMM, Ikenaka Y, Baidoo E, Yohannes YB, Mizukawa H, Ishizuka M. Distribution of heavy metals in organs of sheep and goat reared in Obuasi: A gold mining town in Ghana. *Int. J. Environ. Sci. Toxic.* 2:81-89 (2014) 査読有
 15. M'kandawire E, Syakalima M, Muzandu K, Pandey G, Simuunza M, Nakayama SMM, Kawai YK, Ikenaka Y, Ishizuka M. Molecular characterization and mRNA expression of cytochrome P450 1A1 and cytochrome P450 3A in liver of Kafue Lechwe (*Kobus lechwe kafuensis*) as potential biomarkers of pollution of the Kafue River basin, Zambia. *Engineering* 6:51-58 (2014) 査読有
 16. Darwish WS, Ikenaka Y, Nakayama SMM, Ishizuka M. The effect of copper on the mRNA expression profile of xenobiotic-metabolizing enzymes in cultured rat H4-II-E cells. *Biol. Trace Elem. Res.* 158:243-248 (2014) 査読有
 17. Darwish WS, Ikenaka Y, Nakayama SMM, Ishizuka M. An overview on mycotoxin contamination of foods in Africa. *J. Vet. Med. Sci.* 76:789-797 (2014) 査読有
 18. Saengtienchai T, Poapolathep S, Isariyodom S, Ikenaka Y, Ishizuka M, Poapolathep A. Toxicokinetics and tissue depletion of Fusarenon-X and its metabolite nivalenol in piglets. *Food Chem Toxicol*?66C:307-312 (2014) 査読有
 19. Ibrahim ZS, Ahmed MM, Shukry M, Mahmoud

- S, Ishizuka M. Constitutive androstane receptor dependent and independent modulation of CYP3A2, CYP1A2 by phenobarbital and fibrate in rats' liver. *Am. J. Biochem. Biotech* 9:272-281(2013) 査読有
20. Watanabe KP, Kawai YK, Ikenaka Y, Kawata M, Ikushiro S, Sakaki T, Ishizuka M. Avian cytochrome P450 (CYP) 1-3 family genes: isoforms, evolutionary relationships, and mRNA expression in chicken liver. *PLOS ONE* e75689(2013) 査読有
21. Fujisawa N, Kawai YK, Nakayama SMM, Ikenaka Y, Yamamoto H, Ishizuka M. Dioxin sensitivity-related two critical amino acids of arylhydrocarbon receptor may not correlate with the taxonomy or phylogeny in avian species. *J Vet Med Sci* 75:1577-1583 (2013) 査読有
22. Sasaki N, Matumoto T, Ikenaka Y, Nakayama SMM, Ishizuka M, Kazusaka A, Fujita S. Repeated treatment with furazolidone induces multiple cytochrome P450-related activities in chicken liver but not in rat liver. *J Vet Med Sci* 75:1497-1502 (2013) 査読有
23. Ikenaka Y, Oguri M, Saengtienchai A, Nakayama SMM, Ijiri S, Ishizuka M. Characterization of Phase-II conjugation reaction of polycyclic aromatic hydrocarbons in fish species: unique pyrene metabolism and species specificity observed in fish species. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 36:567-578 (2013) 査読有
24. Kawai YK, Watanabe KP, Ishii A, Onuma A, Sawa H, Ikenaka Y, Ishizuka M. De novo sequence analysis of cytochrome P450 1-3 genes expressed in ostrich liver with highest expression of CYP2G19. *Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics* 8(3):201-208 (2013) 査読有
25. Yohannes YB, Ikenaka Y, Saengtienchai A, Watanabe KP, Nakayama SMM, Ishizuka M. Occurrence, distribution and ecological risk assessment of DDTs and heavy metals in surface sediments from Lake Awassa - Ethiopian Rift Valley Lake. *Environ Sci Pollut Res* 20:8663-8671 (2013) 査読有
26. Fujisawa N, Darwish WS, Ikenaka Y, Kim E, Lee J, Iwata H, Nakayama SMM, Ishizuka M. Molecular evaluation of a new highly sensitive aryl hydrocarbon receptor in ostriches. *Poultry Science* 92(7):1921-1929 (2013) 査読有
27. Yared BY, Ikenaka Y, Nakayama SMM, Saengtienchai A, Watanabe K, Ishizuka M. Organochlorine pesticides and heavy metals in fish from Lake Awassa; Ethiopia: Insights from stable isotope analysis. *Chemosphere* 91:857-863 (2013) 査読有
28. Nakayama SMM, Ikenaka Y, Hamada K, Muzandu K, Choongo K, Yabe J, Umemura T, Ishizuka M. Accumulation and biological effects of metals in wild rats in mining areas of Zambia. *Environmental Monitoring and Assessment* 185:4907-4918 (2013) 査読有
29. Tanaka KD, Kawai YK, Ikenaka Y, Harunari T, Tanikawa T, Fujita S, Ishizuka M. A novel mutation in VKORC1 and its effect on enzymatic activity in Japanese warfarin-resistant rats. *J Vet Med Sci*. 75(2):135-139 (2013) 査読有
30. Yabe J, Nakayama SMM, Ikenaka Y, Muzandu K, Choongo K, Mainda G, Kabeta N, Ishizuka M, Umemura T. Metal distribution in tissues of free-range chickens near a lead-zinc mine in Kabwe, Zambia. *Environ Toxicol Chem*. 2013 Jan;32(1):189-192. 査読有
31. Nakayama SMM, Ikenaka Y, Muzandu K, Choongo K, Yabe J, Muroya T, Ijiri S, Minagawa M, Umemura T, Ishizuka M. GIS-based source estimation of Cu pollution in Lake Itzhi-tezhi and metal accumulation profiles in *Oreochromis* spp. from both field and laboratory studies. *Arch Environ Contam Toxicol*. 2013 Jan;64(1):119-129. (* equal contribution) 査読有
32. Mureithi D, Darwish WS, Ikenaka Y, Kanja L, Ishizuka M. Cytochrome P450 3A mRNA expression along goat and rat gastrointestinal tracts. *Jpn. J. Vet. Res*. 2012 Nov;60(4):205-10. 査読有
33. Yabe J, Nakayama SMM, Ikenaka Y, Muzandu K, Ishizuka M, Umemura T. Accumulation of metals in the liver and kidneys of cattle from agricultural areas in Lusaka, Zambia. *J Vet Med Sci*. 2012 Oct;74(10):1345-7. 査読有
34. M'kandawire E, Syakalima M, Muzandu K, Pandey G, Simuunza M, Nakayama SMM, Kawai YK, Ikenaka Y, Ishizuka M. The nucleotide sequence of metallothioneins (MT) in liver of the Kafue lechwe (*Kobus lechwe kafuensis*) and their potential as biomarkers of heavy metal pollution of the Kafue River. *Gene*. 2012 Sep 15;506(2):310-6.

査読有

35. Ikenaka Y, Nakayama SMM, Muroya T, Yabe J, Konnai S, Darwish WS, Muzandu K, Choongo K, Maima G, Teraoka H, Umemura T, Ishizuka M. Effects of environmental lead contamination on cattle in a lead/zinc mining area: changes in cattle immune systems on exposure to lead in vivo and in vitro. Environ Toxicol Chem. 2012 Oct;31(10):2300-5. 査読有
36. Tanaka KD, Kawai Y, Ikenaka Y, Harunari T, Tanikawa T, Ando S, Min HW, Okajima F, Fujita S, Ishizuka M. The genetic mechanisms of warfarin resistance in *Rattus rattus* found in the wild in Japan. Pestic Biochem Physiol. Jun;103(2):144-151 査読有
37. Nakayama SMM, Ikenaka Y, Muzandu K, Choongo K, M'kandawire E, Yasuda J, Ishizuka M. Metal and metalloid levels and bio-accumulation characteristics in soil, sediment, land plants and hippopotami (*Hippopotamus amphibius* L) from the South Luangwa National Park, Zambia. Ecotoxicol Environ Saf. 2012 Jun;80:333-8. 査読有

〔学会発表〕(計 83 件)

多数につき、招待講演や受賞発表のみ記載

1. 石塚真由美、中山翔太、水川葉月、池中良徳、外来化学物質の代謝の種差、第 31 回日本毒性病理学シンポジウム「毒性病理学と獣医病理学を繋ぐ比較の生物学 - 共通性と種差を知ろう」、2015 年 1 月 29 日、タワーホール船堀、東京(招待講演)
2. Yared B. Yohannes, Yoshinori Ikenaka, Mayumi Ishizuka, Environmental Pollution in African countries -Focus on metal and organochlorine pesticide-, International symposium on environmental pollution and food safety, Zagazig University, 20th August, 2014, Zagazig, Egypt (招聘講演)
3. Shouta M.M. Nakayama, Mayumi Ishizuka. OCPs profiles in Birds and Their Prey from Ethiopian Rift Valley Region. 6th SETAC Africa Conference, 2nd-3rd Sep, 2013, Intercontinental Hotel Lusaka, Lusaka, Zambia (優秀研究発表受賞)
4. John Yabe, Shouta M.M. Nakayama, Yoshinori Ikenaka Yared B. Yohannes, Nesta Bortey-Sam, Balazs Oroszlany, Kaampwe Muzandu, Kennedy Choongo, John Ntapisha, Aaron Mweene, Abel Kabalo, Koji Arizono, Takashi Umemura, Mayumi Ishizuka, Lead poisoning in children from townships in the vicinity of a

lead-zinc mine in Kabwe, Zambia. 6th SETAC Africa Conference, 2nd-3rd Sep, 2013, Intercontinental Hotel Lusaka, Lusaka, Zambia (優秀研究発表受賞)

5. Nesta Bortey-Sam, Osei Akoto, Yoshinori Ikenaka, Shouta M.M. Nakayama, Elvis Baidoo, Mayumi Ishizuka, Distribution of toxic metals in organs of free range chicken, goat and sheep near gold mines in Tarkwa, Ghana. 5th International Toxicology Symposium in Africa, 12-13 Sep 2013, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana (優秀ポスター発表受賞)
6. Yoshinori Ikenaka, Effect of mining activity on wild and domestic animals: Case study of lead-zinc mining area, Kabwe, Zambia, 日本学会議北海道地区会議主催学術講演会, 2013 年 3 月 1 日, 北海道大学学術交流会館(招待講演)
7. 石塚真由美, アフリカ諸国の環境汚染の現状と共同研究の取り組み, 日本学会議北海道地区会議主催学術講演会, 2013 年 3 月 1 日, 北海道大学学術交流会館(招待講演)
8. 石塚真由美, 環境化学物質が陸棲動物に与える影響 ~フィールドトキシコロジーの観点から~, 宮崎大学農学部先端研究交流セミナー, 平成 24 年 7 月 6 日, 宮崎大学(招待講演)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

石塚 真由美 (ISHIZUKA Mayumi)
北海道大学・大学院獣医学研究科・教授
研究者番号: 50332474

(2)研究分担者

池中 良徳 (IKENAKA Yoshinori)
北海道大学・大学院獣医学研究科・准教授
研究者番号: 40543509