

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 29 日現在

機関番号：11601

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K19279

研究課題名（和文）原発周辺水域におけるケージ試験を活用した魚類の放射性セシウム汚染メカニズムの解明

研究課題名（英文）Elucidation of radiocesium contamination mechanisms in fish revealed by cage experiments conducted in the water bodies near the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant

研究代表者

和田 敏裕（Wada, Toshihiro）

福島大学・環境放射能研究所・准教授

研究者番号：90505562

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、ケージ試験等、積極的アプローチにより魚類の放射性セシウム（Cs）汚染のメカニズムを解明することである。

原発周辺のため池におけるコイおよびウナギのケージ試験により、当試験では魚類のCs濃度を数十Bq/kg程度に高められることを確認した。ため池のCs含有水（約2Bq/L）を用いたウグイの飼育試験により、筋肉中のCs濃度は環境水の約10倍に濃縮されることが明らかとなった。一方、同ため池の魚類筋肉中のCs濃度は数千Bq/kg以上で、濃縮係数も約2400と高いことから、天然環境下では環境水中のCsによる寄与は少なく、餌生物を介したCsの取込みが主な汚染経路であることが明らかにされた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

福島原発事故に伴い放出された放射性セシウム（Cs）による淡水魚の放射能汚染の影響は長期化しており、それら汚染メカニズムの解明や将来予測が関連業界や学术界から強く求められている。本研究では、高濃度に汚染された原発周辺における魚類のケージ試験や採集調査、およびCs含有水を用いた飼育試験を行うことで、淡水魚のCsの取込み経路を明らかにした。具体的には、天然環境下では環境水中のCsによる寄与は少なく、餌生物を介したCsの取込みが主な汚染経路であることを明らかにした。

本研究成果は、原発周辺水域における魚類のCs汚染経路の解明に寄与し、特に食物連鎖を介したCsの取込みの重要性を示した点で、意義が大きい。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study is to elucidate the radiocesium contamination mechanisms of fish through multiple approaches such as caging experiments and rearing experiments.

Caging experiments of common carp and Japanese eels conducted in a contaminated pond near the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant have showed that the Cs concentrations of fish can be increased up to several dozens of Bq/kg through the caging experiments. Japanese dace rearing experiments using Cs-containing pond water revealed that Cs concentrations in muscle tissues were accumulated up to ten times higher than those of rearing water. In contrast, the field surveys in the pond has revealed that Cs concentrations in fish were more than several thousands Bq/kg and concentration factors were averaged around 2400, suggesting strongly that uptake of Cs from food, not from water, would be the primarily Cs contamination route for freshwater fish under the natural environment.

研究分野：水産学

キーワード：魚類 放射性セシウム 原発事故 福島県 漁業復興

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2011年3月に発生した福島第一原子力発電所(以下、原発)の事故から6年以上が経過し、福島県に生息する海水魚および淡水魚の放射性セシウム(^{134}Cs および ^{137}Cs 、以下 Cs)の濃度は事故直後に比べ大幅に低下した(Wada et al. 2013, 2016a, 2016b)。一方、依然として日本の Cs 基準値(100 ベクレル/kg)を大幅に上回る個体が、海域では原発港内において、河川・湖沼域では帰還困難区域において存在し、海面・内水面漁業の復興に向け大きな障害となっている。特に、淡水魚の Cs 汚染は長期化する傾向が明らかにされつつあり、将来的な漁業復興を目指すうえで、これまでのモニタリング調査だけでなく、人為的なアプローチによる、魚種ごとの Cs 蓄積・排出メカニズムの解明と Cs 濃度の将来予測が強く求められる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、原発周辺水域において魚類のケージ試験を行い、放射性セシウム(Cs)濃度の高い試験魚を人為的に生み出す野外実験系を確立するとともに、モデル魚種を用いた飼育試験など、積極的アプローチにより魚類の Cs 汚染メカニズムの解明に挑むことである。

3. 研究の方法

原発周辺のため池(福島第一原発から3km、4.8km)においてケージ(1×0.5×0.5m)に非汚染の魚類(コイおよびウナギ)を約2か月間収容する試験を行った(図1)。また、Csを含有するため池の環境水(約2 Bq/L)を用いた約2か月のウグイの飼育試験を行った。さらに、同ため池において2017~2019年において刺し網等を用いた魚類の採集調査を行った。

4. 研究成果

コイやウナギの試験結果より、ケージ試験により魚類の Cs 濃度を数十 Bq/kg にまで高めることができるものの、同じ水域に生息する天然魚の Cs 濃度(数千 Bq/kg 以上、Wada et al. 2019)よりも著しく低いことから、ケージ内において餌生物を介した Cs の取込は少なく、環境水からの Cs の寄与も大きくない可能性が考えられた(図1)。そこで、Csを含有する環境水でのウグイの飼育試験を行った結果、ウグイ筋肉中の Cs 濃度は試験開始後56日目で平均10 Bq/kgとなり、モデルに当てはめた CR (concentration ratio、筋肉中と環境水の Cs 濃度の比率)の極限值は9.73と推定された(図2)。つまり、餌からの Cs の寄与がない場合、ウグイの筋肉中の Cs 濃度は環境水の約10倍に濃縮され得ることが明らかとなった。一方、同じ水域のため池に生息する魚類(ギンブナ、オオクチバス等)の筋肉中の Cs 濃度は、数千~1万ベクレル以上であり、CR 値も平均で約2400と飼育試験の理論値よりも著しく高いことから(図3)、天然環境下では環境水中の Cs による寄与は少なく、餌生物を介した Cs の取込みが主な汚染経路であることが強く示唆された。

本研究成果は、原発周辺水域における魚類の Cs 汚染経路の解明に寄与し、特に食物連鎖を介した Cs の取込みの重要性を示した点で、意義が大きいと考えられる。

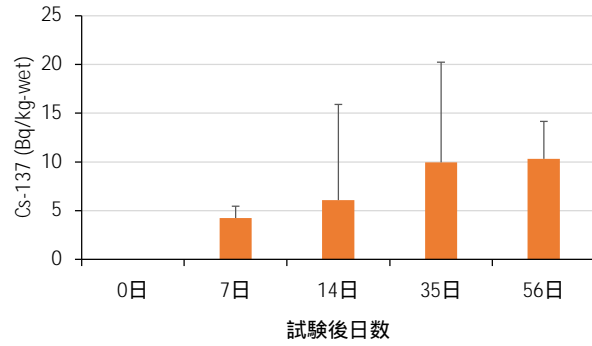


図1 原発周辺のため池で実施したケージ試験の様子（左）と日本ウナギの Cs-137 濃度の推移（右）

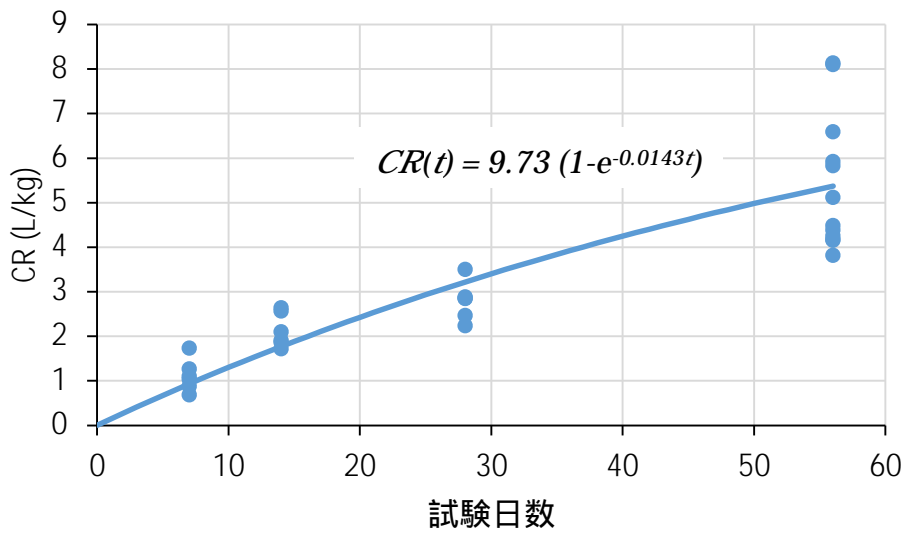


図2 原発周辺のため池から採集した Cs 含有の環境水で飼育したウグイ筋肉中の CR（環境水の Cs 濃度に対する筋肉の Cs 濃度）の推移

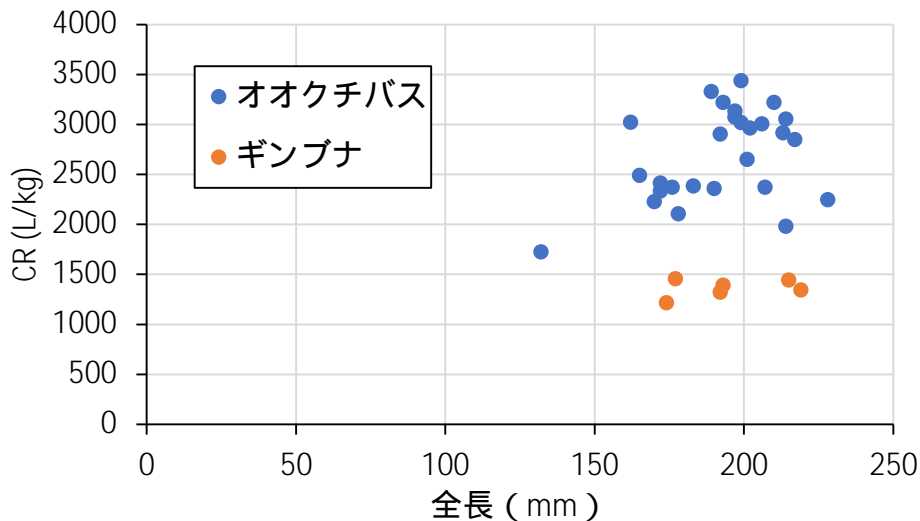


図3 原発周辺のため池で採集されたギンブナとオオクチバスの全長と CR 値の関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 9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 Konoplev, A.V., Wakiyama, Y., Wada, T., Golosov, V.N., Nanba, K., Takase, T.	4. 巻 45
2. 論文標題 Radiocesium in ponds in the near zone of Fukushima Dai-ichi NPP	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Water Resources	6. 最初と最後の頁 589-597
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1134/S0097807818040139	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 Morishita, D., Wada, T., Noda, T., Tomiya, A., Enomoto, M., Sato, T., Suzuki, S., Kawata, G.	4. 巻 85
2. 論文標題 Spatial and seasonal variations of radiocesium concentrations in an algae-grazing annual fish, ayu <i>Plecoglossus altivelis</i> collected from Fukushima Prefecture in 2014	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Fisheries Science	6. 最初と最後の頁 295-302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12562-018-1280-8	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 Wakiyama, Y., Konoplev, A., Wada, T., Takase, T., Byrnes, I., Carradine, M., Nanba, K.	4. 巻 178-179
2. 論文標題 Behavior of 137Cs in ponds in the vicinity of the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 367-376
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jenvrad.2017.07.017	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 和田敏裕, 佐藤利幸, 森下大悟, 鷹崎和義, 泉茂彦, 鈴木俊二, 川田暁	4. 巻 50
2. 論文標題 内水面魚類におけるモニタリング調査	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 月刊海洋50巻「福島の水圏における放射能汚染と魚類に及ぼす影響(上)」	6. 最初と最後の頁 8-13
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 -

1. 著者名 鷹崎和義, 富谷敦, 和田敏裕, 森下大悟, 佐藤利幸, 鈴木俊二, 川田暁	4. 巻 50
2. 論文標題 湖沼に生息する魚類における放射能関連調査	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 月刊海洋50巻「福島の淡水域における放射能汚染と魚類に及ぼす影響(上)」	6. 最初と最後の頁 14-20
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 -

1. 著者名 森下大悟, 和田敏裕, 鷹崎和義, 佐藤利幸, 川田暁, 鈴木俊二	4. 巻 50
2. 論文標題 河川に棲息する魚類における放射能汚染の現状	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 月刊海洋50巻「福島の淡水域における放射能汚染と魚類に及ぼす影響(上)」	6. 最初と最後の頁 21-29
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 -

1. 著者名 寺本航, 新関晃司, 佐々木恵一, 稲富直彦, 野村浩貴, 渡邊幸彦, 和田敏裕, 難波謙二, 泉茂彦	4. 巻 50
2. 論文標題 淡水魚における放射性セシウムの取込と排出	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 月刊海洋50巻「福島の淡水域における放射能汚染と魚類に及ぼす影響(下)」	6. 最初と最後の頁 61-66
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 -

1. 著者名 Wada Toshihiro, Konoplev Alexei, Wakiyama Yoshifumi, Watanabe Kenji, Furuta Yuma, Morishita Daigo, Kawata Gyo, Nanba Kenji	4. 巻 204
2. 論文標題 Strong contrast of cesium radioactivity between marine and freshwater fish in Fukushima	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 132 ~ 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jenvrad.2019.04.006	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 Reinoso-Maset Estela, Brown Justin, Pettersen Marit N., Steenhuisen Frits, Tetteh Abednego, Wada Toshihiro, Hinton Thomas G., Salbu Brit, Lind Ole Christian	4. 巻 211
2. 論文標題 Linking heterogeneous distribution of radiocaesium in soils and pond sediments in the Fukushima Daiichi exclusion zone to mobility and potential bioavailability	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 106080 ~ 106080
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jenvrad.2019.106080	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 Noda Takuji, Wada Toshihiro, Iwasaki Takashi, Sato Tatsuma, Narita Kaoru, Matsumoto Ikuo, Hori Tomoya, Mitamura Hironichi, Arai Nobuaki	4. 巻 102
2. 論文標題 Post-release behaviors and movements of cultured and wild Japanese eels (<i>Anguilla japonica</i>) in a shallow brackish water lagoon in northeastern Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environmental Biology of Fishes	6. 最初と最後の頁 1435 ~ 1456
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10641-019-00917-z	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 Kume Manabu, Terashima Yuki, Wada Toshihiro, Yamashita Yoh	4. 巻 35
2. 論文標題 Longitudinal distribution and microhabitat use of young Japanese eel <i>Anguilla japonica</i> in a small river flowing through paddy areas	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Applied Ichthyology	6. 最初と最後の頁 876 ~ 883
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jai.13911	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 Kume Manabu, Terashima Yuki, Kawai Fumika, Kutzer Alisa, Wada Toshihiro, Yamashita Yoh	4. 巻 103
2. 論文標題 Size-dependent changes in habitat use of Japanese eel <i>Anguilla japonica</i> during the river life stage	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environmental Biology of Fishes	6. 最初と最後の頁 269 ~ 281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10641-020-00957-w	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 Shinano Takuro, Wada Toshihiro	4. 巻 69
2. 論文標題 Long-term Environmental Dynamics of Radioceesium and Future Prediction in Agriculture and Fisheries?From the Viewpoint of Agriculture and Fisheries?	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RADIOISOTOPES	6. 最初と最後の頁 31~42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3769/radioisotopes.69.31	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 -

〔学会発表〕 計27件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 和田敏裕 (福島大)
2. 発表標題 福島県における海面・内水面魚類の放射性セシウム汚染の現状と課題
3. 学会等名 日本原子力学会シンポジウム「福島県の現状と取り組み」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田敏裕・アレクセイコノブレフ・脇山義史・渡邊憲司・難波謙二 (福島大)
2. 発表標題 福島第一原発近傍の貯水池に生息する淡水魚の放射性セシウム濃度
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 古田悠真・和田敏裕・難波謙二 (福島大)・佐藤利幸・川田 暁 (福島水産資源研)
2. 発表標題 福島県北部の布川流域におけるヤマメとイワナの放射性セシウム濃度の差異とその要因の検討
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鷹崎和義（福島内水試）・富谷 敦（福島県水産事務所）・和田敏裕（福島大）・中久保泰起・寺本 航（福島内水試）・佐藤利幸（福島資源研）・佐々木恵一・早乙女忠弘（福島内水試）・川田 暁（福島資源研）・藤田恒雄（福島内水試）
2. 発表標題 福島県の湖沼に生息するウグイの ¹³⁷ Cs 濃度の生まれ年による差異
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤田優志・須田真人・古田悠真・渡邊憲司・兼子伸吾・難波謙二・和田敏裕（福島大）
2. 発表標題 福島県におけるニホンウナギの放射性セシウム濃度
3. 学会等名 平成31年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 和田敏裕・アレクセイコノブレフ・脇山義史・渡邊憲司・古田悠真（福島大）・森下大悟（福島海洋研）・川田 暁（福島資源研）・難波謙二（福島大）
2. 発表標題 福島県における海水魚と淡水魚の放射性セシウム汚染状況の違い
3. 学会等名 平成31年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshihiro Wada (Fukushima Univ.)
2. 発表標題 Effects of the nuclear power plant accident on marine and freshwater fishes in Fukushima
3. 学会等名 日本水産学会創立85周年記念シンポジウム（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 古田悠真（福島大学）・森下大悟（福島水試）・川田 暁（福島内水試）・難波謙二・和田敏裕（福島大学）
2. 発表標題 福島県におけるヤマメ、イワナの放射性セシウム濃度～原発事故6年目の現状と課題～
3. 学会等名 平成29年度日本水産学会東北支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鷹崎和義（福島内水試）・和田敏裕（福島大）・富谷 敦（福島県水産事務所）・中久保泰起・佐藤利幸・川田 暁・松本育夫（福島内水試）
2. 発表標題 福島県の湖沼におけるウグイの ¹³⁷ Cs濃度
3. 学会等名 平成29年度日本水産学会東北支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中久保泰起（福島内水試）・森下大悟（福島水試）・和田敏裕（福島大）・佐藤利幸・川田暁・松本育夫（福島内水試）
2. 発表標題 ヤマメ人工種苗のサイズによる ¹³⁷ Cs蓄積の違い
3. 学会等名 平成29年度日本水産学会東北支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 寺本 航・佐々木恵一（福島内水試）・稲富直彦・野村浩貴・渡邊幸彦（海生研）・和田敏裕・難波謙二（福島大）・佐藤太津真（福島内水試）
2. 発表標題 飼育環境下のウグイにおける放射性セシウムの取込および排出
3. 学会等名 平成29年度日本水産学会東北支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鷹崎和義（福島内水試）・富谷 敦（福島県水産事務所）・和田敏裕（福島大）・中久保泰起・佐藤利幸・佐々木恵一・川田 暁・松本育夫（福島内水試）
2. 発表標題 福島県の湖沼に生息するウグイの年齢と137Cs濃度の関係
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 寺本 航・佐々木恵一（福島内水試）・稲富直彦・野村浩貴・渡邊幸彦（海生研）・和田敏裕・難波謙二（福島大）・佐藤太津真（福島内水試）
2. 発表標題 体サイズの異なったウグイにおける放射性Csの取込および排出
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 古田悠真・和田敏裕・難波謙二（福島大）・森下大悟（福島水試）・川田暁（福島内水試）
2. 発表標題 福島県におけるヤマメ、イワナの放射性セシウム濃度と食性
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中久保泰起（福島内水試）・森下大悟（福島水試）・和田敏裕（福島大）・鷹崎和義・佐藤利幸・川田 暁・松本育夫（福島内水試）
2. 発表標題 避難指示区域におけるヤマメの137Cs濃度の経年変化
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田敏裕（福島大）・根本芳春（福島水試）
2. 発表標題 1. 福島周辺海域の放射能汚染の現状：漁場環境から魚類まで 1-2. 福島県における放射性物質モニタリング調査の概要
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会春季大会東日本大震災災害復興支援検討委員会シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田敏裕（福島大）
2. 発表標題 福島県の水産物の放射能汚染の現状と漁業の復興状況
3. 学会等名 2019年度水産海洋学会研究発表大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 薄実咲・井上雄貴・柳田知美（福島大）・佐々木恵一（福島内水試）・和田敏裕・難波謙二（福島大）
2. 発表標題 福島県郡山市のため池堆積物と給餌養殖試験コイの放射性セシウム濃度：除染前後での比較
3. 学会等名 令和元年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤田優志・須田真人・古田悠真・渡邊憲司・兼子伸吾・難波謙二・和田敏裕（福島大）
2. 発表標題 福島県におけるニホンウナギの食性と放射性セシウム濃度の関係
3. 学会等名 令和元年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森高祥太・野上崇史・岩崎敦史・加藤和浩・計良勇太・金子龍太郎・武田奈津希・薄丈一郎・和田敏裕・難波謙二（福島大）
2. 発表標題 阿武隈川における放射性セシウムと水質の長期的傾向
3. 学会等名 令和元年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金川尚人・和田敏裕（福島大）・佐々木恵一（福島内水試）・難波謙二（福島大）
2. 発表標題 リター由来の ¹³⁷ Cs含有水を用いた異なる塩分環境下におけるウグイの ¹³⁷ Cs取込の比較
3. 学会等名 令和元年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 和田敏裕（福島大）
2. 発表標題 福島県の水産物の放射性セシウム濃度の推移と現状および漁業の復興状況
3. 学会等名 令和元年度日本水産学会東北支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森高祥太・野上崇史・岩崎敦史・加藤和浩・計良勇太・金子龍太郎・武田奈津希・薄丈一郎・和田敏裕・難波謙二（福島大）
2. 発表標題 阿武隈川における河川水中のCs-137と水質の季節的傾向
3. 学会等名 令和元年度日本水産学会東北支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 薄実咲・井上雄貴・柳田知美（福島大）・佐々木恵一（福島内水試）・和田敏裕・難波謙二（福島大）
2. 発表標題 除染前後のため池堆積物と給餌養殖試験コイの放射性セシウム濃度：網生簀内外での比較
3. 学会等名 令和元年度日本水産学会東北支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tajima Y, Nakata A, Ohdaira T, Yamada TK, Wada T
2. 発表標題 Evaluation on activities of radiocesium relased by the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant (FNPP1) accident damaged by The Great East Japan Earthquake: preliminary study using stranded odontoceti
3. 学会等名 World Marine Mammal Conference Barcelona 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 薄実咲・井上雄貴・柳田知美（福島大）・佐々木恵一（福島内水試）・和田敏裕・難波謙二（福島大）
2. 発表標題 ため池の堆積物除去がコイ及びその他魚類の放射性セシウム濃度に及ぼす影響の評価
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森高祥太・野上崇史・岩崎敦史・加藤和浩・計良勇太・金子龍太郎・武田奈津希・薄丈一郎・和田敏裕・難波謙二（福島大）
2. 発表標題 福島県阿武隈川におけるCs-137濃度と水質の長期的傾向と季節変動
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

リサーチマップ
<https://researchmap.jp/hoshiarei1/>

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
--	---------------------------	-----------------------	----