

平成30年度 第15回講演会 記録

日 時	平成30年11月24日(土) 13:00~16:00		
会 場	此花会館 梅香殿		
講 師	福島大学環境放射能研究所 准教授 和田 敏裕 先生		
演 題	福島県における水産物の放射能汚染の現状と漁業の復興状況		
備 考	参加者 147名 (うち公開講演会聴講者9名)	記録	西尾光市

はじめに

【田中克先生】

和田さんが京都大学農学研究科の大学院に入学して2007年に卒業するまで、ヒラメやカレイの仔魚の研究を共にしました。

この分野の研究者が3年に一度集まり、2007年には京都で国際シンポジウムを行い、和田さんが発表した研究成果が高く評価され、ベストポスター賞を受賞されました。大学院での主な研究はホシガレイという、ヒラメよりもおいしい高級魚で、幻の魚といわれています。この魚を探し有明海の島原周辺に生息していることを突き止め、長崎大学水産実験所に寝泊まりして調査を続け、論文にまとめ博士号を取得されました。

2011年には東北大地震にともなう福島第一原発事故で近海魚や淡水魚のCs汚染が起こり、以来汚染のモニタリングを進めてこられました。その研究が評価され、2015年4月に福島大学放射能研究所に抜擢され、活躍しておられます。今年6月27日NHK-B Sで「被ばくの森」という番組が放映され、多くの生き物や物質の汚染の現状をレポートした2時間の番組です。その一例、スズメバチの巣はスギの葉を固めてつくるが、Csが高濃度に認められ、10万Bq/kgもの高値を示し、小鳥の巣もしかり。この番組で和田さんは淡水魚にCsが集積されやすいことを紹介されました。川や湖のCs濃度を継続して調査し、最近ではウクライナのチェルノブイリにも調査に出かけられているので、原発事故のその後の状況をお聞かせいただけるのではないかと思います。

【和田敏裕先生】

“私は震災前福島県の水産試験場で魚の研究をしてきました。私が市場にいるとき地震が起こり、その後津波被害が発生、続いて福島第一原発事故による放射能汚染という大きな問題が起こりました。現在も福島の海の水産業は復活していません。皆さんの耳には届いていないかも知れませんが、内水面すなわち川とか湖の放射能汚染は非常に大きな問題があります。現在海や川、また漁業、水産業はどのような状況にあり、どのような問題があるのか、福島の現況を踏まえながら紹介します“との前置きに続いて大阪との関わりなどの自己紹介後、京都大学時代に田中先生から指導いただいた教訓5項目を紹介された。



- ① 長期的、広域的、総合的な視点（比較の視点）
- ② 実験用の卵（サンプル）が簡単に手に入らないこと
- ③ 調査で漁業者に誠意を見せる
- ④ 生態系の“つながり”が重要（汽水域の重要性）
- ⑤ 人との“つながり”を大切に

田中克先生のこの教えを大切にして、今後もしぶとくカレイと放射能の研究を続けますと決意表明された。

【講演要旨】

1. 福島県水産試験場勤務時代

震災前、福島県水産試験場でホシガレイの研究をしていた。このカレイは 35 c m、0.7 k g、1 匹 1 万 5 千円する高価なもの。（映写写真の）かごの中に 4 匹のカレイが入っているのは、3 匹は放流魚、一匹が天然もの。魚体測定や耳石分析から由来と年齢などを推定したり、放流効果の把握や評価する仕事をしてきた。県の研究所と栽培漁業協会は第一原発から 1.5 k m 離れたところにあり、なぜこんなに近いところに建設したのか。原発から放流される温排水を海水と混ぜて魚の養殖に適当な水温に調節するのに都合がよいからであり、ヒラメやホシガレイ等の稚魚をこのような環境で約半年育て、放流している。しかし、この研究所は 2011 年の津波で流され、屋根だけの無残な姿になってしまった（津波前後の試験場の写真 2 枚を映写）。水産研究所は 5m ほどの高台にある。それまでの津波は数 10 c m 程度だったので、まさか津波がこの崖をのぼり水産試験場を襲うとは想定していなかった。所長はじめ最期まで残っていた方々が亡くなるという残念な結果になった。

2. 福島大学環境放射能研究所

震災から 2 年 5 か月後の 2013 年 7 月に設立され、ここで環境放射能の分析をすることになった。福島県における放射能汚染度を調査した資料（2011 年 5 月 26 日 原子力規制庁発表）によると、事故後 2 か月、原発北西部や県中部の空間線量率は非常に高く、 $19 \mu\text{Sv/h}$ 以上を示す地域が広い範囲にわたっている。

1 年 2 か月後（2012. 5. 31）、6 年 8 か月後（2017. 11. 16）の測定では、福島市（福島大学）周辺の空間線量率は次第に低下し、原発周辺区域も、震災直後に比べるとかなり低下した。しかし 2017. 11. 16 の測定で、阿武隈川のヤマメに 480 Bq/kg の値を検出、国の基準値 100 Bq/kg を大きく超え、安心できる状況ではない。

震災から約 1 年後の 2012 年 4 月に避難指示区域（注）が決められたが、昨年大幅に解除された（放射線量の度合いを色分け表示した図で説明あり）。しかし 2017 年 11 月 16 日現在も立ち入りできない地域が残っている。

（注）避難指示区域：福島第一原発事故で国が住民に避難を指示し、立ち入りが制限されている福島県内の区域。同原発から半径 20 k m 圏内と、圏外で線量が高い地域に設定された。

放射能汚染度が低下し避難指示が解除されても、インフラ整備が遅れ生活できないので自分の家に戻れない現実が多くの人々にあり、福島の人々の苦悩は大きい。私たちはこのような状況で放射性物質がどのように動いているかを調査し、私は主に河川、湖沼、海洋の魚類の調査を担当している。

また、福島大学は『チェルノブイリ災害後の環境管理支援技術の確立』をする国際協力プロジェクトでウクライナを支援することになり、JICA などの協力を得て活動しており、私も昨年から 3 回調査に参加した。（そこで使用している計測器と測定データを映像で紹介された）

福島大学には平成 31 年に大学院ができる。私は大学の教員であるが授業をしたことがなく、来年からしなければならないがきっと大変だろうと思っている。その時には田中先生の 5 か条の教えを思いだしながら頑張ります。それでは本題に入ります。

3. 「海」と「川」における魚類の汚染状況の把握と課題の抽出

(1) 海面について

1) なぜ、「海面」と「内水面」か？

① 海水魚と淡水魚では、体液の浸透圧を保つ仕組みが異なる。(金子 2015)

ア. 海水魚：周りの水（海水）より、体液の浸透圧が低いので、塩もみした野菜のように体から水が失われ塩分、ミネラルが体に入ってくる。体液の浸透圧を本来の状態に保つため、水を飲み、塩分、ミネラル分はエラから、あるいは尿として積極的に捨てる。(セシウムはエラの塩類細胞のカリウムチャンネルから能動的に排出されることが証明されている。)

イ. 淡水魚：周りの水（淡水）よりも体液の浸透圧が高いので、風呂で指の表面がふやけるように水が体に入ってくる。また体の塩分・ミネラルは失われる傾向にある。体液の浸透圧を本来の状態に保つため、水分を尿として積極的に捨てる。塩分ミネラルは積極的に取り込む。(このときにセシウムも一緒に取り込まれる)

② 放射能物質による汚染状況が異なる。

③ 漁業の活動内容も大きく異なる。



復興への課題が異なる

2) 震災前の福島県の漁業の概況

福島県の近海は、親潮と黒潮が出会う潮目の海であり、多種多様な魚介類が生息する豊かな漁場で、底びき網漁業、さし網漁業、船びき網漁業、まき網漁業、さんま棒受け漁業など多種多様な漁法が行われてきた。2010 年の漁獲金額は 110 億円で特に底びき網とさし網で、全体の約 1/2 の漁獲を占め、非常に活気があった。約 200 種に及ぶ魚が並ぶ相馬原釜市場は、大いに賑わい繁栄していた。

福島県漁業のもう一つの特徴である松川浦は唯一の内湾で、汽水性の潟湖であり干潟とアマモ場がカレイ類やメバル等の沿岸性魚類の重要な成育場（稚魚が育つ場所）となっており、ノリ養殖やアサリ漁業も盛んであった。このような環境で、福島県水産試験場の栽培漁業部で希少なホシガレイやマツカワカレイの研究をしてきた。

3) 津波による影響・・・3.11 以降福島の水産業は大きく変化

① 相馬市で撮影した 3.11 の津波の生々しい状況を表す動画を映写

福島県内 10 漁港が被災し、1083 隻あった漁船のうち、873 隻（81%）が失われた。漁港被災総額 616 億円（全被災総額 823 億円の 75%）と壊滅的被害であった。

② 生き物は怎么样了か

2012 年 5 月、あれほどひどい津波であったにも関わらず、貝の数は減少したものの生き残っており、モニタリングにより母貝、幼生、稚貝はたくましく回復していることを確認した。

③ 福島県内の水産関連施設の復旧状況

津波による福島沿岸域の直接的被害は甚大であったが、7 年以上経過し水産関連施設は着実に復旧した。

- ・ 福島水産試験場（2013 年 7 月） ・ 小名浜魚市場（2015 年 4 月）
- ・ 福島水試調査船いわき丸（2014. 10 月） ・ 沖合底引き網漁船（2014. 12 月）

4) 海産物の放射能汚染

被害のあった東北各県より回復は著しく遅い。原発事故による海洋汚染の最も大きな要因は 4 月

上旬に原発 2 号機のトレンチから漏れ出た超高濃度汚染水である。直接漏洩した Cs は 3.6×10^{15} Bq と推定されている。この汚染水が 4 月上旬、短期間にピンポイントに漏れ出て大きな影響を与えた。県水産試験場は、県と県漁連の調査協力を得て事故直後からモニタリングを開始した。

① 放射性セシウム濃度（2011 年～2017 年）

モニタリング検体を 2011 年から 7 年間、原発から 10 km 圏内を含め、広範囲から採集した。

県水産試験場で 203 種の魚（可食部）49,716 検体について、郡山市の県農業総合センター等でセシウム濃度を測定した。

セシウムには 134 と 137 があり、国の指針に基づき合計値で作図しているが、結果は次のとおり。

ア. 放射性ヨウ素の半減期は 8 日であり、影響は限定的である。（2011 年 8 月以降不検出）

イ. 事故直後、1000 Bq/kg を越える放射性 Cs 値が散見された。

ウ. 2015 年 4 月以降、基準値（100 Bq/kg）を上回る検体はない。

エ. 最近では ND（Not Detected＝不検出）検体の割合が非常に高い（2017 年は 98%が ND）

セシウム 134 の半減期は 2 年で、137 は 30 日。半減期 2 年というのは 6 年経過すると $1/2 \times 1/2 \times 1/2 = 1/8$ になる。

基準値の 100 Bq/kg は、成人の若い人が魚ばかり毎日大量に食べても年間被爆量が 1 ミリシーベルト（1 mSv）を上回ることはないという基準で、国際的にも非常に厳しいものである。

この結果から福島県海域での試験操業を開始し、海域を徐々に広げている。

② 汚染の経緯および現状と課題

海産物の汚染は 4 月上旬に流出した高濃度汚染水により影響をうけたことが分かっている。

（財）電力中央研究所 津旨らによる表層 Cs-137 拡散シミュレーションによると、4 月から 5 月にかけて沿岸沿いを南下した後、沖合に拡散した。

福島原発 1 号機南側沿岸の魚が汚染水を飲み汚染、その後その場にとどまった魚が汚染したエサを食べ続けることで体内のセシウム濃度低下を遅らせたと考えている。2011 年 4 月 1 日～6 日にセシウムが 940 兆ベクレルという莫大な量が短期間に漏出したことが非常に大きな影響を及ぼした。

実際、2011 年底魚類の福島県沖の Cs 汚染の状況を調査すると、原発南部浅海域の検体が高濃度であったが、その理由として事故直後の超高濃度汚染水の影響が考えられた。また、底魚類は浮魚、貝類、甲殻類より Cs 低下が遅いことも明らかとなった。生態学的半減期（記録者注）を調査するとシロメバル 367 日、ヒラメ 424 日、シラス 60 日、ウバガイ 97 日で、顕著な差が見られた。

（注）生態学的半減期：物理学的半減期ではなく、実際に海で生活しているときに半減する期間

これら Cs で汚染された魚を非汚染の人工海水の中で、汚染のないオキアミを与えて育てるとどうなるか実験した。汚染された海域での生態学的半減期はシロメバルで約 1 年であるが、結果は平均で 71 日であった。魚が棲む環境（水、エサ）により大きく左右されているといえる。

福島県沖の底魚類の Cs 濃度は震災後 5 年でかなり低下し、2015 年の基準値（100 Bq/Kg）を超過する率は 0.05%（4 検体）、2016 年は 0%であった。（Wada et al 2016）

2016 年、北海道大学練習船おしよろ丸に乗り、採集したカレイ類の Cs 濃度をしらべてもその平均

値は 1.3 Bq/Kg で大変低い値であった。

③ 低下した要因

ア. 放射性 Cs の物理的減衰

イ. 浸透圧調節にともなう Cs の能動的排出

ウ. 底生生態系（エサ）の Cs 濃度の低下

エ. 成長にともなう Cs 濃度の希釈

オ. 魚類の世代交代

カ. 魚類の季節的移動（福島沖のヒラメは茨城から青森間を移動することもある）

④ 原発港内の魚類の Cs 濃度も低下してきている。（東電公表 2012～2017 年 8 月）

ア. 事故直後には超高濃度汚染水で汚染された魚が存在していた。

イ. 底魚類、特にメバル類で Cs 濃度の高い傾向が続いた。

ウ. 近年、濃度と採捕数が減少。世代交代、刺し網などによる駆除、底セメント化し住みにくくなっていると考えられる。

エ. 港内から外海に移動した魚が採られる確率は低い。

（休憩）

5) 福島の沿岸漁業の復興状況

原発事故により大きな被害を受けた福島の沿岸漁業は、小規模ながら試験操業を行い、福島県の漁業再開に向けて基盤を整えつつあるが、今後も乗り越えなければならない様々な課題が多くあるとのこと。この項目についてはレジュメ p. 3 に詳細な説明があるので省略する。

6) 海面（海水魚）のまとめ

① 海産魚介類の放射性セシウム汚染はかなり収束した。

② 漁港、漁船などハード面も復旧しつつある。

③ 水産資源は増大している。適切な資源管理も課題

④ ④「試験操業」は段階的に拡大している。

福島県の漁業は少しずつ復興している。ただし販売経路の再構築と風評被害対策、廃炉との関連など課題も多い。今後も“科学的根拠に基づいた試験操業の拡大化”により復興をさらに加速させることが必要である。

4. 内水面（淡水魚）

（1）原発事故の影響

阿武隈川の支流の摺上川は以前アユ釣りの人々にぎわっていたが、原発事故以来全く釣り人はいない。流域全体が、原発事故直後に降下した放射性セシウムに汚染された。ヤマメの放射性セシウム濃度を測定すると阿武隈川北部で 100Bq/kg の基準地を上回ることが事故後 1,000 日を経過しても多い。現在もアユ、コイ、ヤマメ、イワナ、ウナギなど国から出荷制限措置を受け、漁業、遊漁が休業している。

阿武隈川漁協の事務局長は阿武隈川塾の塾長として小学生に川のことを教えていたが、現在川で遊ぶことが推奨されておらず川で教えることができなくなってしまった。

(2) 内水面の放射性物質モニタリング

県と内水面漁連の各漁協が協力し、福島県内水面試験場で魚体の測定やサンプルを調整し、県農業総合センターで検査している。毎週約 15 検体を検査し、これまで 21 種（魚類 18 種）、4 千検体以上を調べた。

1) 河川、湖沼、養殖魚の放射性セシウム濃度の推移

- ① 養殖魚：事故直後には高値を示すものがあつたが、これは粗放的飼育で汚染された天然のエサを食べていたからで、非汚染のエサではほとんどがNDでした。福島県郡山市はコイの産地で、市のキャッチフレーズが「鯉に恋する郡山」で、鯉の養殖生産量が市町村では日本一だが、セシウム汚染の問題はないといえる。
- ② 河川・湖沼：これらはばらつきが大きく、事故直後だけでなく、近年においても多くの個体からCsが検出されている。（レジュメ p.5 図4, 5）

2) 福島県内におけるヤマメの採捕、出荷が制限された水系

現在も多くあり、震災から7年経過するも原発事故による被害は継続している。

3) 福島県に生息する淡水魚の放射性セシウム濃度は低下傾向にある。

4) 明るい話題

原発から 130 km 離れた沼沢湖のヒメマスは当初 100 Bq/kg を越え、禁漁となっていたが、2016 年 4 月、4 年ぶりに解禁された。

5) 魚種ごとの特徴

- ① ヤマメ：エサ（主に昆虫類）を介したCsの取り込みが継続。溪流（森林）の汚染状況の指標種になる。
- ② アユ：藻類食なので河川の汚染状況の指標種。河床のCs汚染状況を反映する。
- ③ ワカサギ：Cs濃度が低レベルでありながら、長期的に継続している。ユスリカ幼虫など、湖底のエサ生物が影響している可能性がある。
- 6) ヤマメを指標種とした釣獲調査で9河川の子マメの放射性セシウム濃度の違い
 - ① 河川間の違いが大きく、請戸川水系の3河川で非常に濃度が高い。（最高 23100 Bq/kg）
 - ② 8 河川中 4 河川で基準値（100 Bq/kg）を超える検体を採取した。

(3) 内水面のまとめ

- ① 福島県に生息する淡水魚の放射性セシウム濃度は低下傾向だが海面に比べて長期化する傾向。
- ② エサ生物からの放射性セシウムの取込みが続いている。特に除染の困難な森林域、湖沼域に於ける食物連鎖の影響が大きい。
- ③ 原発周辺地域に生息する魚類のCs濃度は著しく高い。
- ④ 初期沈着量が多かった地域に生息する淡水魚の放射性セシウム汚染は収束していない。

今後もモニタリングと試験研究を継続し、安心、安全な内水面漁業（遊魚含む）の再生と地域の復興に資することが重要である。この中で、中長期的視野に立った内水面漁協の活動支援なども重要と思う。

5. 総まとめ

原発事故に伴う水産生物の放射能汚染は、福島県の海面、及び内水面漁業に甚大な被害を及ぼしただけでなく、漁業者やそれらに関連する人々の活動に大きな影響を与えた。海面、内水面漁業で課題は異なるが、福島県の水産業の復興にむけ、今後とも様々な困難なハードルを乗り越える必要がある。

【終わりに】

今日この会場へ来る途中、JR環状線西九条の駅で「来て、来て福島県」観光ポスターを数枚見ました。ポスターにあるように、福島のソバ、日本酒はおいしいですし、紅葉もとてもきれいですので、ぜひ福島にお出かけください。お待ちしております。ご清聴ありがとうございました。

【Q&A】

Q1：放射性物質ストロンチウム 90 の放射線量はどのような現状になっていますか

A2：私たちは測定していませんが、水産庁測定結果によるとわずかに認められるものの、コンマ以下の数値ですので影響はないことが分かっています。

Q2：魚種により、有害性に差が出ることはありませんか。

A2：セシウムの基準値 100 Bq/kg は、成人が毎日大量に食べても健康被害のない線量であることは説明しました。放射線が細胞に影響してガンの確率が上昇すると言われているのは年間 100 mSv（ミリシーベルト）といわれており、福島県の場合 1mSv シーベルト以下のかかなり低い量なので問題ないと考えています。セシウムは自然界にも存在し、私たちは適応する能力を備えていますので、魚、ヒト共に問題視する必要はないと考えています。

Q3：ワカメなどの海藻を養殖していると思いますが、汚染はどうですか。

A3：福島ではヒトエグサ（アオノリ）の養殖はしているがワカメ養殖は殆どしていません。

Q4：魚体の大きい魚のCs濃度が高いということは、食物連鎖で汚染度の高い魚を摂食しているからということになりますか。

A4：セシウム濃度は、体内で蓄積するものではなく、取り込みと排出のバランスで成り立っています。体の大きい魚のセシウム濃度が高いのは、食べる量が多いということ、代謝が遅くなっているからと考えられます。

【田中克先生コメント】

最初に「田中先生の教え5か条」を紹介していただきましたが、その当時の和田さんの印象をもう一つ付け加えると「船にきわめて弱い」ということがありました。年を経て、船酔いは徐々に緩やかになったようですが、逆に言えば感受性が鈍くなったのかも知れません（笑い）。物事の評価はこれくらい長い時間をかける必要があると思います。

今日のお話の主題のモニタリングですが、これを継続してもすぐに結論がでて論文が書けるというものではありません。でもその都度きっちりやっておかないと、その次の展開ができない。放射能汚染の問題は国にも企業にも大きな責任があるからお金を出すしモニタリングができるのですが、そうでなくても、自然界はどんどん劣化が進んでいるので、これをきちんと調べ社会へ発信するのが研究者の大事な仕事だと思います。何のために必要かという、今を生きている人間は過去からのいろいろな資産を享受するだけでなく続く世代にキチンと伝えていく責任があると思うからです。このような研究には予算をつけてくれない現状ではあります。

福島現場ではまだまだ深刻な問題が沢山あることと思います。そのようななかで、最初に言われた「海の中では極めて短期間に生き物のレベルが回復してきている」ということは、私も舞根湾で確認したところです。漁師の人々は震災から数カ月経過しても先が見えないなかで、もう一度海で生きようと決心したのは、急速に復活している海の中の生態系を見てのことです。人間社会はなかなか復興がすすまないのですが、海の中の生態系がどんどん元に戻ってくるのを見て、それに勇気をもらいもう一度元気を出して頑張ろうという意欲を海は与えてくれました。

福島の問題の一つは、内水面の回復まで長期化するということがあり、やはり森との関わりが大事だということを改めて感じました。魚を獲る場所により、また魚種によりセシウム濃度に違いがあるということは、和田さんも指摘されているように、エサそのものの汚染とともに、例えばアユの場合にはセシウムに汚染された小さな微粒子を他の生物が摂取しそれをアユが食べる。この微粒子はどこから来るかといえば森からです。セシウムの半減期 30 年なので、1/10 に減衰するには約 100 年かかります。森の土や微粒子に吸着されたセシウムが外へ出てこなかったら拡散されない。スギ、ヒノキの人工林の場合、雨がふ降ると流されるが、広葉樹林の場合、落ち葉の中にため込まれることになる。和田さんの研究は、水の中だけでなく森を含めた範囲で行なわれるとさらに事実が見えてくるのではないかと思います。

海のなかで魚の数が増え、大きく育ち本来の姿に戻ったというお話がありました。沿岸海域で一番の捕食者は漁師ですが、取りつくすことなく資源管理をきっちり行うことが大切であることを教えてくれたのだと思います。宮城県南三陸町はカキの養殖が盛んなところですが、震災で牡蠣筏が壊れたことから、組合長は元の数と同じにせず、1/3 にすることにしました。結果、今まで出荷まで 2 年要していたが、半年で出荷できるようになった。労力がすくなくて済むし、密植しないので病気になりにくい、味もよい、そうすると若い漁師が働きづめでなく養殖に費やす時間が減り、家族サービスができる、子どもたちと一緒に遊べるようになったという。これから震災復興が続くなかで、賢い選択がどれだけできるかという事例です。

9 月に大槌町に行き、赤浜地区の未来を考える会の川口会長の話をきいたのですが、彼は「人が作ったものは必ず壊れる、原発しかり、防潮堤しかり」という。震災時全国原発が停止しても電力は足りたのですから、巨額の投資をしてそのようなものをつくるのはいかなものかと改めて思った次第です。今後、舞根湾で和田さんとの共同研究ができればと思っています。本日はありがとうございました。

以上