

福島県内水面水産試験場における 調査研究の取組について

令和8年1月15日
福島県内水面水産試験場

淡水魚種苗生産企業化試験(ウグイ)

1. 背景

ウグイは、放流用種苗(稚魚)の県内需要に対し、県内でウグイ種苗を生産する養殖業者がおらず、種苗の入手が困難になっています。このことから、ウグイ卵からの放流用種苗生産及び民間業者への技術移転を目的とした飼育試験を行いました。

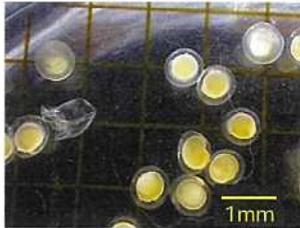


図1 ウグイ卵

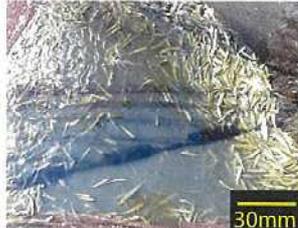


図2 ウグイ放流種苗

2. 材料と方法

【材料】県内の内水面漁業協同組合から購入したウグイ卵
 【方法】受精卵から放流サイズ(3g/尾)の種苗を育て、種苗生産費用と稚魚販売金額を比較しました。種苗生産費用の内訳は表1のとおりです。

表1 種苗生産費用の内訳

内訳	内容
卵購入代	県内漁協からのウグイ卵購入
飼料代	コイ用粉末配合飼料(ニューカーブマッシュ、NOSAN) コイ用配合飼料(こい2号、NOSAN)
鶏糞代	稚魚の初期飼料となる微生物(ワムシ等)の増殖用
電気代	養殖用水車、水中ポンプ、自動給餌機等
重油代	親魚養成に用いる温水ボイラー燃料

3. 結果

- 令和7年6月5日～11月26日の147日間で、ウグイ卵15.0kg(約95万粒)から放流種苗751.3kgを生産・販売できました。
- 販売金額が費用計を上回る金額となり、黒字となりました。(表2)。
- 費用計のうち、飼料代が全体の約68%を占めていました。過去のデータでも、飼料代が費用計の半分以上を占めていました(表3)。

表2 ウグイ種苗生産に係る費用と販売金額

※ 放養池	生産費用					生産費用計 (円)	販売重量 (kg)	販売金額 (円)	販売重量1kgあたりの 生産費用 (円/kg)
	卵代 (円)	飼料代 (円)	鶏糞代 (円)	電気代 (円)	重油代 (円)				
CC1	6,215	209,629	1,500	23,885	49,680	290,909	315.5	648,984	922
CC2	6,215	63,755	1,500	16,314	59,616	147,401	20.5	42,168	7,190
CC4	6,215	207,771	1,500	14,851	46,368	276,705	112.7	231,741	2,456
CC7	6,105	181,504	0	22,648	46,368	256,625	302.6	622,448	848
合計	24,750	662,659	4,500	77,699	202,032	971,640	751.3	1,545,341	-

※ 放養：稚魚を屋内のふ化設備から屋外の飼育池へ移動すること

表3 費用計に占める飼料代の割合

年度	R7	R6	R5	R4	R3
飼料代(円)	662,659	628,000	579,385	437,223	380,160
費用計(円)	971,640	813,372	663,848	441,365	422,210
割合	68.2%	77.2%	87.3%	99.1%	90.0%

4. まとめ

- 費用計のうち鶏糞代・電気代・重油代は、卵や稚魚の数量が増減しても、使用量や稼働期間が変わらないものであることから、ウグイ種苗生産費用を決定する要因は、飼料代であることが示されました。
- 今後の民間業者への技術移転へ向けて、最適な飼料量の定量化を目指します。

マゴイにおけるウイルス性コイ浮腫症の発生事例

令和6年6月に福島県内水面水産試験場(以下、内水試)で飼育していたマゴイ親魚が全滅し、ウイルス性コイ浮腫症(以下、CEVD)が確認されました。マゴイがCEVDで死亡する事例は国内でも非常に稀であり、県内では初の事例であったため紹介します。

ウイルス性コイ浮腫症(以下、CEVD)とは・・・

病原体	CEV (Carp edema virus) と呼ばれるウイルスの感染による病気「浮腫症」、「眠り病」と呼ばれている。
宿主	コイ、ニシキゴイ(国内では主にニシキゴイが多い)
発生時期	「浮腫症」: 稚魚で初夏に発生しやすい。 「眠り病」: 秋の水温が低い時期に、池揚げなどの移動直後に発病しやすい。
症状	「浮腫症」: 水面近くを浮遊し、池の隅や岸近くで群泳する。数日で全滅することがある。体のむくみ、鰓弁の棍棒化・癒着(図1, 2)、体表の発赤・出血、眼球の落ちくぼみが見られる。 「眠り病」: 池底などで眠ったように横臥する。水面に浮いて横臥することもある。死亡したように見えるが、物音などの刺激によって一時的に起き上がる。
対策	1~2週間0.6%食塩浴をする。回復した感染耐過魚(ウイルスキャリア)は免疫を獲得するが、保菌魚となり感染源となるので、注意が必要である。KHVへの基本的な防疫対策で本病への防除効果も期待できる。

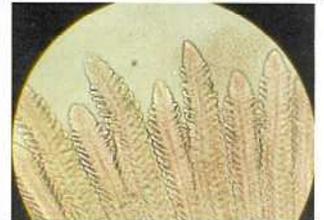


図1 正常な鰓

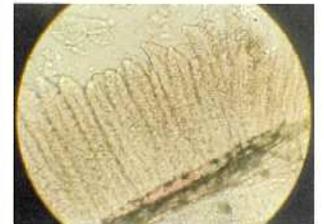


図2 棍棒化・癒着した鰓

発生状況

日付	状況
6月 10日	111尾中24尾を産卵(2回目)のため移動(19℃→20℃)
11日	産卵(20℃→25℃)
12日	飼育池へ移動(25℃→20℃→19℃)
14-18日	親魚111尾全滅(図3)、ふ化仔魚約60万尾へい死(図4)
7月 29日	内水試、CEV陽性(親魚)、 県内初確認(図5)



図3 マゴイの診断状況



図4 ふ化仔魚のへい死



図5 CEVDのPCR増幅産物電気泳動結果
(M: 100bp DNA Ladder, N: 陰性対照、1-4: 検体、P: CEVD陽性対照)

その後の対応

- ・内水試ではマゴイ稚魚を県内養殖業者へ出荷しています。防疫体制を徹底するため、新たに出荷前にCEVDの保菌検査を行いました。各飼育池から5尾を無作為に抽出し、ひとまとめにして検査に供したところ、すべての池で陰性であったことから出荷しました(図6)。
- ・マゴイでCEVDが確認されたのは、非常に稀であったことから、(国研)水産技術研究所からの依頼により、陽性だった3検体の組織を提供しました。現在ゲノムを解析しているところであり、結果がまとまり次第、報告いただく予定です。

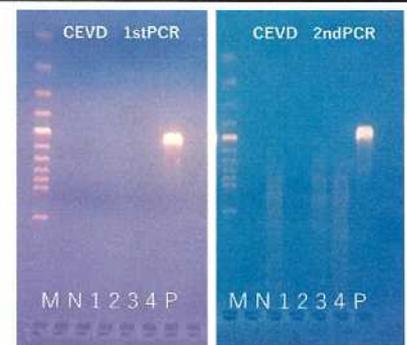


図6 CEVDのPCR増幅産物電気泳動結果

食物網を介した淡水魚の放射性Cs移行過程の推定手法

1. 背景

淡水魚では、同地域に生息する同一魚種であっても、体内の放射性Cs濃度が大きく異なる場合があります。原因のひとつとして、食性の違いが疑われています。食性は、魚の胃内容物を見ることで確認できますが、食べた餌が体組織に取り込まれるまでには一定の時間が必要であることから、胃内容物が体内の放射性Cs濃度に関係しているかはわかりません。それを知るためには、餌が淡水魚の体組織に取り込まれるまでにかかる時間(ターンオーバー時間)を把握する必要があります。

そこで本試験では、いつ食べた餌が淡水魚の放射性Cs濃度に影響するのかを明らかにすることを目的に、炭素窒素安定同位体比 (C/N比) を利用してターンオーバー時間を推定する試験を行いました。

2-1. C/N比の利用について

生物体内のC/N比は、食べた餌の種類や育成環境を反映して変化することから、その数値や変化を分析することで、その生物と餌種間の捕食・被食関係を推定することができます(図1)。

これを応用して、餌を変えて飼育を続けた際のC/N比の値の変化を調べることで、何を、いつ食べたか(その餌が体組織に取り込まれるまでどのくらいの時間がかかったか)を推定することができます。

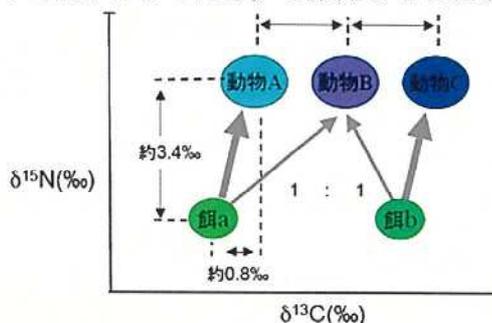


図1 C/N比による捕食・被食関係の推定
(出典：京都大学 生態学研究センター)

$\delta^{13}\text{C}$ ：炭素(C)の安定同位体比
 $\delta^{15}\text{N}$ ：窒素(N)の安定同位体比

2-2. 材料と方法 | C/N比の変化の追跡

今回は、飼育途中で餌を変え、魚筋肉のC/Nの変化を追うことで、ターンオーバー時間を推定を試みました。

- ・ ヤマメ 1歳魚 計12尾 (0日サンプル含む)
- ・ 1尾ずつ個別飼育 (3試験区×3尾)
- ・ 2025年1月7日~1月31日 (25日間)
- ・ 筋肉のC/N比を測定する。

- 試験区1：乾燥川エビを給餌 (※通常と違う餌)
- 試験区2：配合飼料を継続給餌 (※通常と同じ餌)
- 試験区3：無給餌 (※個別飼育の影響確認用)
- 試験0日：比較用サンプル
- 使用餌：乾燥川エビ及び配合飼料



図2 飼育水槽と供試魚

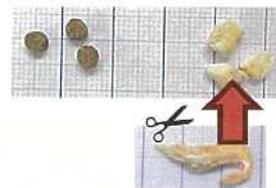


図3 使用した餌
(左：配合飼料、
右：乾燥川エビ)

3. 結果と考察

各試験区、試験0日目、使用餌のC/N比は右図のとおりです(図4)。

- ・ 今回の試験では $\delta^{15}\text{N}$ に目立った変化がなく、ターンオーバー時間は算出できませんでした。
- ・ 試験区1の $\delta^{13}\text{C}$ は、他試験区より低い値となる傾向があり、餌を変えたことにより、体組織のC/N比が変化していると考えられました。
- ・ 捕食・被食関係がある場合、 $\delta^{13}\text{C}$ は0.8‰、 $\delta^{15}\text{N}$ は3.4‰の差が発生するとされており、供試魚が配合飼料を食べていると推定できた一方で、水槽内の同種を捕食した経験があることが示唆されました。

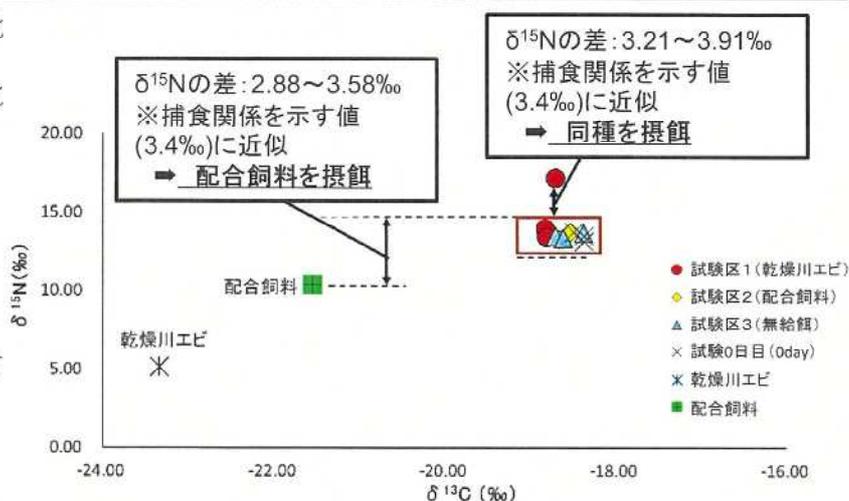


図4 各検体のC/N比の結果

4. まとめ

- 異なる餌を与えることにより、ターンオーバー時間を把握できると考えられました。
- 今後の課題として、試験期間をより長くすること、試験開始前の隔離期間を長くし、配合飼料以外の餌による影響を排除する必要があります。

沼沢湖流入河川のヒメマスそ上尾数調査及び年齢査定

1. 背景

沼沢湖(大沼郡金山町)のヒメマスは、沼沢漁業協同組合(漁協)が実施している種苗放流によって資源が維持されています(図1)。

しかし、2022・2023年は、全国的な種卵不足により種苗放流ができず、ヒメマスの資源量低下が危ぶまれています。ヒメマス資源を持続的に利用するため、沼沢湖のヒメマス資源状況や自然産卵の実態を把握する必要があります。

その一環として、沼沢湖唯一の流入河川である前ノ沢において、ヒメマスそ上尾数調査と、採捕したヒメマスの年齢査定を行いました。



図1 前ノ沢へのヒメマス放流

2. 材料と方法

2012～2025年の9～11月に、前ノ沢にそ上したヒメマスを目視または採捕し、盛期におけるヒメマスのそ上尾数を集計しました。

2025年10月16・20日に、前ノ沢にそ上したヒメマスを漁協が採捕し(図2)、採卵を行った後、全長測定と耳石(図3)による年齢査定を行いました。



図2 漁協が採捕したヒメマス

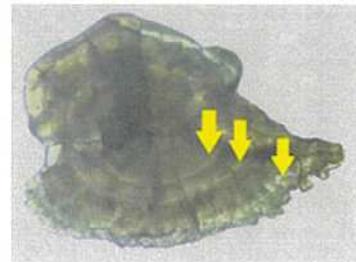


図3 ヒメマスの耳石(3歳魚)

3. 結果

- 2025年の盛期におけるヒメマスそ上尾数は、107尾で震災以降で2番目に少なくなりました(図4)。
- 漁協が採捕したヒメマス(オス46尾、メス61尾)について、全長測定と耳石による年齢査定を行った結果、約8割が4歳魚(2021年生まれ)で、3歳魚(2022年生まれ)及び5歳魚(2020年生まれ)も確認されました(図5)。

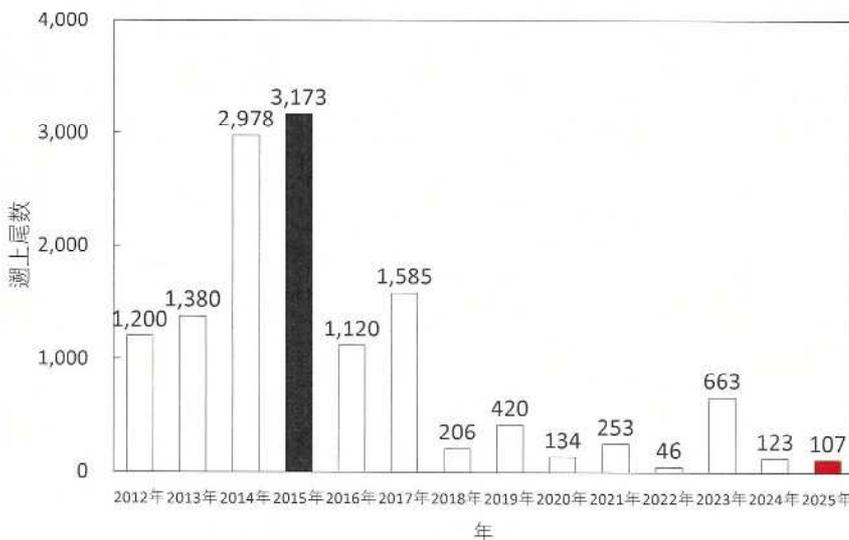


図4 盛期における前ノ沢のヒメマスそ上尾数

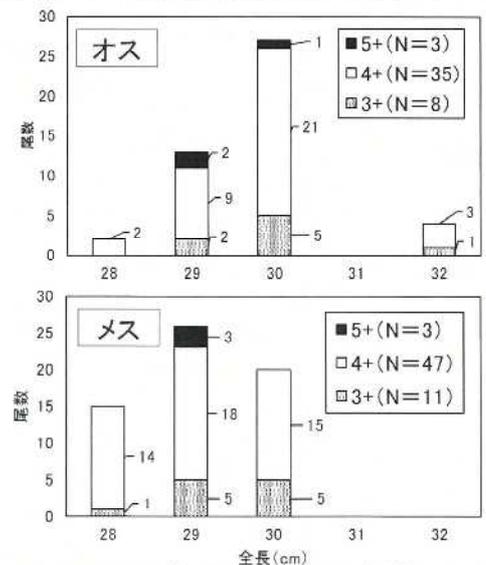


図5 2025年10月16、20日に採捕したそ上ヒメマスの年齢別全長組成

4. まとめ

- 前ノ沢のヒメマスは、2018年以降、そ上尾数が1,000匹未満で推移しています。
- 2025年10月16・20日に前ノ沢で採捕したヒメマスは4歳魚が主体となっており、2021年に放流された稚魚がそ上したのと考えられました。
- 沼沢湖では、2022・2023年は漁協によるヒメマス種苗放流が実施されていないことから、その影響について注視していく必要があります。

緊急時モニタリング検査

1. 背景

東京電力福島第一原子力発電所の事故により大量の放射性物質が環境中へ放出され、本県の河川・湖沼に生息する魚類は放射能に汚染されました。

福島県内の帰還困難区域等を除く養殖業者及び、河川・湖沼から内水面魚類を採取し、食の安全安心を確保するための緊急時モニタリング検査に供しました。東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴う放射性物質の内水面魚類への影響を評価することを目的にデータを整理しました。

2. 材料と方法

2011年3月30日から2025年10月31日までに緊急時モニタリングに供した、内水面魚類(養殖魚:15種1,301検体、天然魚:20種8,449検体(シロザケを除く))について、データを整理しました(表1)。

表1 魚種別のモニタリング供試検体数

養殖魚														天然魚																					
魚種/年度	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	総計	魚種/年度	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	総計	
アユ		4	4	2									2	2		3	2	19	アユ	74	59	49	63	56	91	157	143	183	26	41	112	45	214	230	1543
イワナ	1	89	103	97	98	80	73	43	31	35	14	19	11	8	8	4	714	イワナ	47	165	176	343	166	171	193	248	279	252	113	149	75	104	30	2511	
ウグイ				1													1	ウグイ	46	66	73	135	60	120	103	105	232	91	19	18	10	18	13	1109	
ウナギ								2	1								3	ウナギ	3	3	2	4		1	5	6	4	5	7	2	3	2		47	
コイ	1	13	12	11	11	12	12	9	12	12	9	10	4	4	2	3	137	コイ	13	22	17	11	19	34	34	45	44	15	19	28	6	6	3	316	
コレゴマス		12	15	10	13	4											54	ヒメマス	6	10	18	21	26	8	7	2	1	2	2	2	2	1	2	110	
ニジマス		17	22	24	24	23	12	11	12	12	4	2	3	6	5	5	182	フナ類	21	14	19	15	30	33	38	33	90	84	22	16	1	3	3	422	
ヒメマス				1	1												2	ヤマメ	74	122	142	153	130	126	154	252	264	263	144	116	77	92	83	2192	
ヤマメ	30	21	18	21	18	20	8	7	8	6	7	6	7	2	1	180	ワカサギ	41	29	13	13	7	5	7	5	6	5	7	6	5	3	3	155		
ワカサギ												1					1	ドジョウ	4	1	1														6
ドジョウ		1	1														2	その他	16		4	1	1	3	1				5	4	2	1		38	
ホンモロコ		1															1	合計	345	491	514	759	495	592	699	839	1103	743	379	453	226	444	367	8449	
モツゴ		3															3		(180)	(83)	(54)	(27)	(7)	(4)	(10)	(5)	(2)	(0)	(2)	(2)	(0)	(1)	(377)		
その他								1	1								2																		
合計	2	170	178	162	169	138	117	74	94	67	33	41	26	25	20	15	1301																		

*2011年3月30日～2025年10月31日までの検体を採取日で整理した。
*下段の()は基準値超過数を示す。

3. 結果

養殖魚では、2011～2012年度に食品衛生法に基づき定められた基準値(以下、基準値)である100Bq/kgを上回る事例が3件ありましたが、その後は確認されませんでした(図1)。

天然魚では、2011年度に基準値を超えた検体の割合は52.3%でしたが、2012年度は16.9%、2013年度は10.5%、2014年度は3.6%、2015年度以降は0～1.4%で推移していました。2020、2023及び2024年度はすべて基準値を下回りましたが、2025年10月にヤマメ1検体が基準値を超過しました(表1)。



図1 調査した検体数と基準値を超えた検体の割合

4. まとめ

今後も本県内水面の全漁協、全魚種の漁業・遊漁再開に向け、継続して検査を行ってまいります。

簡便法によるRCI算定の期間短縮と精度向上

1. 背景

溪流魚やアユの放射性Cs濃度は、河川全体の放射能分布状況を示す指数(RCI: 寺本2019)により説明できます。

従来、RCIの算定には時間を要しており、普及性、速報性及び精度の向上において課題がありました。漁業・遊漁の再開に向け、検査強化地域を選定するため、支流を含めた河川のRCIを簡便かつ的確に算定する必要があります。

2. 材料と方法

- ① 各河川集水域の緯度経度を、国土地理院HP(国土地理院タイル)よりポイントデータ(以下POI)として抽出しました。また、航空機モニタリングによる空間線量率の測定結果サイトから、空間線量のテキストデータ(以下CSV)を取得しました。
- ② QGIS3.28(地理空間情報ソフト)で、POIを点から線、多角形範囲へと変換した後、空間線量のCSVを多角形範囲で切り抜き、集水域の空間線量をCSVで得ました。これを回次別、集水域別に集計した空間線量の平均値から年別のRCIを算定しました。
- ③ RCIを算定した集水域の2015～2022年において、当場の調査と緊急時モニタリング調査により採捕されたヤマメとイワナ(筋肉部または頭、内臓を除いた部位)およびアユ(ホールボディ)の¹³⁷Cs濃度(Ge半導体検出器で測定)の99パーセンタイル値を、RCIと比較しました。

出展(1)高根たかね, DamMaps(2)国土地理院, 地理院地図(3)原子力規制委員会, 航空機モニタリングによる空間線量率の測定結果

3. 結果

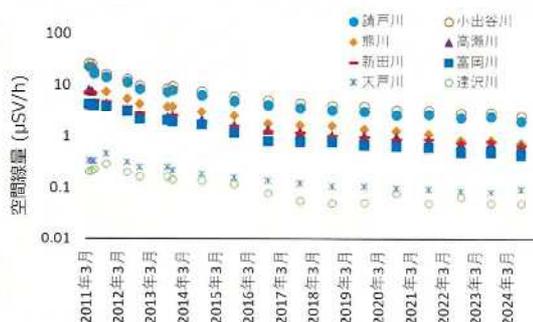


図1 簡便法による震災以降のRCI推移(対数軸)

- 簡便法による震災以降のRCIの推移から、対数軸では概ね傾きが同様となる結果が得られ(ANOVA, $P < 0.05$)、線量によって低下速度が変わらないことが示唆されました(図1)。
- 従来は、区分の中央値(0.5～1.0なら0.75)を用いた手集計でしたが、実測値を用いたソフト集計が可能となりました。
- POIは一度作成すれば、空間線量のCSVから②の操作を行うことで、任意の期間や集水域でRCIを速やかに算出することが可能です。

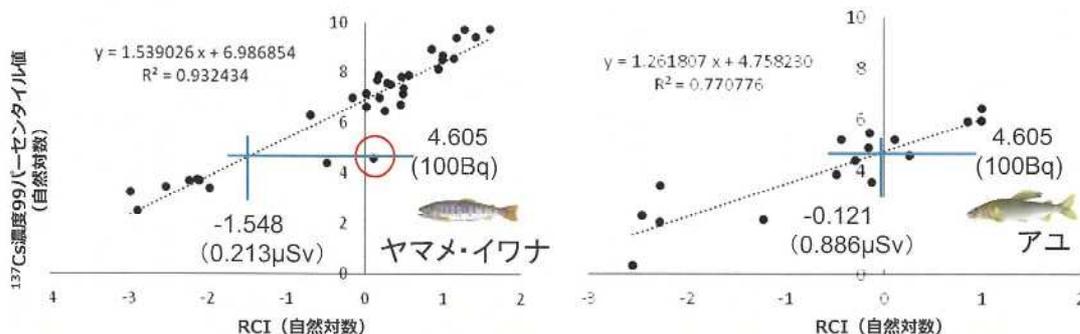


図2 再算定したRCIと¹³⁷Cs濃度との関係(赤丸以外は誤差内、t検定、 $p < 0.05$ 、数式は赤丸を除いた)

- ヤマメとイワナおよびアユの¹³⁷Cs濃度の99パーセンタイル値とRCIとの関係では、正の相関がみられました(図2)。
- 図2の数式から計算すると、ヤマメ、イワナで食品衛生法の基準値を下回るRCIの上限値は $0.213 \mu\text{Sv/h}$ となり、既往知見とほぼ一致しました(t検定、 $p < 0.05$)。アユでは、基準値を下回るRCIの上限値は $0.886 \mu\text{Sv/h}$ となりました。

4. まとめ

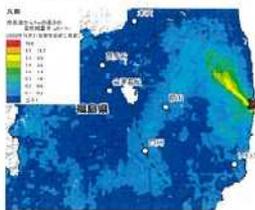
- 今回、地理データを用いた簡易なRCI算定法を開発しました。
- 現状分析や将来予測を速やかに実施し、業界に普及することができるようになりました。
- 任意の期間、集水域での解析が可能となり、現状分析や将来予測の精度向上が期待できます。
- 簡便法により速やかに精度の高いRCIを算定し、溪流魚等の¹³⁷Cs濃度を評価することで、休漁中の漁協における漁業・遊漁の再開時期を予測できます。

RCI簡便算定法による支流の溪流魚の¹³⁷Cs濃度

1. 背景

東京電力福島第一原子力発電所の事故により、本県の河川・湖沼では現在も一部の漁業協同組合（以下、漁協）で漁業・遊漁が行われていません。漁業・遊漁を再開するためには、当該地域で魚を採捕して放射性物質濃度を測定し、安全を確認する必要があります。しかし、全ての河川やその支流で魚を必要数採捕することは、組合員の減少や高齢化等により、困難な状況となっています。

溪流魚やアユの放射性Cs濃度は、河川全体の放射能分布状況を示す指数(RCI: 寺本2019)により説明できることが分かっています。2023年度に開発した簡便法により、多くの支流でRCIの算定が可能となりました。漁業・遊漁の再開の可否や時期の検討材料として、科学的根拠に基づいた放射性物質濃度変化の見通しを提示するため、現時点で漁業や遊漁の再開準備を行っている漁協を対象に、支流別のRCIとイワナ、ヤマメの¹³⁷Cs濃度との関係を検討しました。



RCI算定の方法

例：河川（集水域）の空間線量域が青色範囲（中央値0.15）5マス、黄色範囲（中央値6.65）5マスの計10マス場合、 $(青色5 \times 0.15 + 黄色5 \times 6.65) / 10 = 3.4 \mu\text{Sv/h}$ で、算定した1マスあたりの平均値である3.4が河川全体の放射能分布状況を示す指数（RCI）となります。

【航空モニタリングによる空間線量率】
出展：原子力規制委員会HP

従来は手計算で行っていたため、時間がかかっていました。

2. 材料と方法

- ① 漁業・遊漁の再開準備を行っている漁協が管轄する河川のうち、24の支流集水域において、下記出展を基に簡便法で2024年のRCIを算定しました。
- ② ①の支流において採捕されたヤマメとイワナの¹³⁷Cs濃度の99パーセンタイル値を、RCIと比較しました。
出展(1)高根たかね, DamMaps(2)国土地理院, 地理院地図(3)原子力規制委員会, 航空機モニタリングによる空間線量率の測定結果

3. 結果

- 河川の支流で採捕されたヤマメとイワナの¹³⁷Cs濃度99パーセンタイル値を、RCIと比較した結果、正の相関が見られました(図1)。
- RCIが $0.451 \mu\text{Sv/h}$ を下回ると、ヤマメとイワナでは、食品衛生法の基準値を下回ると推定されました(図1)。
- 阿武隈川の支流と木戸川支流千翁川におけるRCIは、 $0.451 \mu\text{Sv/h}$ 以下と算定され、食品衛生法の基準値を下回ると予測されました(表1)。

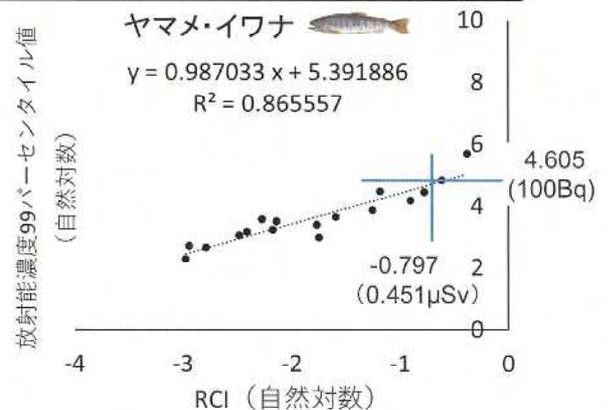


図1 支流集水域のRCIと¹³⁷Cs濃度との関係

表1 食品衛生法の基準値を下回ると予測された支流集水域のRCI（ヤマメ・イワナ）

支流名	RCI	支流名	RCI
阿武隈川支流荒川支流天戸川	0.095	阿武隈川支流摺上川支流菱川	0.107
阿武隈川支流釈迦堂川	0.143	阿武隈川支流広瀬川支流石田川	0.272
阿武隈川支流杉田川支流烏川	0.067	阿武隈川支流広瀬川支流大石川	0.158
阿武隈川支流摺上川	0.092	阿武隈川支流広瀬川支流布川	0.372
阿武隈川支流摺上川支流中ノ沢	0.069	木戸川支流千翁川	0.182

4. まとめ

- 支流毎にRCIから溪流魚の¹³⁷Cs濃度を予測できることが示されたことから、休漁中の漁協における漁業や遊漁の再開エリアを予測することが可能となりました。
- 漁業・遊漁再開に向けた検査重点エリアを、サンプル採捕前に特定することが可能となり、業務を効率化できます。
- 漁業・遊漁の再開後に規制する可能性を低下させることができます。