

気候変動領域⑧気候変動への適応に係る研究・技術開発

【2-2004】

**水防災・農地・河川生態系・産業への複合的な
気候変動影響と適応策の研究**

JPMEERF20202004 令和2年度～令和4年度

重点課題 主:【重点課題⑧】気候変動への適応に係る研究・技術開発
副:【重点課題⑭】生態系サービスの持続的な利用やシステム解明に関する研究・技術開発

行政要請研究テーマ(行政ニーズ) (2-4)地域特性に応じた気候変動影響及び適応策に関する研究
行政推薦課題(環境省地球環境局気候変動適応室)

課題代表者名 原田 守啓 (国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学
高等研究院 地域環境変動適応研究センター センター長)



GIFU UNIVERSITY



GIFU



研究機関： 岐阜大学／岐阜県水産研究所／(国研) 土木研究所

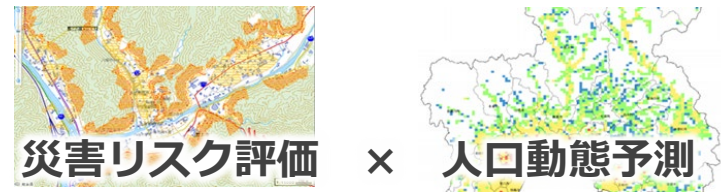
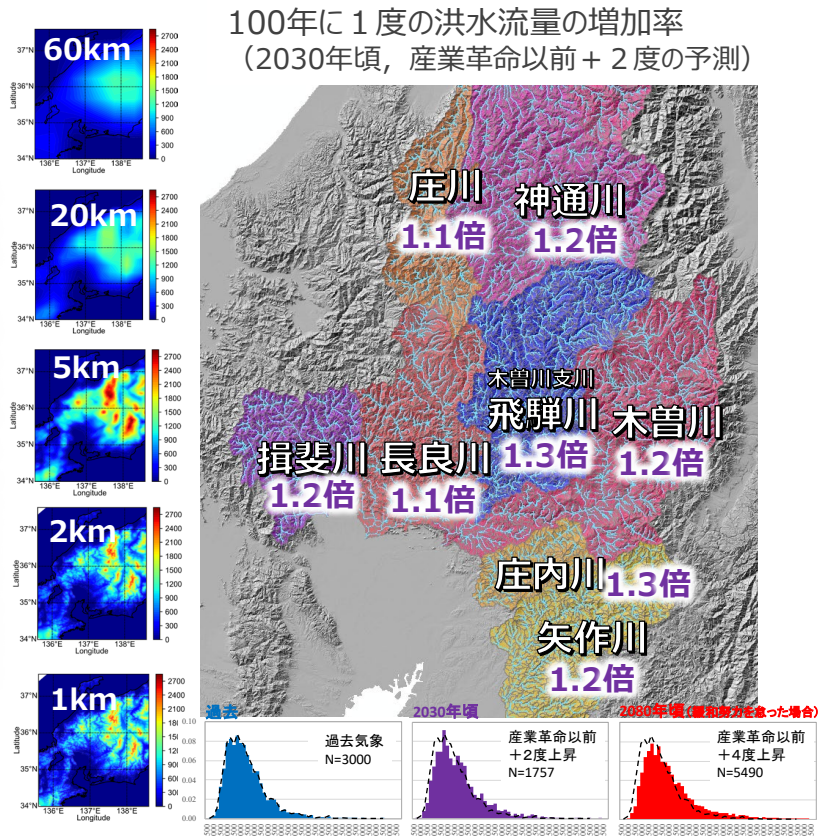
協力機関： (国研) 農研機構／岐阜県農業技術センター／岐阜県中山間農業研究所／九州大学

1. はじめに 研究開発背景① 地域視点の総合的な影響評価の必要性

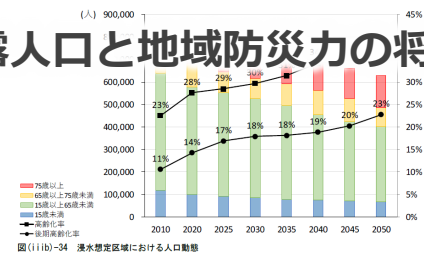
最新の気候変動予測プロダクトを用いた
大河川流域単位・中小河川単位の
洪水規模頻度の温暖化影響評価手法
(岐阜大学・SI-CAT成果)

水害・土砂災害ハザード×人口動態予測
→地域別の災害リスク動態評価技術
(岐阜大学・SI-CAT成果)

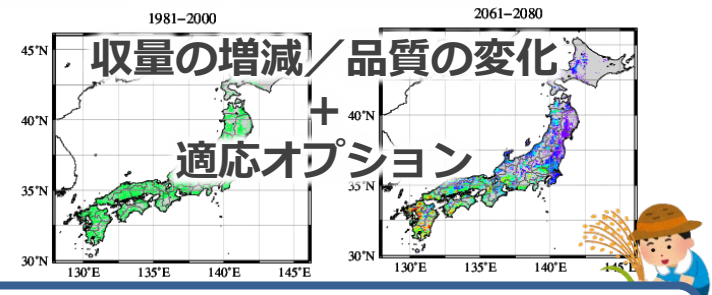
豪雨事象の力学ダウンスケーリング



災害暴露人口と地域防災力の将来変化予測



コメ主要品種 (コシヒカリ) の高温性障害
→高温障害の発生可能性と適応オプション
(農研機構・コシシム事業成果)



分野別ではなく**地域の視点からは『総合的な影響評価と適応策』が必要!**
『行政+大学』共同型の地域適応センター+ステークホルダーによる適応策共創

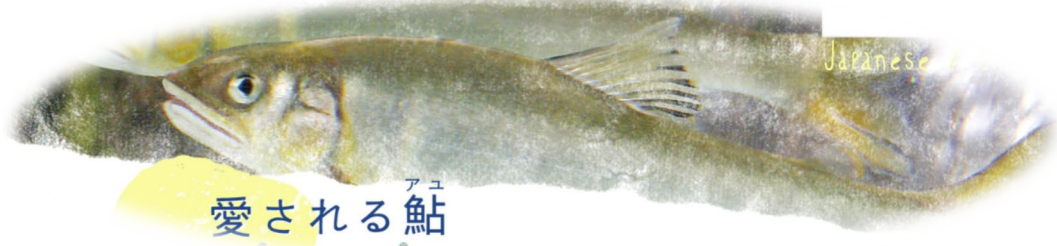
1. はじめに 研究開発背景② 顕在化しつつある生態系への影響

世界農業遺産 清流長良川の鮎 (2015) …河川漁業としては世界唯一



- アユだけでなく長良川の水の美しさや生態系、水を育む源流の森、流域に住む人々の水とともに暮らす伝統文化やなりわいなどを含めて認定。
- “里川”をキーワードに、農業・林業・内水面漁業・商業・観光業、これらが深くかかわり、成り立っていることが長良川システムとして高く評価されている。

出典：http://giahs-ayu.jp/



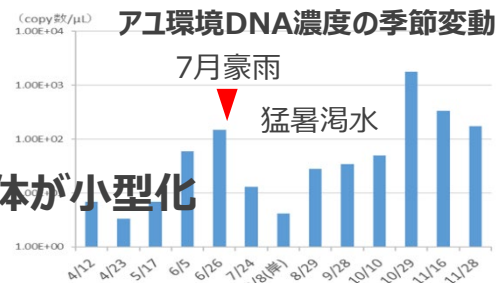
愛されるアユ鮎



川の漁師

【アユ不漁（豪雨・渇水・高水温）】

洪水による流失
 渇水・水温上昇
 ・産卵期の遅延
 →翌年の遡上個体が小型化
 ・高水温性病気



【観光収入の激減（鵜飼運休・猛暑）】

長良川鵜飼の運休→関連する観光業・
 鵜飼乗船者数減 サービス業に大ダメージ



運休10日前後



運休42日

【イワナ・アマゴ養魚場の異変（高水温）】

水源地下水（河川伏流水・表流水）の水温上昇
 →卵の孵化に悪影響／高水温性病気・生育不良



気候変動による洪水・渇水・水温上昇等が
 地域の生態系への影響が地域の産業や文化活動に及ぼす影響と適応策は？

2. 研究開発目的

『行政＋地方大学』型の地域気候変動適応センターの仕組みを背景として…



本研究では文科省SI-CAT、適応コンソーシアム事業等により創出された
既往の気候変動予測・影響評価に加え、
大学及び県が保有する研究手法と実務的知見の統合を図る。



起伏に富む地形を有し全国トップクラスの気温や降水量の多さなど気候変動の課題先進県「清流の国ぎふ」の安全・安心の確保に向けて、
水防災・農地・河川生態系・産業文化に及ぶ
複合的な気候変動影響を地域視点で総合評価する手法を構築する。



さらに、2015年に世界農業遺産「清流長良川の鮎」として認定され、地域循環共生圏の先進モデルとされる「長良川システム」を持続するため、
河川生態系と地域の産業・文化活動に気候変動が及ぼす影響評価手法の開発から適応策の立案までを、地域のステークホルダーとの協働により実現する。

3. 研究目標



地域における気候変動適応ニーズに応える影響評価手法を開発するとともに、具体的な適応策を地域のステークホルダーとの協働により提案。



地域における気候変動適応の推進体制のモデルとして、行政・行政系機関研究者・大学研究者・地域のステークホルダーの協働により適応を推進する『岐阜モデル』を確立。



岐阜県の地域気候変動適応計画に本研究課題及びSI-CAT等で創出された科学的知見を実装するとともに、（アウトカム1）地域における適応の推進を通じて得られた知見を、国の気候変動適応センター、A-PLAT等を通じて情報発信・共有する。（アウトカム2）

サブテーマ1 目標

- ①水災害・農地・生物多様性を包含した地域スケールの総合的な温暖化影響評価手法を開発。
- ②岐阜県主要5流域を対象に評価手法を適用し、評価結果をとりまとめる。
- ③評価の結果をモデル市町村・地域と共有し、ケーススタディ的に適応策の検討を行い、モデル市町村・地域に対して提案する。

サブテーマ2 目標

- ①長良川流域における流量・水温・環境DNAのモニタリング体制を構築，集中的なモニタリングにより実態把握とモデル検証データを得る。
- ②河川水温の時空間分布に対する温暖化影響予測手法を開発。
- ③洪水・渇水頻度，水温の変化により，地域資源であるアユと冷水性魚類が被る影響の評価手法を開発する。
- ④漁業・養殖業，観光業，河川管理者等のステークホルダーとともに気候変動への地域における適応策を共創する。

4. 研究開発内容 サブテーマ1・2の概要と目指す全体像

サブテーマ1：
河川氾濫原の水災害リスク・農地継続性・
生物多様性の総合評価手法の開発

サブテーマ2：
世界農業遺産「清流長良川の鮎」を支える
長良川システムへの温暖化影響評価技術開発と
適応策の共創



- 流況・水温モデル+魚類生態適地モデルの構築 (2021-2022)
- 総合的なシナリオ評価の実行 (-2022)
- 適応オプションの抽出と効果検証(2020-2022)

社会・営農側のシナリオ(人口、農地面積、作付け)
+ 気候変動外力(洪水規模頻度、水資源利用可能量)
+ 生物多様性

主なステークホルダー：
コム農家・営農組合、用水管理者
県行政(農政、河川管理者、都市計画)、市町村

主なステークホルダー：
漁業者・漁協、長良川を資源とする観光事業者
県行政(水産、商工、河川管理者)、市町村

5-1. 成果の概要 政策決定者向けサマリーより

本研究課題の成果は、以下の大きく3項目

1. 地域における気候変動適応の効果的な推進体制について

1-1. 地方行政と専門家の協働は地域における気候変動適応とEBPMに資する

1-2. ステークホルダーとの協働による気候変動影響の把握は社会の行動変容を加速する

2. 温暖化は水災害リスクの上昇だけでなく河川生態系と水田農業にも影響

2-1. 洪水規模・頻度は増加し河川氾濫原の水害リスクも増大. 流域治水への取り組みの重要性が高まる.

2-2. 水田における高温不稔は顕在化・カメムシ, ジャンボタニシの増加にも温暖化は影響

2-3. 農業排水路においても水温上昇は生物群集に影響. 河川と農業排水路の連続性が重要

3. 温暖化が主要水産魚種アユに及ぼす影響とその適応策について

3-1. 夏季の水温上昇がアユの分布を制限し, 秋季の産卵を遅らせている

3-2. 川の温暖化対策として支川の水源涵養機能の保全が今後ますます重要となる

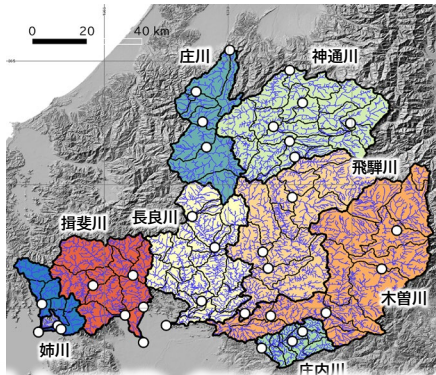
3-3. 水系ネットワークの連続性と避難場となる河道内氾濫原が重要

3-4. 気候変動に適応した生態系サービスの活用方策の推進

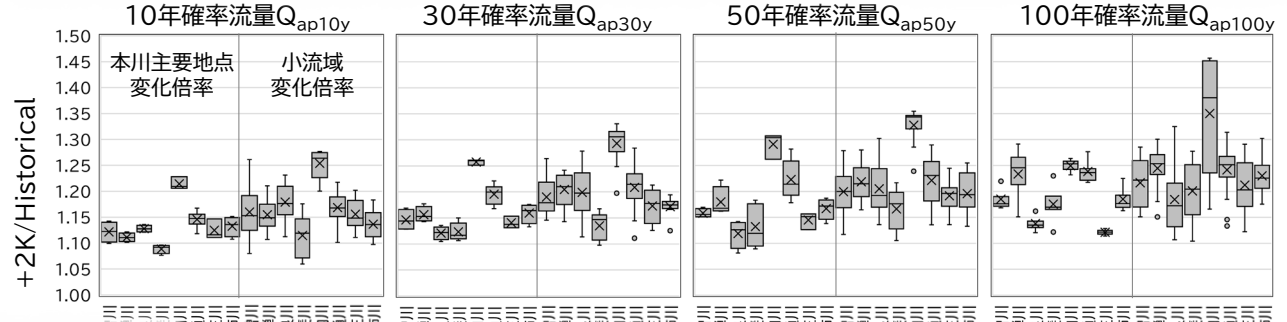
上記の成果に加えて、研究成果の普及啓発、ステークホルダーとの対話を重視し、様々な手段を通じてアウトリーチ活動を行ったことが特徴。

5-1. 成果の概要 温暖化は水災害リスクの上昇だけでなく河川生態系と水田農業にも複合的な影響をもたらす

成果1: 温暖化による洪水規模・頻度の増加割合は、大河川よりも中小河川で大きい



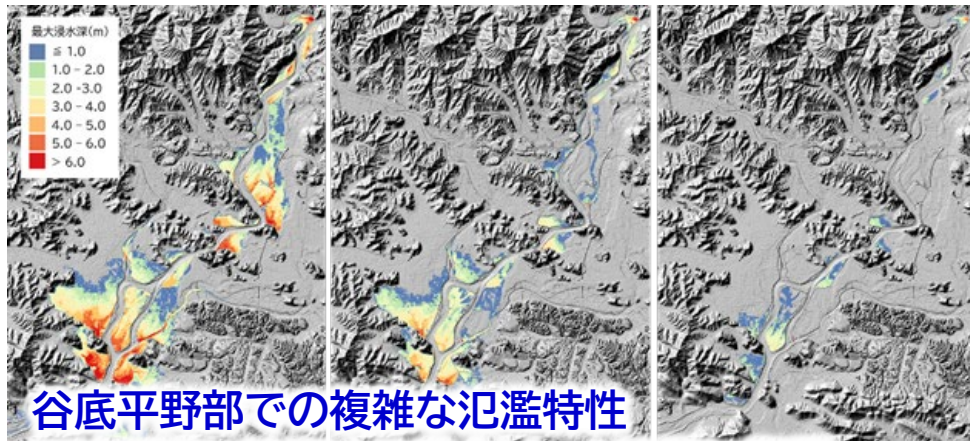
治水安全度が相対的に低い中小河川で超過洪水発生リスクが高まる



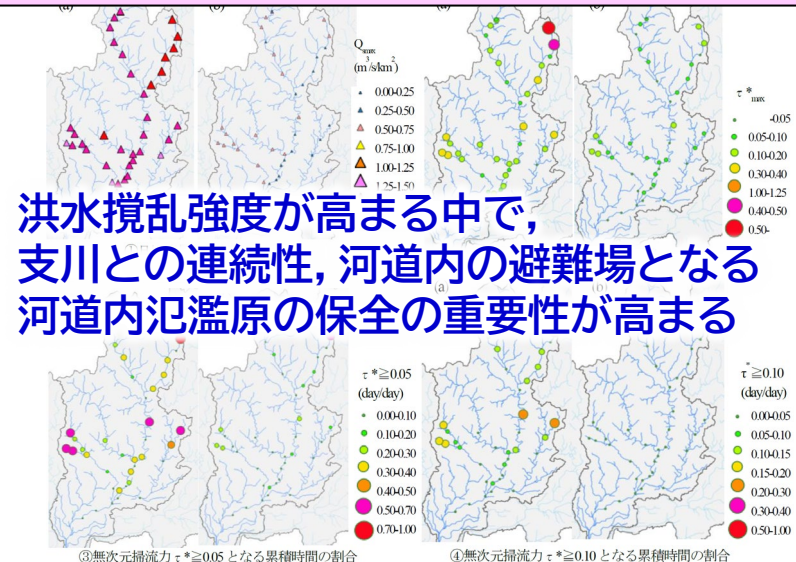
洪水規模・頻度を数千年分評価
過去気象, +2°C, +4°C

成果2: 中上流域での氾濫リスク増加
⇒ 下流に到達する洪水流量は減少

成果3: 洪水規模・頻度の増加は河川生態系にも影響. 流域スケールでの洪水攪乱強度の評価手法を開発



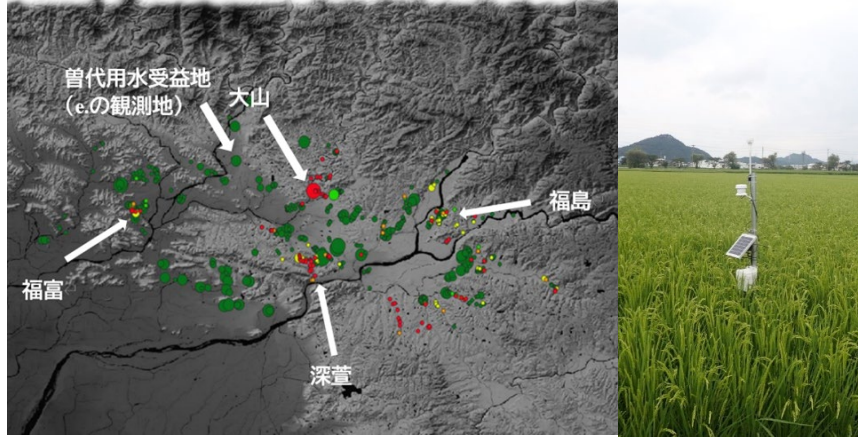
谷底平野部での複雑な氾濫特性
下流河川に流下する洪水ピーク流量に影響



洪水攪乱強度が高まる中で、
支川との連続性、河道内の避難場となる
河道内氾濫原の保全の重要性が高まる

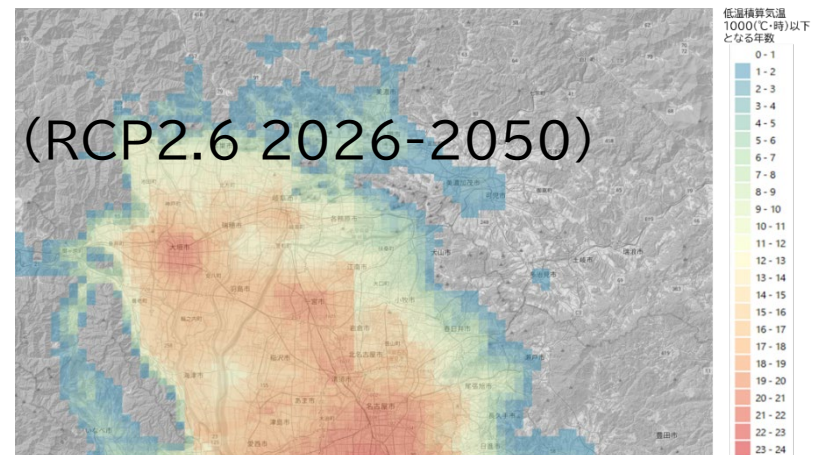
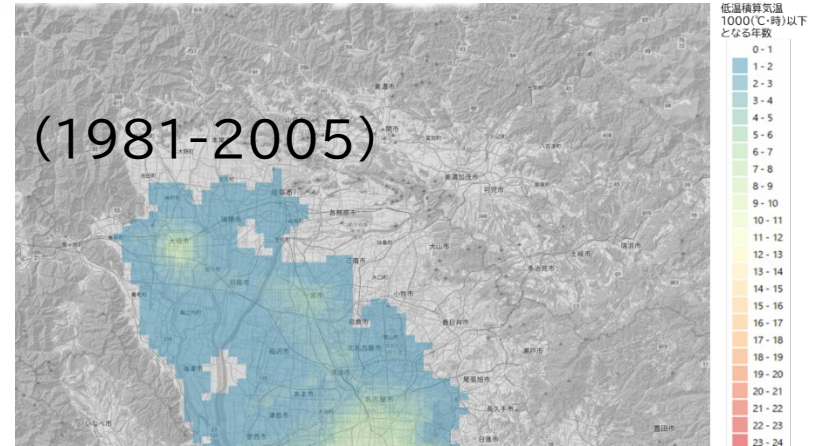
成果4: コメの高温不稔は盆地的な地形を持つ谷底平野で増加. 害虫との複合影響も

高温不稔発生地域の把握 高温不稔発生水田の微環境の分析



成果5: 農家はジャンボタニシ食害に強い関心. 越冬可能性は温暖化により高まる

ジャンボタニシは越冬しやすくなり, 2030年代には濃尾平野全域に拡大しうる (5種のGCMの平均値)



暑さが厳しすぎるとお米の出荷量が減る?

イネはアジア原産で暑さに比較的強い作物ですが、近年の日本の暑さで、お米もまっています。

暑さが原因で、お米が白く高くなる(白米劣化)、もみの中が空っぽ(高温不稔)になる。米粒も半ばは、米粒の表面が40℃程度に上がります。下部の胚乳は乾燥して高温になると、お米の品質が低下してしまいます。

近年、稲作も半ばは、米粒の表面が40℃程度に上がります。下部の胚乳は乾燥して高温になると、お米の品質が低下してしまいます。

暑さが原因で、お米が白く高くなる(白米劣化)、もみの中が空っぽ(高温不稔)になる。米粒も半ばは、米粒の表面が40℃程度に上がります。下部の胚乳は乾燥して高温になると、お米の品質が低下してしまいます。

お米ができるまでと気候変動の影響

お米を食べて、農家の人が対策できるような応援しよう

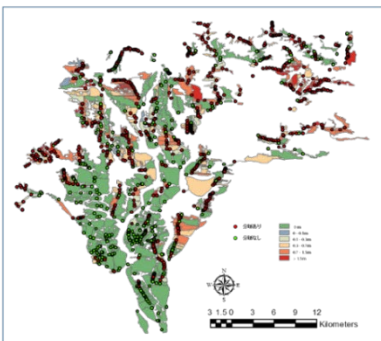
命案で近ごろのブランド米の人気の高まり、産地は気候変動に対応した新品種に切り替えるという傾向にあります。暑さ、寒害など強い気候の対応には手間とお金がかかります。みんなでお米を食べて、農業を支えましょう。

コメに対する温暖化影響の解説記事の作成 (安心な暮らしのヒントBOOK2に収録)

成果6: 河川-農業排水路の連続性が生物多様性を支えており, 洪水攪乱が激しくなる中で連続性確保の取り組みはますます重要に

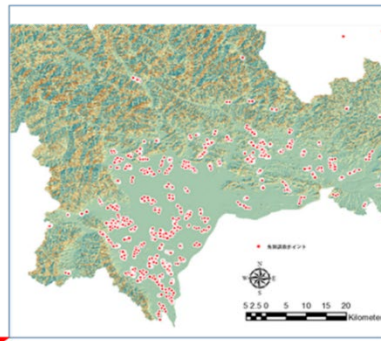
農地と河川の分断状況

農地集水域レベルで河川からの分断状況をおもに西濃・岐阜地域で把握



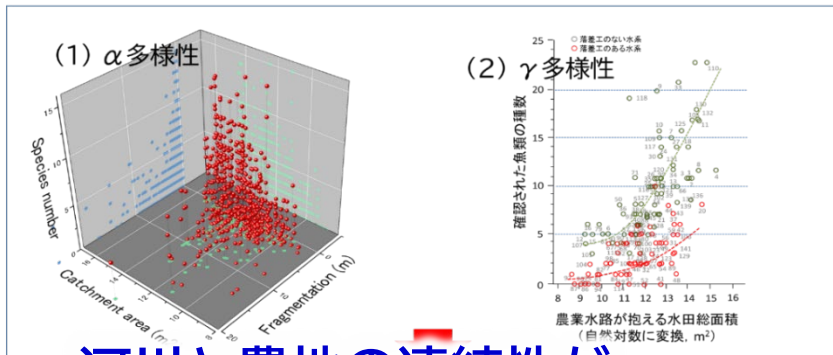
農業排水路の魚類群集

農業水路における淡水魚類群集の分布調査をおもに西濃・岐阜地域で把握



農地と河川の分断状況、受益面積 VS 魚類群集

種数面積モデル(SAR)による影響評価

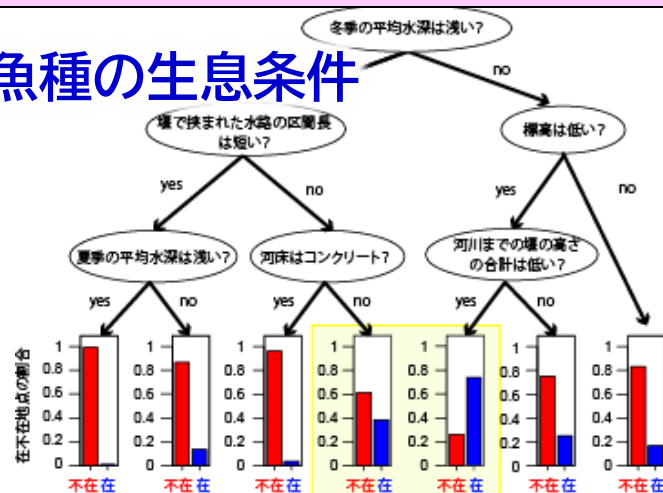


河川と農地の連続性が生物多様性に与える影響

可視化

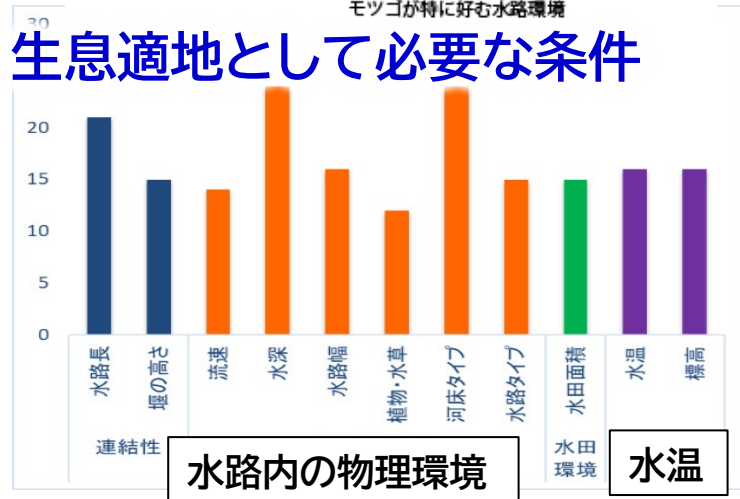
成果7: 農業排水路においても水温上昇による影響を受ける生物種が存在する

各魚種の生息条件



モツゴが特に好む水路環境

生息適地として必要な条件



これらのモデルをシナリオ分析に適用し社会・営農シナリオと温暖化による生態系影響を評価する。

5-1. 成果の概要 主要水産魚種アユに温暖化が及ぼす影響についての科学的知見を多く創出，地域における適応策を後押し

成果1: 共同研究機関+漁協の協力により
長良川流域全域をカバーする観測体制を構築

成果2: アユは洪水を避けて流域全体を移動
⇒支川・本川の連続性が今後ますます重要に

長良川流域

モニタリング地点

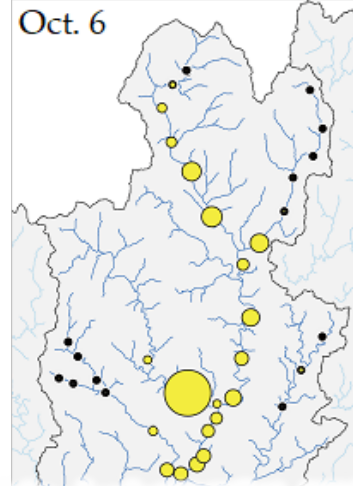
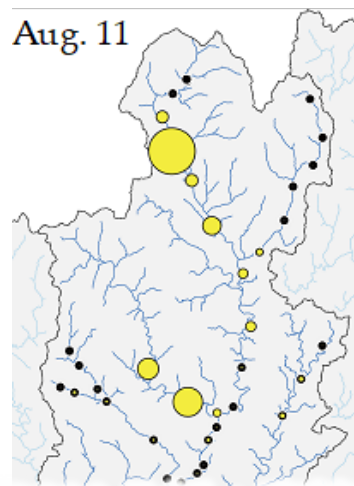
アユ生活史の概略	2020年	2021年	
遡上期・放流期	(着手前)	4/12	
		4/26	
		5/10	
		5/25	
成長期	長雨による増水	6/8	
		6/22	
		7/19	
		8/11	8/2
		8/25	8/30
		9/14	9/14
		9/23	9/28
		10/6	10/12
産卵期		10/20	10/25
		11/4	11/8
		11/17	
		12/1	11/29

eDNA(42箇所)

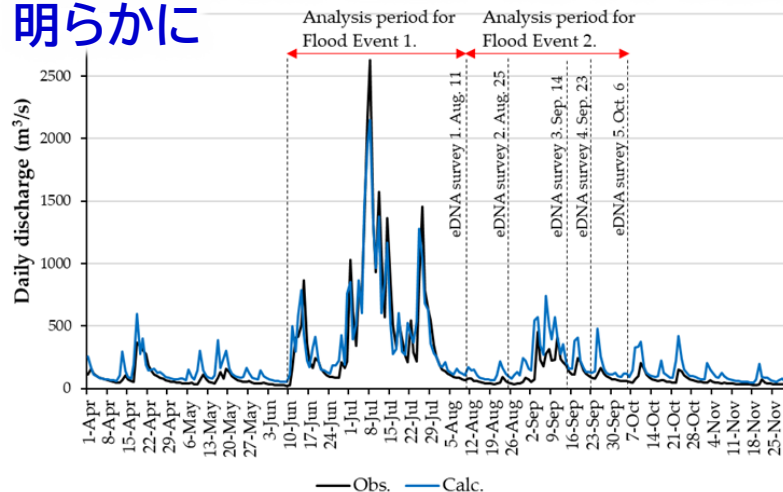


2週間に1回全42地点で採水・分析

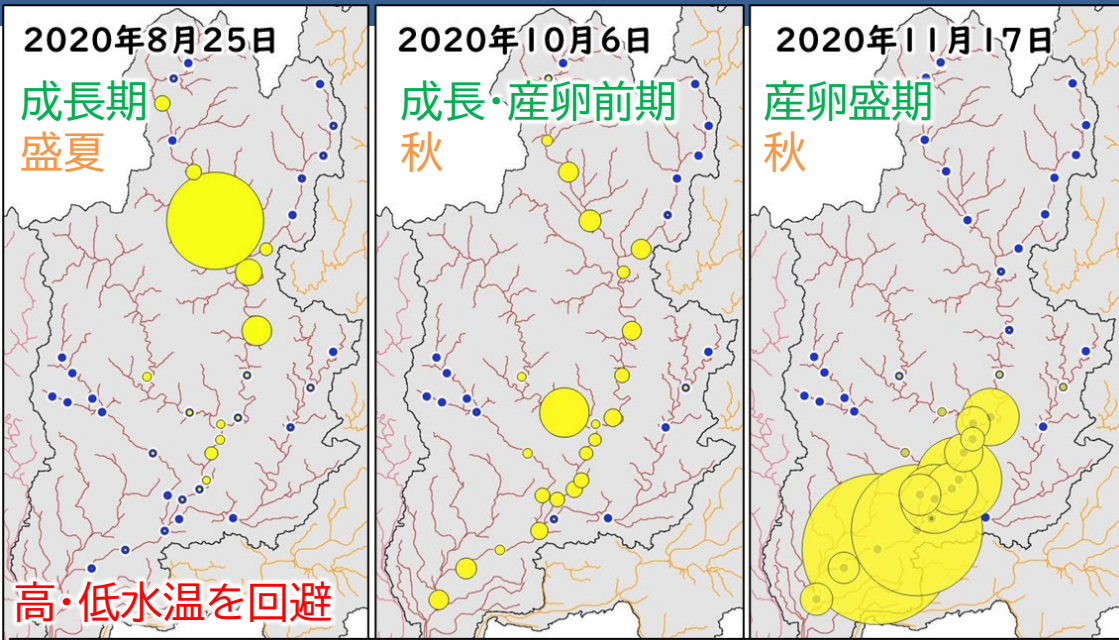
流域全体でのアユ時空間動態と
水温、流量等の関係性の分析により
新たな知見が多く創出された



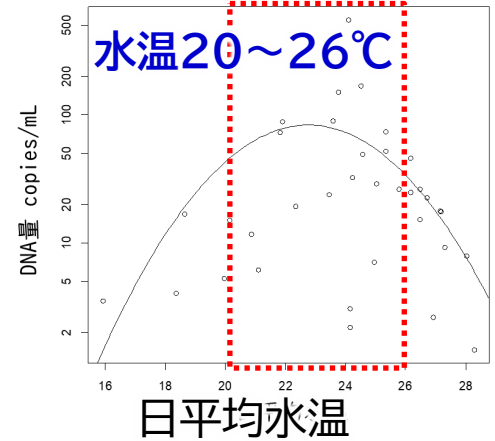
eDNA分析+高精度な水文モデル解析によりアユが洪水を避けて分布する様子が明らかに



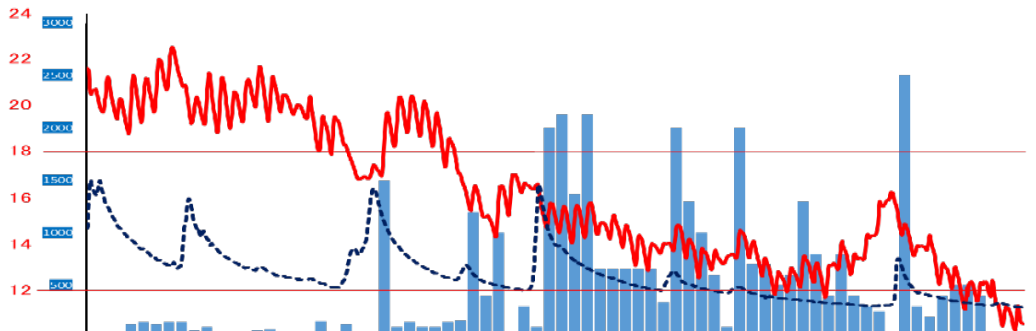
成果3:水温上昇がアユの「スーパー土用隠れ」を引き起こしていることを立証。
日水温26℃を上回る範囲ではアユが姿を消す。



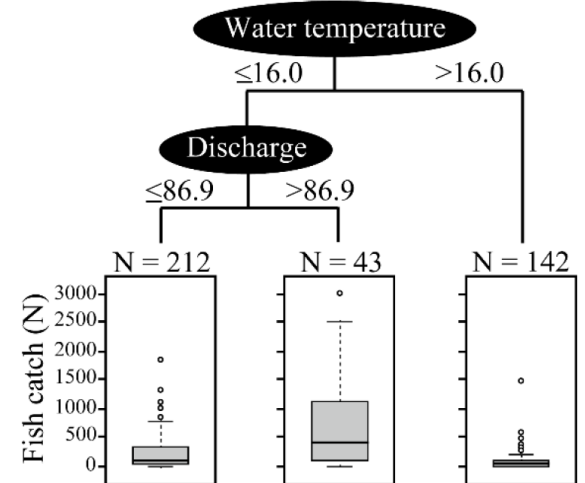
水温とアユ分布の
関係(8月の例)



成果4:秋の産卵期にアユが川を降るトリガーは、まず「水温の低下」、そこに出水加わることで降河が誘発されることを、7か所の漁場での漁師さんのデータから明らかに。

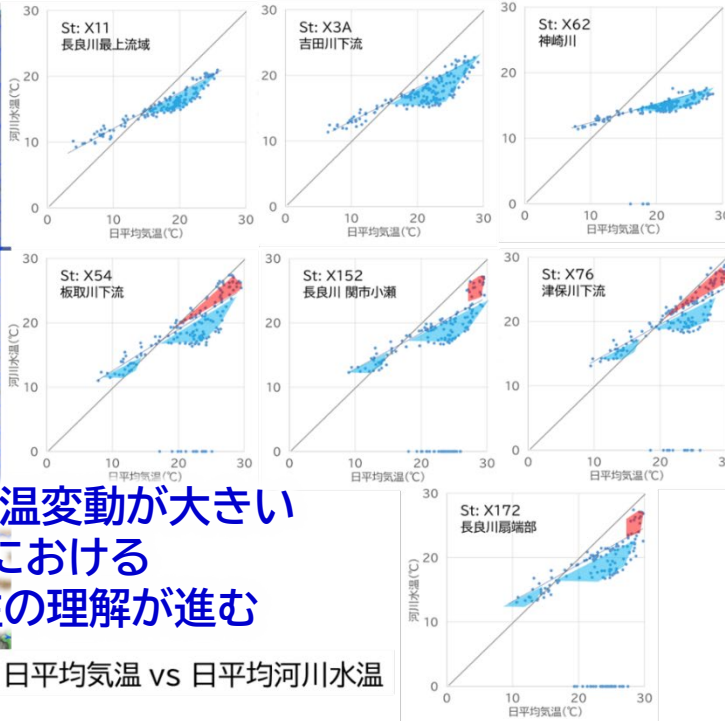
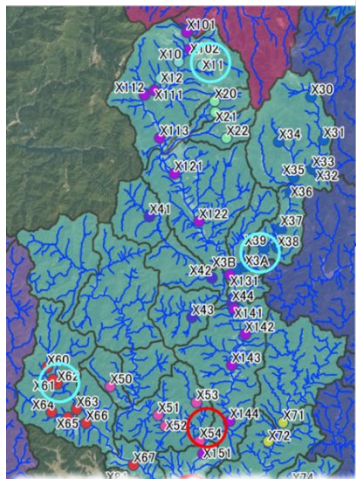


産卵降河:10月下旬以降,水温18℃以下となり,
増水すると活発化する.水温-流量の階層的効果.



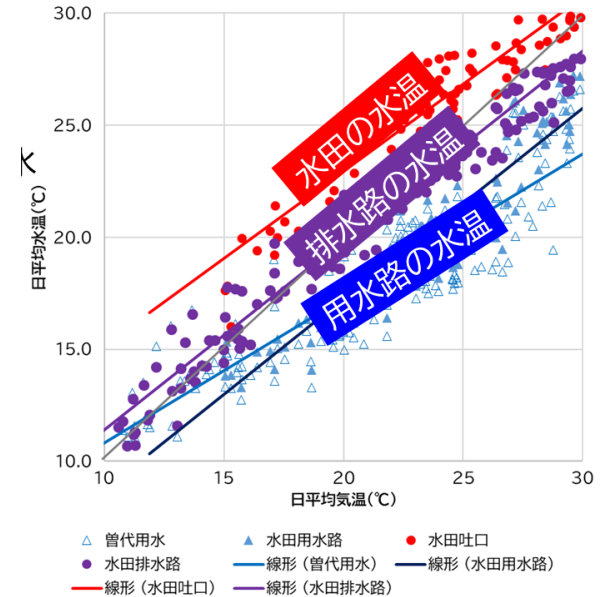
成果5: 河川水温変動特性の理解が進み河川水温モデルが構築される

成果6: 水田からの排水が川を温めている実態が把握される。



雨が多く年間の気温変動が大きい
アジアモンスーンにおける
河川水温変動特性の理解が進む

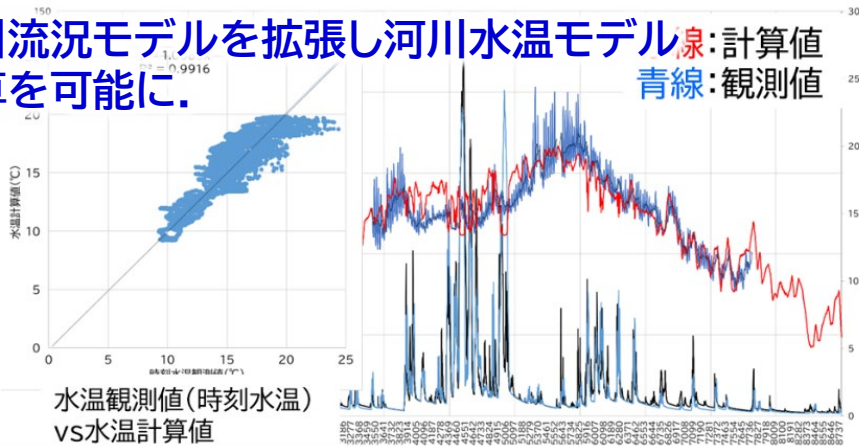
日平均気温 vs 日平均河川水温



△ 管代用水 ▲ 水田用水路 ● 水田吐口
● 水田排水路 — 線形(管代用水) — 線形(水田用水路)
— 線形(水田吐口) — 線形(水田排水路)

水田内●は気温以上に温まる(日中40℃を超える日も)があるが、未利用の用水によって排水路内●は希釈されている。
排水路の水温は、ほぼ気温と同じになっている。

河川流況モデルを拡張し河川水温モデル
計算を可能に。

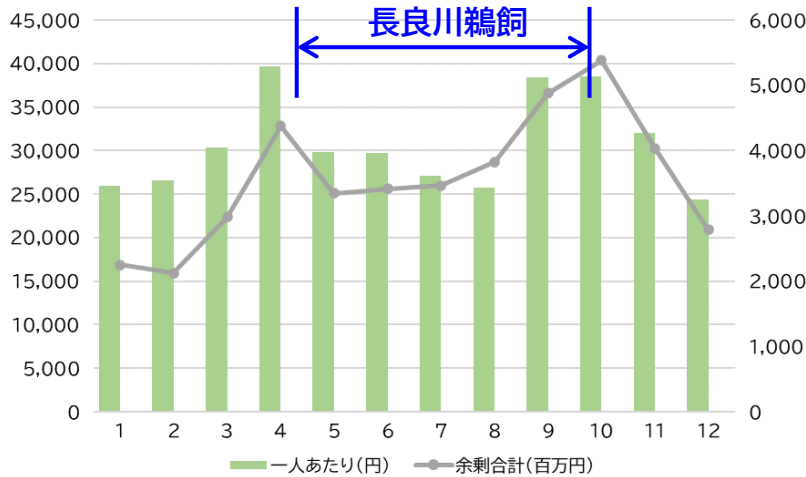


水温観測値(時刻水温)
vs水温計算値

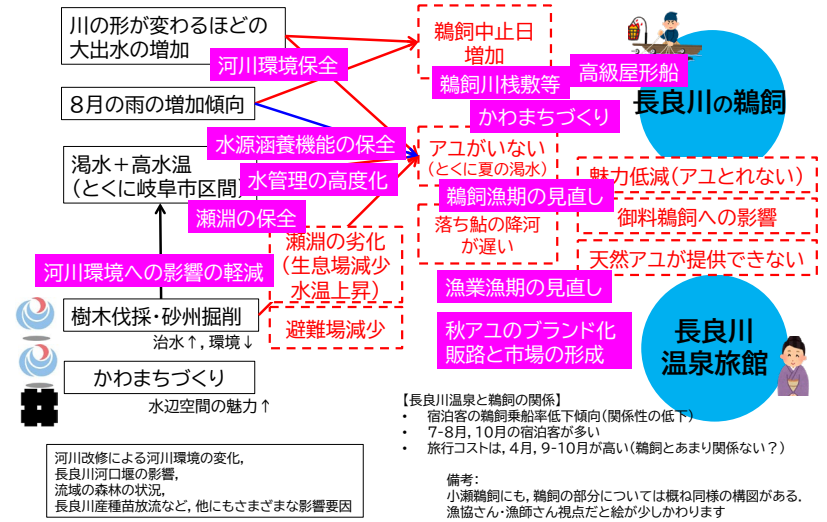
水田の中は気温より高く、排水路で気温と同程度まで冷まされている

他にも、溪流の水温プロセスモデルほか、河川水温に関する研究成果が複数創出され、温暖化影響としての河川水温上昇を記述・分析する手法が大幅に発展した。

成果7:長良川温泉旅館宿泊客の情報から、長良川鵜飼と温泉宿泊者の関係性を明らかに。⇒適応戦略の基礎情報に。



ステークホルダーとの情報共有と対話を通じて、実効性の高い適応オプションが抽出され、即時実行に移された。



- 長良川鵜飼観覧者は、秋の行楽シーズンに訪れる利用者の方が遠方からコストをかけて来訪している。
- 長良川温泉旅館の旅客が長良川鵜飼を観覧する割合は高くない。
⇒鵜飼だけでなく、エリアの魅力を高める「かわまちづくり」は誘客に有効。
- 下ってくるのが遅くなった“落ち鮎”が秋の長良川の地域資源として有望？

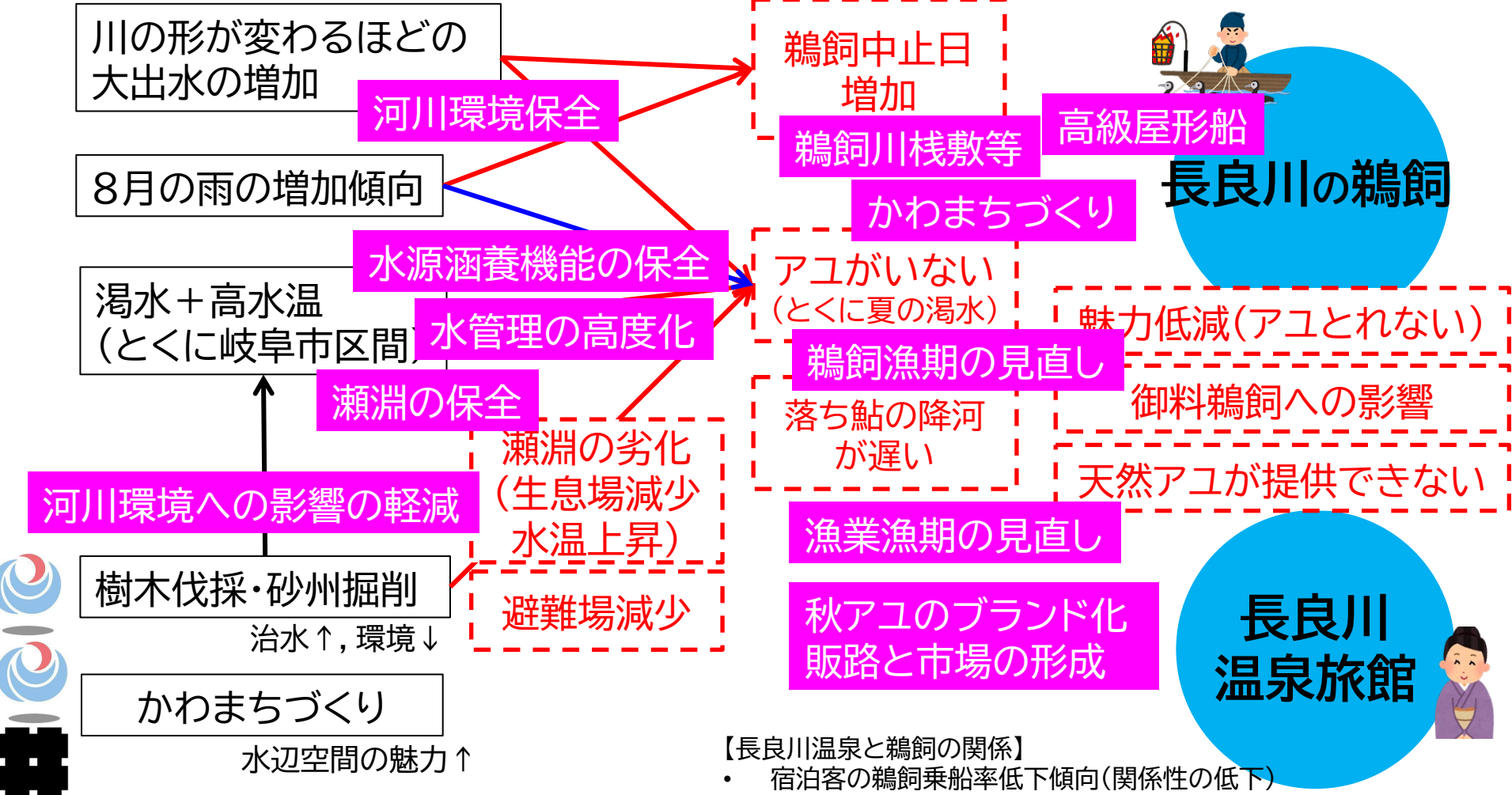


長良川鵜飼・温泉旅館組合としての適応策について意見交換



漁協として実施可能は適応策について意見交換

長良川鵜飼・長良川温泉への温暖化影響と 有望な対策・適応オプション(案)



河川改修による河川環境の変化,
長良川河口堰の影響,
流域の森林の状況,
長良川産種苗放流など, 他にもさまざまな影響要因

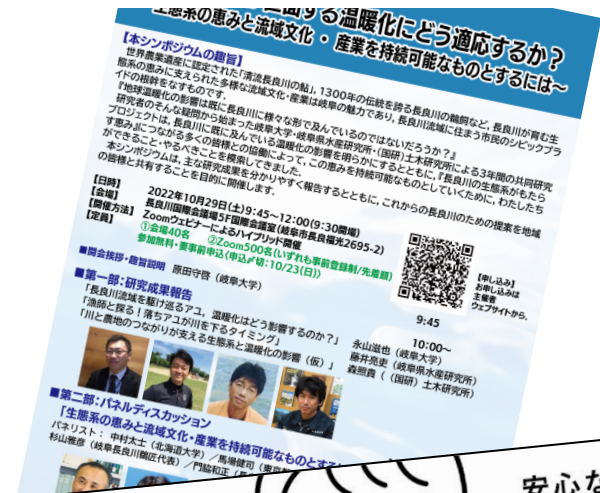
- 【長良川温泉と鵜飼の関係】
- 宿泊客の鵜飼乗船率低下傾向(関係性の低下)
 - 7-8月, 10月の宿泊客が多い
 - 旅行コストは, 4月, 9-10月が高い(鵜飼とあまり関係ない?)

備考:
小瀬鵜飼にも, 鵜飼の部分については概ね同様の構図がある。
漁協さん・漁師さん視点だと絵が少しかわります

5-1. 成果の概要 ④ステークホルダーとの対話, アウトリーチ

- 「国民との科学・技術対話」の実施 35件
- マスコミ等への公表・報道等 16件
- 普及啓発冊子の作成・教材活用
- ステークホルダーへの情報共有・意見交換

● 市民向けに温暖化影響と適応策の取り組みを発信するシンポジウム(2022年10月)



● ぎふ気候変動適応セミナー(ウェビナー)複数回

ぎふ気候変動適応セミナー

2021年11月25日(木)13:00~14:30

第3回 テーマ
「長良川のアユへの
温暖化影響と適応策」

【出演者】
永山滋也(岐阜大学) 藤井亮史(岐阜県水産研究所)
村瀬和典(郡上漁業協同組合) 平二
モデレーター 原田守啓(岐阜大学)



水産研究所, 上流・下流の漁協・漁師も交えて影響と適応策を議論

主催: 岐阜県気候変動適応センター
共催: 環境研究総合推進費「水防災・月



● 安心なくらしのヒントBOOK2 制作発行
市民向けに分かりやすく温暖化影響を解説

5-2 環境政策への貢献

本研究課題は、『地域特性に応じた気候変動影響及び適応策』に資するものとして、環境省地球環境局気候変動適応室の行政推薦課題として実施

- ✓ 地方行政と専門家の協働、とくに県試験研究機関と地方大学の協働の有効性を示した。
- ✓ ステークホルダーが参画した形での気候変動影響把握の有用性を示した。

行政等が既に活用した成果

- ✓ 岐阜県地球温暖化防止・気候変動適応計画(令和3年3月)に重点的に取り組むテーマとして、本プロジェクトが対象とする「水災害, 水稲, 県のシンボルである県魚(アユ)」を抽出。岐阜県における気候変動適応の重要テーマとして設定。(岐阜県)
- ✓ 長良川水産資源管理協議会の立ち上げ(令和5年1月). 本プロジェクト成果を活用(岐阜県里川振興課)
- ✓ 岐阜市・国交省による「ぎふ長良川鵜飼かわまちづくり計画」(令和3年3月19日登録)の背景として、本研究プロジェクト成果の情報を随時共有。計画に気候変動への適応が陽に取り入れられる。(岐阜市)
- ✓ 長良川温泉旅館協同組合, 岐阜商工会議所, 観光DMO法人は, 本プロジェクトが情報提供した温暖化影響と観光産業分析を踏まえて, 2020年夏から社会実験等の取り組みを実施。(長良川鵜飼・長良川温泉関係)

行政等が活用することが見込まれる成果

- ✓ 地域気候変動適応センターのモデルケース (全国の地域気候変動適応センター)
- ✓ 流域治水への取り組みのモチベーションを高める (主に長良川流域, 岐阜県県土整備部河川課ほか)
- ✓ 田んぼダム社会実験への参画を通じた研究成果の活用(岐阜県農地整備課, 関市役所)
- ✓ 都市計画特別措置法改正を受けた立地適正化計画 居住誘導区域の防災指針の本検討成果を情報提供(岐阜県都市建築部/岐阜市・大垣市・関市)
- ✓ 世界農業遺産「清流長良川の鮎」を後世に受けつぐために関係者に期待されるアクションを本研究成果により提示。支川の水温抑制効果の保全、水系ネットワークの保全等(河川管理者、基礎自治体等)
- ✓ サステイナブル・ツーリズムの実現のための気候変動適応という観点の導入(岐阜県観光国際局)

5-3. 研究目標の達成状況(自己評価と主な根拠)



地域における気候変動適応ニーズに応える影響評価手法を開発するとともに、具体的な適応策を地域のステークホルダーとの協働により提案。

目標上回る

- ✓ 岐阜県下主要5流域を含む8流域を対象とした中小河川単位での水災害リスク評価, 河川管理者への情報提供, 基礎自治体の立地適正化計画見直しの背景情報として活用されている。
- ✓ 稲作農家との対話を通じてニーズが高いジャンボタニシによる食害について温暖化影響を分析し情報提供。
- ✓ 世界農業遺産「清流長良川の鮎」への温暖化影響について, 漁協との協働→資源管理体制が構築。
- ✓ 気候変動にも適応した「持続可能な観光」を応援. いくつかの適応策が試行・実行され始めた。



地域における気候変動適応の推進体制のモデルとして、行政・行政系機関研究者・大学研究者・地域のステークホルダーの協働により適応を推進する『岐阜モデル』を確立。

目標大きく上回る

- ✓ 県試験研究機関が保有する現場情報及び現場のステークホルダーとのネットワークと, 研究者によるデータ解析, モデルシミュレーション等を結合することによって, リアリティのある分析が可能となった。
- ✓ 長良川鵜飼関係者, 温泉旅館組合, 観光地域づくり法人(DMO)らに調査分析結果を早期段階から共有した結果, 研究グループとステークホルダーの間で, 実行可能で有望な適応策の候補(適応オプション)について様々な提案が交わされた。
- ✓ 気候変動影響の把握を専門家らと共に行うことにより, 気候変動影響をステークホルダーがより具体的に認識し, 適応に向けた行動変容への機運を醸成することができたといえる。



岐阜県の地域気候変動適応計画に本研究課題及びSI-CAT等で創出された科学的知見を実装するとともに、(アウトカム1) 地域における適応の推進を通じて得られた知見を、国の気候変動適応センター、A-PLAT等を通じて情報発信・共有する。(アウトカム2)

目標通り

- ✓ 岐阜県地球温暖化防止・気候変動適応計画(令和3年3月)への気候変動影響情報の提供と, 重点施策の形成
- ✓ 世界農業遺産「清流長良川の鮎」推進協議会に, 新たに資源管理・増殖部会が設置(令和5年1月)EBPMを促進。
- ✓ 国民との科学・技術対話に相当するアウトリーチ活動を計35件行った。マスコミ報道は16件
- ✓ 国適応センターとの情報共有を積極的に行い, A-PLATへの情報提供を実施。
- ✓ 普及啓発冊子「安心な暮らしのヒントBOOK@ぎふ」制作・発行 ⇒地域の総合学習の教材として活用。

5-3. 研究目標の達成状況(自己評価)

サブテーマ1 目標	自己評価	主な根拠
①水災害・農地・生物多様性を包含した地域スケールの総合的な温暖化影響評価手法を開発。	一定の成果	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 農家との対話を通じてニーズを把握。 ✓ サブテーマ2に貢献する方向で軌道修正。
②岐阜県主要5流域を対象に評価手法を適用し、評価結果をとりまとめる。	一定の成果	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 県下全域中小河川の水災害リスク分析 ✓ 濃尾平野全域の農地生態系, ジャンボタニシ
③評価の結果をモデル市町村・地域と共有し、ケーススタディ的に適応策の検討を行い、モデル市町村・地域に対して提案する。	一定の成果	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 温暖化による水災害リスク変動分析結果⇒河川管理者, 都市計画, 防災担当 ✓ 河川-農政連携事業への情報提供
<p>当初計画では、サブテーマ1では河川氾濫原の水災害リスク・農地継続性・生物多様性の総合評価手法を構築し、その評価結果を地域のステークホルダーや基礎自治体に共有することによって、トレードオフを生じない適応策の創出と社会実装を目指すものであったが、主要なターゲットとなるステークホルダーたるコメ農家の現状認識や将来展望は様々であり、一つの地域の中でも営農家が異なる展望を持っていること、全ての地域で共通して有効な適応策を見出すことは困難であることなどが早い段階で把握されたことから、アドバイザリーボード会合における助言等を通じてサブテーマ1の位置付けを見直し、社会的な関心が高くステークホルダーの積極的な協力が得られたサブテーマ2との関係性を強化し、またサブテーマ2の議論に貢献する方向へと軌道修正を行ったものである。</p>		
サブテーマ2 目標	自己評価	主な根拠
①長良川流域における流量・水温・環境DNAのモニタリング体制を構築、集中的なモニタリングにより実態把握とモデル検証データを得る。	目標通り	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2020年, 2021年の広域多地点の水温・アユeDNA観測体制⇒多くの科学的知見に ✓ ステークホルダー協働が適応策を加速。
②河川水温の時空間分布に対する温暖化影響予測手法を開発。	目標通り	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 河川水温変動特性の理解, 特徴の異なる河川水温モデルの開発
③洪水・濁水頻度, 水温の変化により、地域資源であるアユと冷水性魚類が被る影響の評価手法を開発する。	目標上回る	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 洪水攪乱, 水温上昇が夏季生育期, 秋期産卵期のアユに与える影響に新たな科学的知見を多く創出。
④漁業・養殖業, 観光業, 河川管理者等のステークホルダーとともに気候変動への地域における適応策を共創する。	目標上回る	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 研究成果の共有から資源管理体制の構築へ ✓ 地元観光関係者の適応策を強く後押し。

6. 研究成果の発表状況

- 査読付き論文 **14件**
- その他誌上発表(査読なし) 5件
- 口頭発表(学会等) 13件
- 「国民との科学・技術対話」の実施 **35件**
- マスコミ等への公表・報道等 **16件**
- 本研究費の研究成果による受賞 2件
- その他成果発表 7件

【サブテーマ1】

1. K. Noda, K. Miyai, K. Ito and M Senge: Effect of residents' involvement with small hydropower projects on environmental awareness. *Sustainability*, 12, 5994 (2020)
2. 原田守啓, 瀧健太郎: d4PDF領域気候モデルと洪水流出解析による流域を俯瞰した洪水規模・頻度の分布特性の分析. *土木学会論文集B1(水工学)*, 77(2), I_475-I_480(2021)
3. 丸谷靖幸, 小林知朋, 永井信, 宮本昇平, 矢野真一郎: 気象官署の降水量を用いた気候変動に伴う日本全国の長期的気候変化傾向の解明. *土木学会論文集B1(水工学)*, 77(2), I_1261-I_1266 (2021)
4. A. Lamichhane, M.K. Zaki, E. Okiria, H. Shirakawa, K. Noda: IOP Conf. Series: Decision-making in Climate Change Adaptation through a Cross-Sectoral Approach: Review. *Earth and Environmental Science*, 1016, 012034 (2022)
5. 森照貴: 河川と氾濫原をつなぐ洪水が生物多様性に及ぼす影響. *水環境学会誌*, 45, 146-150 (2022)
6. 原田守啓, 中島大雅, 瀧健太郎: 複雑な氾濫形態をもつ谷底平野部における超過洪水時の氾濫現象. *河川技術論文集*, 28, 31-36 (2022)
7. 平野和希, 原田守啓: 流域スケールにおける洪水攪乱外力の評価手法. *土木学会論文集B1(水工学)*, 78, I_907-I_912 (2022)

【サブテーマ2】

1. 溝口裕太, 赤松良久, 宮本仁志, 中村圭吾: 平衡水温を用いた流域スケールの河川水温管理指標の提案. *河川技術論文集*, 27, 289-294 (2021)
2. 溝口裕太, 赤松良久, 宮本仁志, 中村圭吾: ランダムフォレストと変数重要度分析を用いた河川流域での水温変化特性の支配要因の検出. *土木学会論文集B1(水工学)*, 77(2), I_997-I_1002 (2021)
3. M. Harada, S. Nagayama: Impacts of flood disturbance on the dynamics of basin-scale swimming fish migration in mountainous streams. *Water*, 14, 538 (2022)
4. J. García Molinos, N. Ishiyama, M. Sueyoshi, F. Nakamura: Timescale mediates the effects of environmental controls on water temperature in mid-to low-order streams. *Scientific Reports*, 12(1), 12248 (2022)
5. S. Nagayama, M. Sueyoshi, R. Fujii, M. Harada: Basin-scale spatiotemporal distribution of ayu *Plecoglossus altivelis* and its relationship with water temperature from summer growth to autumn spawning periods. *Landscape and Ecological Engineering*, 19, 21-31 (2023)
6. N. Ishiyama, M. Sueyoshi, J. García Molinos, K. Iwasaki, J.N. Negishi, I. Koizumi, S. Nagayama, A. Nagasaka, Y. Nagasaka, F. Nakamura: Underlying geology and climate interactively shape climate change refugia in mountain streams. *Ecological Monographs*, e1566(2023), <https://doi.org/10.1002/ecm.1566>
7. S. Nagayama, R. Fujii, M. Harada, M. Sueyoshi: Low water temperature and increased discharge trigger downstream spawning migration of ayu *Plecoglossus altivelis*. *Fisheries Science* (in press)