

令和 2 年 9 月 16 日現在

機関番号：32607

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00651

研究課題名(和文) 里地里山における管理放棄された水田・水路での水生生物生態環境の劣化プロセスの把握

研究課題名(英文) Understanding the degradation process of aquatic ecological environment in abandoned paddy fields and canals in Satoyama landscape

研究代表者

柿野 亘 (Kakino, Wataru)

北里大学・獣医学部・講師

研究者番号：10623936

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：管理放棄された水田に用水路を介して灌漑したところ、隣接する遊休林地の地下水位の上昇が認められ、水たまりが形成された。用水路からの供給がなくなると地下水位が低下し、カエル類の卵塊が確認された水たまりは消失した。以上から水路・水田生態系の劣化プロセスの一モデルが明らかになった。湧水が流入する水田では、湿地化してドジョウの増殖が確認された。魚類の生息環境を評価できるSVAP評価から、管理放棄された本谷底面における本河川では、高い評価点が得られ、今後魚類の生息ポテンシャルが向上する可能性が指摘された。また、将来的な管理や活用において、中山間地域における管理に関わるソフト事業の可能性について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

中山間地域における耕作放棄地の荒廃化が進行している問題に対して、かつて水田地帯であった様々な水域環境が劣化することで、水生生物の生息分布がどのように変化するのか、学術的には、同一の対象地を空間スケール別に整理された研究は極めて少ない。将来的に、中山間地域の水田・水路生態系が減少する中で本地域の生物多様性をどのように保全するのか対策を立案することは社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：When the abandoned paddy field was irrigated through an irrigation ditch, a rise in the groundwater level in the adjacent idle forest land was observed and a puddle was formed. When the water supply from the irrigation ditch was cut off, the groundwater level dropped, and the pool of frog egg masses disappeared. From the above, one model of the degradation process of the canal/paddy ecosystem was clarified.

In the paddy fields where the spring water flows in, it was confirmed that the loach had proliferated and became a wetland. From the SVAP evaluation that can evaluate the habitat of fish, it was pointed out that a high evaluation point was obtained in this river on the bottom of the valley where management was abandoned, and the habitat potential of fish would improve in the future. In addition, in future management and utilization, the possibility of software business related to management in the mountainous areas was examined.

研究分野：水域生態工学

キーワード：管理放棄 里地里山 管理 水域生態系 変質 魚類 両生類 生息分布

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

わが国では 1993 年に生物多様性条約に批准して以降、この国際条約に対応するために 2010 年まで生物多様性国家戦略を数年おきに見直しながらか、生物多様性保全を推し進めてきた。このなかで、生物多様性がとくに高い地域に、里地里山に代表される農村地域が挙げられており、ここでの具体的な問題のひとつである自然に対する働きかけの縮小(管理放棄)による危機(第2の危機)への対応が呼びかけられてきた。生物多様性条約締約国会議(COP10)で設定された2020年までに達成すべき20の個別目標(愛知目標)があるが、とくに淡水生態系が最も劣化が進行していることが問題となっており、個々の目標達成に位置づけた国内外の研究については湖沼の淡水魚や水草の報告以外では極めて少ない。また、地球規模生物多様性概況第4版での中間評価報告では、個別目標5(愛知目標)での水域環境の改善からほど遠く、むしろ悪化していることが指摘されている。

2. 研究の目的

複数の水田、水路の管理放棄後の魚類等水生生物の生息環境の変化実態を把握し、各水域の劣化プロセスをもとに類型化を行う、また、管理放棄後の魚類等水生生物の生息環境評価を行う、類型ごとに魚類等水生生物の保全方法や保全対象地の活用方法を提示する。

3. 研究の方法

複数の水田、水路の管理放棄後の魚類等水生生物の生息環境の変化実態を把握

-1. 青森県上北郡七戸町寒水地区に立地する谷底面における管理放棄された水田(以下、遊休林地)に形成された地下水由来の水たまり(直径1-2m程度)を合計10個選定した。2017年3月3日および10月31日にカエル類採捕調査および水深、水温、底質、pH、DOを計測、測定した。2017年6月21日、2018年5月18日、6月7日、7月30日に遊休林地の水たまり周辺を歩きながら、カエル類を目視で計数した。また、水たまり内の卵塊有無についても確認した。また、水たまりの一つ(No.9)に水位・水温ロガー(HOBO社製)を2016年9月15日~2017年10月31日まで垂下した。またNo.2に2018年5月16日~10月9日間同様に垂下した。これらの水たまりを囲うように4点の地下水を測定するために塩ビパイプを縦に埋設し、2018年7月26日~10月9日まで水位・水温ロガーを設置した。遊休林に隣接する水田(2017年度から管理放棄)に水位ロガーを設置して、人為的に用水路から灌漑した。

-2. 青森県上北郡七戸町策田地区に立地する谷底面において、2017年3月1日に山側の農業用排水路において谷尻から谷頭までの落葉落枝が確認された範囲に越冬するヤマアカガエルをタモ網で採捕した。また、越冬環境条件として水路幅、水深、水面から岸辺の高さ、水路底の状況を計測した。また6月28日に谷底面全域での卵塊の位置把握と計数した。

谷底面を流れる小河川・管理放棄水田における魚類生息環境の評価と水田跡地の法面の崩壊要因

-1. 谷底を流れる小河川における魚類の生息環境評価方法について説明する。対象水域は、青森県上北郡七戸町寒水地区の高瀬川水系中野川の支流にあたる小河川、流路延長5kmを対象とした。評価方法は、Stream Visual Assessment Protocol(SVAP)法を用いた。周辺の土地利用の境界を基準に11区画を設定し、水路構造(5項目)、水質(4項目)、魚類および底生生物の生息域(6項目)について評価した。なお調査は、2018年9月13、19日に実施した。

-2. 本SVAP法は、国外の自然河川で活用されている方法であり、わが国において、とくに農業地域における河川で同様に活用できるか不明であったことから、採捕密度とSVAP法による総合評価点との関係を把握した。区画ごとにエレクトリックショッカーを用いて魚類を採捕し、魚種ごとの個体数を計数し、水面面積当たりの密度に換算した。また、区画ごとの評価と周辺に水田圃場がある同規模の河川と比較した。なお調査期間は、2019年9月25~27日の延べ3日間であった。

-3. 調査対象地は、青森県上北郡七戸町寒水地区の谷底を流れる高瀬川水系中野川の支流の岸辺法面とした。本支流のコンクリートライニングされていない岸辺の土質は、主に黒ボク土および砂質土であることから、水田跡地にそれぞれの土壌の法面を締め固めて形成し、土壌水分移動を調べるために2017年12月14、15日にTDR法を用いて土壌水分移動を測定した。それぞれの壁面には深さ5cm、10cm、20cm、35cm、50cmの地点にTDRプローブを設置し、同じ深さで100ccサンプリングを用いて土壌採取を行った。設置した2か所のTDRプローブ付近に水を流し、水のかけ流し前後に体積含水率と電気伝導度を測定した。

湧水が流入する管理放棄水田でのドジョウの増殖状況

-1. 湧水が流入し続ける管理放棄水田において、除去法に基づくドジョウ等魚類のトラップ採捕を行った。青森県上北郡七戸町寒水地区の対象水田に園芸用支柱を3m感覚で64本設置し、トラップの設置地点とした。環境条件調査では各採捕地点の水深・流速・水温・DO・EC・pH・泥深・被植率を計測した。水口・水田中央・水尻に水位・水温ロガーを設置し各地点の水温と水深を15分間隔で測定し、測定期間は水口と水尻で、2018年7月10日~11月15日、水田中央では5月24日~11月15日、とした。2017年9月19日~21日、2018年9月17日~21日、2019年9月16日~20日に実施した除去法では、一日目に各地点に集魚剤(米

糠・おから・屑大豆が成分のペレット、さなぎ粉を混ぜたもの)をポリエステル・ポリエチレン複合繊維の袋(9.5×7.0cm)に詰めて設置した。計三回採捕を実施し、個体数推定ソフトの program capture を用いて各日の採捕個体数から谷津の水田に生息するドジョウの生息個体数を推定した。また、レスリーモデルを用いて、ドジョウの将来の生息個体数変化を予測した。

4. 研究成果

水田・水路系においては、水田に灌漑されなくなると農業用水路にも水がなくなることから、湿地環境の変化有無に着目してカエル類の生息環境について以下のように評価した。

-1. 2017年では、水たまりにおいて、3月調査ではヤマアカガエルが1個体、10月では2個体採捕されたことから、水たまりが越冬場として利用されていることが判明した。6月目視調査では、トノサマガエル4個体、ニホンアマガエルが15個体確認された。2018年では、5月にヤマアカガエル卵塊が1個、6月にシュレーゲルアオガエルの卵塊1個が確認された。いずれも7月に水たまりに湛水されておらず、消失していた。

地下水位と水たまりは、有意に($p < 0.01$)対応しており、対象としている水たまりは地下水由来であることが判明した。2018年5月29日より隣接水田に灌漑し、水口側の排水路が崩壊するまで湛水が認められたが、その後湛水されなかった。水田の湛水期間中の水たまりは維持されており、水田に湛水されなくなると地下水位が低下し、水たまりが消失するなど湿地環境が変質する水田・水路生態系の劣化プロセスが示唆された。

-2. 谷底面における管理放棄が部分的に進行している事例として、ヤマアカガエル越冬個体の採捕密度および卵塊の数に着目した。谷底面を横切る国道を境に、上流側および下流側を設けて越冬個体の採捕密度および調査区間に直近の卵塊数を比較したところ、いずれも有意に上流側の方が採捕密度が低く(図1)、卵塊数も少ないことが判明した(図2)。上流側は、まだ水田があるものの、水田から畑地や管理放棄後に荒廃化した圃場が確認され、連続的な産卵場が減少しつつあることが示唆された。-1の事例では、谷底面に残された最後の一筆が管理放棄されたが、産卵場となる止水域の消失がヤマアカガエル個体群に影響を与えることが示唆された。

-1. 周辺土地利用から11区間を大きく4つの区間(大区間)に分類し、それぞれをSVAP評価した。その結果、区間Dが最も高かった(図3)。周辺に水田が配置される対象河川の本川である中野川でのSVAP評価では3.7~5.9点であり、谷底面での管理放棄が対象小河川の魚類の生息環境に影響を及ぼしている可能性がうかがわれた。水田への灌漑用水として用いられた対象小河川では、河川リーチの上下流延長5km以内に取水堰があることが普通であることから、評価項目にある魚の移動障害の有無については、評価が低い。しかしながら、コンクリートライニングされていなければ河畔帯や水文改変(洪水有無)、河岸の安定性等比較的高い項目があることが確認された。本研究の大目的にある水田・水路系の変質が、河川では特に魚類生息環境が向上されていることがうかがわれた(図4)。

-2. SVAP評価と魚類採捕密度との関係が担保されないと水田用排水路システムが主流であるわが国での水路や小河川では、適用することがそもそもできないことから、検証を行ったところ、有意に魚類の採捕密度とSVAP総合評価点との相関関係が認められた(図5)。また、遊泳魚(主にヤマメ、アブラハヤ)と底生魚(主にドジョウ、ヒガシシマドジョウ)に分けて、解析したところ、いずれも有意な相関関係が認められた(図6)。底生魚が採捕されにくかったことから、遊泳魚の方が高い相関性が得られたが、少なくとも対象小河川での魚類の生息環境がSVAP評価で対応できることが検証された。

-3. 壁面深さ50cm以深で水分変化が大きかったことから、崩壊が起きやすく、砂質土に比べて黒ボク土で形成された法面は間隙水圧による負荷が生じやすく、崩壊の可能性が高いことが明らかになった。

なお、目的の類別化の成果については、～を踏まえて後述する。

-1. 湧水が流入する管理放棄水田での魚類採捕では、主にドジョウが採捕され、その他の魚種は、トミヨ属淡水型、ヒガシシマドジョウであった。ドジョウの生息個体数は、9月比較で2017年では265~281個体であった。また2018年では353~533個体であった。2019年では248~287個体であった。3年間のドジョウの標準体長別の消長から0、1、2歳魚のそれぞれの生存率を0.31、0.81、0、出生率を0、2.9、2.9を算出しレスリーモデルに供したところ、10年間で0.4個体/m²まで増加することが予測された(図7)。

水が流入しない水田では1年以内にヤナギ群落が成立するが、対象管理放棄水田のように湧水が流入し続ける水域では、ガマ群落やドクゼリ群落が形成されるものとともにドジョウが増殖できる環境が維持されていることが明らかになった。

以上を踏まえて、劣化プロセスを整理すると、谷底面での水路・水田系の管理放棄は、水田・水路生態系を基準とすると劣化することが明らかになった。但し、劣化の進行速度は場所や条件によって異なる可能性が高い。土羽構造の用水路が機能していれば、地下水涵養に繋がり、カエル類が越冬や再生産が可能な湿地を維持できる。水路や河川の岸辺法面については、土質によって土壌水分移動形態が異なり、砂質であれば法面崩壊に繋がるパイピング現象が発

生しにくいことが明らかになった。水田・水路系が劣化する一方で、河川における魚類の生息環境については魚類の移動障害以外の項目において向上する可能性がうかがわれた（図1）。

本谷底面のケースでは、東北新幹線の七戸十和田駅付近にあり、本駅と観光牧場との中間に位置する。七戸十和田駅から観光牧場とのアプローチに本沢地を活用することで、自然資源と地域住民との関係性を活動と景観の両面から魅力を国内外の人たちにみせやすい。インバウンド観光が好調の青森県にとって、季節によって変化する伝統的農地と景観植物を、湿地や遊水地では、カエル類やトンボ類など都会や国外では目にすることができない光景を暮らしと伴に観せることができる。このため従来のように人工的な整備をするのではなく、杭柵工のように自然資源が活用できる必要最小限の整備が望ましい。谷底面での土羽の小河川では、溪流魚の生息密度が高まるので、ゾーニングを工夫した遊漁（溪流釣り）を推進することもできる。

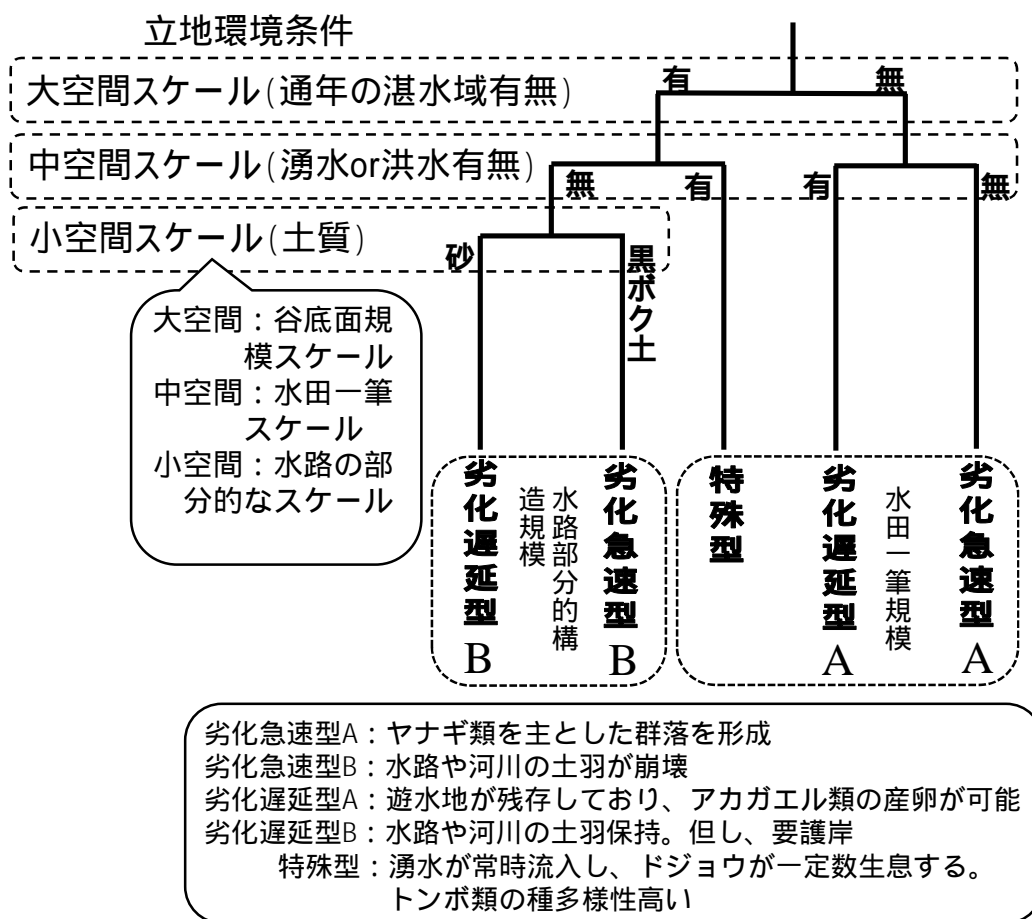


図1. 対象谷底面における水域の劣化形態を踏まえた類別化モデル

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 柿野亘, 落合博之, 平野賢志, 益子祐二, 眞家永光, 高松利恵子, 森淳, 丹治肇	4. 巻 86 (11)
2. 論文標題 沢地内の小河川における試験護岸施工の実施とその活用	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 水土の知	6. 最初と最後の頁 997-1000
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 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4件（うち招待講演 1件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 柿野亘, 眞家永光, 丹治肇
2. 発表標題 耕作放棄谷津田において台風の影響で形成された水たまりがカエル類の生息分布に与える影響
3. 学会等名 農業農村工学会東北支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柿野亘
2. 発表標題 間伐を兼ねた農業用排水路の補修と自然資源の活用
3. 学会等名 農業農村工学会東北支部研究第59回発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Wataru Kakino
2. 発表標題 ATTEMPT OF POPULATION DENSITY ESTIMATION OF ORIENTAL WEATHER LOACH IN UNCULTIVATED PADDY FIELD
3. 学会等名 PAWEES & INWEPF International Conference 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柿野 亘
2. 発表標題 圃場整備事業実施時のヤマアカガエル (Rana Ornativentris) 生息分布の保全対策
3. 学会等名 農業農村工学会大会講演会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究分担者	守山 拓弥 (Moriyama Takumi) (70640126)	宇都宮大学・農学部・准教授 (12201)	
研究分担者	落合 博之 (Ochiai Hiroyuki) (90440156)	北里大学・獣医学部・講師 (32607)	