

人と自然の関わりがつくりだす 里地里山の生物多様性

神戸大学 内海域環境教育研究センター教授 奥田 昇

生物多様性に対する危機

世界的な生物の宝庫で、固有性が高いにもかかわらず、人間活動の影響で絶滅の危機に瀕している地域を「生物多様性ホットスポット」とよぶ。国際 NGO のコンサベーション・インターナショナルが作成した生物多様性ホットスポットの世界地図を眺めると、その危険度を示すエリアが、開発による生息地破壊の進む熱帯地域に集中していることが分かる (<https://www.conservation.org/japan/biodiversity-hotspots>)。この地図の中で、開発による生息地破壊が減少傾向にある先進国において、国土全体が危険地域に指定された日本は異様に映る。なぜ、日本の生物多様性は危機に直面しているのか？ 本稿では、里地里山の生物多様性の置かれた現状に焦点を当てながら、今後、我が国の生物多様性をいかに回復するか考えてみたい。

南北に長い日本列島は、北は亜寒帯から南は亜熱帯まで複数の気候帯にまたがり、急峻な地形のため、一つの地域の中でさえ温度差が大きく、さらに、モンスーン気候によって四季がもたらされる。このような環境の変化に富む日本列島に暮らす生物は、未記載種も含めると 30 万種を超えると推定される（環境省 2008）。また、大陸から隔離されることによって、島嶼で独自に進化した日本固有種は、維管束植物の約 4 割、哺乳類・爬虫類・両生類のそれぞれ約 4 割、約 6 割、約 8 割に達する。小さな島嶼であることを踏まえると、日本列島に生息する生物の多様性と固有性の高さは特筆すべきである。

ところが、不名誉なことに、110種の生物が絶滅し、絶滅の恐れがある動植物は5748種に上る（環境省 2020）。日本全土が生物多様性ホットスポットに認定されるゆえんである。

途上国では、爆発的に増加する世界人口を賄い、グローバル化する食生活を満たすために森林から農地への土地転換が急速に進んでいる。森林伐採による生息地破壊は、これらの地域における生物多様性損失の主要因となっている。対照的に、日本では、森林が過剰伐採された明治時代以降、その面積は回復に転じ、現在、国土の約3分の2を占める。逆に、農業従事者の減少を背景として、農地は減少傾向にある。我が国の生物多様性損失の要因が、生物多様性ホットスポットに認定された他国と大きく異なることがうかがえる。

「生物多様性国家戦略 2023—2030」によると、我が国の生物多様性損失を引き起こす要因は、四つの危機に整理できる。それらは、1) 開発など人間活動による危機、2) 自然に対する働きかけの縮小による危機、3) 人間により持ち込まれたものによる危機、4) 地球環境の変化による危機である。第1、3、4の危機は、グローバル化を背景として世界共通の生物多様性損失要因とみなされる。他方、第2の危機は、人口が減少し、農林水産業が衰退する日本ならではの特徴といえよう。しかし、人口減少と一次産業の衰退は、いずれ多くの先進国が直面する社会問題である。地球上の生物多様性を保全するために、日本が第2の危機をいかに克服するかが問われている。

攪乱がつくりだす生物多様性

生物多様性に対する第2の危機とは、自然を過度に利用・改変する第1の危機とは逆に、人と自然の関わりが薄れることで生物多様性が低下する状況を指す。前節で述べた日本のレッドリストに掲載される生物種は、雑木林や草地、湿地などを生息場とし、かつては人里で普通にみられた動植物が多い。里地里山は、日常生活や経済活動に必要な自然資源を得る場であり、平野部の森林を伐採して居を構え、氾濫原・湿地の水利環境を生かして田畑をひらき、山間部の森林から薪炭をこしらえ、伐採後の萱場から採草することで形成された景観の総称である。

里地里山を持続的に利用するには、人による「手入れ」が必要である。手入れとは、利用者にとって望ましい状態に維持・管理することである。特に日本では、湿地や陸上生態系は、人が手を加えなければ、勝手に遷移が進む。湿地は乾燥して草地になり、草本植物は速やかに低木に置き換わり、次第に陽樹の二次林に遷移する。さらに、長い歳月を経て、陰樹が優占する極相林^{かくらん}に至る。里地里山とは、人が自然に手を入れることで絶えず環境を攪乱し、人為的に遷移を止めた生態系と捉えることができる。

適者生存による進化を唱えたダーウィンは、「種の起源」の中で、草地を頻繁に刈ることで植物の種多様性が維持されることに気づいていた(Darwin 1859)。生態学の有名な仮説に「中規模攪乱説」がある。複数の種が同じ資源や空間をめぐって争うと競争排除によって、競争に強い種のみが生き残る。しかし、生息環境が攪乱されると、競争に優位な種の個体が除去されることで生じた生息地の空きスペースに劣位な種が入り込む余地が生じる。このように、攪乱環境下で速やかに定着・繁殖する能力をもつ生物をパイオニア種とよぶ。生息環境が攪乱されるとこれらの生物の定着の機会が増すため、種の多様性が増加する。しかし、さらに攪乱の規模や頻度が増えたとパイオニア種も排除されるため、種の多様性は減少に転じる。つまり、生息環境が中程度に攪乱されると、生物多様性は最も高くなるというわけだ。(Connell 1978) は、熱帯雨林やサンゴ礁の多様性が高いのは、ハリケーンや波浪によって、競争に優位な種の優占が適度に阻害されるためであると論じた。

二次林は定期的に伐採され、萱場は冬に火入れされ、圃場^{ほじょう}は田植え前に湛水し、収穫前に干される。里地里山の手入れは、多様な種に生息の機会を与える適度な攪乱とみなすことができる。かつての里地里山の生物多様性が高かったのは、手入れが行き届いていたためであろう。ところが、高度経済成長期以降、日本の一次産業の状況は一変した。灌漑施設^{かんがい}の設置や農地の区画整理など農地整備が進み、農作業は機械化された。また、薪炭は化石燃料に置き換わり、家畜の餌や田畑の肥料は輸入飼料や化成肥料に取って代わった。農業の近代化によって生産効率は飛躍的に向上したが、人と自然の関わりは次第に薄れていくこととなった。(高橋ほか 2015) は、草原で火入れや採草が行われている場所と放棄地を比較し、手入れがされなくなった草原

で草本植物の多様性が低下することを報告した。また、(高崎ほか 2010) は、間伐の行き届かない人工林で林床の土壌動物の種数が低下することを報告した。これらの研究事例は、里地里山の手入れが生物多様性の維持に重要であることを物語る。

さらに、近年では、少子高齢化に伴う担い手不足によって、農林業離れが加速している。山間地では、耕作放棄地の樹林化が進んでいる。森林が増えれば森林に生息する動植物が増えるので好ましいと思うかもしれない。しかし、生態学の法則に従うなら、遷移の進んだ森林は競争排除によって生物多様性が減少する運命にある。里山が手入れされなくなれば、人が立ち入らない奥山へと様変わりする。もちろん、原生林のような「手つかずの自然」を残すことは重要であるが、地域全体として生物多様性を高めるには「手入れされた自然」も必要なのだ。

生息地のつながりが育む琵琶湖流域の生物多様性

琵琶湖は世界第3位の歴史を誇る古代湖として、湖内で独自に進化した61種の固有種を擁し、流域に生息する陸上の動植物も含めると、その種数は2800種を超える。ところが、近年、生物多様性の損失が危惧されることから、生物多様性ホットスポットとみなされている。

生物多様性損失の背景にある複雑な課題を解決するために、筆者は、超学際プロジェクトを主宰し、琵琶湖の流域ガバナンスに携わった経験がある(奥田 2021)。

流域ガバナンスとは、流域界に含まれる複数の行政区からなる社会の多様な主体が協働して、集落レベルから市区町村や県レベルで顕在化する様々な課題を階層横断的に解決する仕組みである。従来の流域管理は、流域の環境問題を解決することを一義として、国や県によって主導されてきた。他方、流域ガバナンスは、地域に主体性を付与し、住民が自発的・持続的に地域の課題に取り組むことが、結果として、流域の課題解決につながるよう異なる階層間の協働を促すのが特徴である。特に、このプロジェクトでは、地域住民が身近な自然に価値を見だし、それを再生・保全する活動を通して地域の課題を解決するとともに、その活動の輪を広げることで流域の健全性を向

上することを目指した（脇田ほか 2020）。「健全性」という言葉は、アカデミアや行政の場でしばしば用いられ、その定義も多様であるが、本プロジェクトの文脈で用いる健全性の意味は最後に延べることにする。

本プロジェクトでは、琵琶湖の最大流入河川である野洲川の流域を舞台に、上流から下流、そして、湖岸の農山漁村集落を対象として、自然科学と社会科学の専門家によるアクションリサーチを実践した（小林・石橋 2020）。アクションリサーチとは、社会が抱える様々な課題に対して、当事者と研究者が協働して解決策を練り、実践を通じてその有効性を評価し、計画を見直すことで課題解決に至る循環的な調査手法である。

まずは、課題を抽出するために各集落で住民と対話した。調査集落ごとに景観や生物相は大きく異なるものの、高度経済成長期以降、生産効率を重視した農林水産政策によって、人と自然の関わりや人と人のつながりが希薄化したことがすべての集落に共通する課題として認識された。自然環境や地域社会の変貌を憂う当事者とアクションリサーチを実践することによって、里地里山の自然を再生し、地域のにぎわいを取り戻すことを試みた。

各集落における活動の詳細は、（脇田ほか 2020）に譲るとして、ここでは全国の里地里山が抱える課題を象徴するモデルとして、滋賀県甲賀市小佐治地区における谷津田の保全活動を紹介したい。ここは少子高齢化が進む山



写真 1：谷津田の鳥瞰図（浅野悟史氏撮影）。人工林に囲まれ、最上段に灌漑用ため池（中央上部）を設える。ため池が残る谷津田は、もはや希少な存在。

間地農村集落である。丘陵地の谷筋を開墾した谷津田では、古来、天水灌漑が営まれたが、灌漑ダムが整備されたことで地域に数百あったため池のほとんどが消滅した。

さらに、田面水が流れ下る佐治川は、治水を目的とした河道掘削工事によって谷深い堰堤で隔てられ、ため池・水田・河川の水の連続性が失われた。この地域の土壌は、古琵琶湖層の重粘土で形成されるため、乾燥するとひび割れしやすく、かつては周年、田面に水を張る湿田が営まれていた。ところが、農作業の機械化を促進するために、暗渠排水が整備され、伝統的な湿田は乾田化された。

一見すると、自然豊かな里山景観だが、水田の生物調査をすると種数の少なさに驚く。ため池や河川と生息地のつながりが失われているため、冬季の圃場で湿地生物を目にすることはない。そこで、地区の環境保全部会と協働して、かつての生きもののにぎわいを取り戻し、次世代にその文化的な価値を継承する「生きもの育む水田」活動に取り組むことになった。特に、当地では、晩冬の雪解け時期になると湿田に産卵に訪れるニホンアカガエルの鳴き声が代かき作業を想起させてくれたり、オタマジャクシが群がる田んぼは雑草が生えにくいという経験知と結びついたり、生業と密接に関連づけられることから、ニホンアカガエルを地域の「環境ものさし」として、湿田を再生する活動を開始した（浅野ほか 2018; 浅野 2022）。

湿田の再生は、圃場の湛水時期を数カ月早めるだけなので、作業自体はさほど大変でない。この活動が集落全体に広がる過程で、水田の生物と環境に大きな変化が現れた。湿田の再生によって、夏場を森で過ごし、雪解け時に湿地で繁殖するニホンアカガエルやヤマトサンショウウオなど絶滅の恐れのある両生類の産卵数が増え、周年水の中で



写真2：再生された湿田に産みつけられたヤマトサンショウウオの卵塊。

暮らすメダカやタニシなど水生動物の多様性も増加した（浅野 2022）。

また、湿地環境が水田の化学性状を変化させ、田面から溶出するリンの濃度が減少した（Ishida et al. 2020）。著者らの研究により、水田濁水の主成分である懸濁態のリンの流出は、河川や湖沼の富栄養化をもたらし、生物多様性を低下させることが明らかとなっている（Ko et al. 2021; Okano et al. 2018; Osaka et al. 2022）。したがって、湿地の再生は、当地の生物多様性のみならず下流域の生態系にもよい影響を及ぼしうる。

一連の研究は、ちょっとした手入れが、生息地のつながりを再生し、生きもののにぎわいを取り戻すのに有効であることを示唆する。もちろん、この地域の活動のみで琵琶湖流域の環境が劇的に改善するわけではないが、このような活動の輪が流域全体に広がれば、森里川湖のつながりが再生され、失われつつある生物多様性も回復すると期待される。

人と自然の関わりを再構築するために

琵琶湖の流域がバランスの事例が示したように、里地里山の生物多様性を回復する上で重要なのは、自然を手入れする、つまり、人と自然の関わりを再構築することである。しかし、先述のような効能を科学的に示せば、地域活動が促されるといった単純な話ではない。ましてや、研究者が生物多様性保全を錦の御旗に掲げるような「保全の押し売り」は逆効果ですらある。あくまでも、地域の課題を解決するために、住民の声に耳を傾け、住民が望ましいと考える活動に寄り添うことが、結果として、生物多様性の保全につながればよいのである。

（脇田ほか 2020）は、流域の健全性を向上するには、地域の活動を通して、「栄養循環」「生物多様性」「しあわせ（Well-being）」の歯車がかみ合うことが重要と唱えた。

生物に必須の栄養がバランスよく循環する状態は、生態系にとって望ましく、生物は栄養循環を駆動する実体であると同時に、目に見えない循環を見る化する地域の「環境ものさし」の役割を担う。「しあわせ」とは、生物多様性が生み出す価値を享受することで得られる楽しみのみならず、その価値を受け渡す他者のしあわせを自身のしあわせと感じられること（奥田ほか

写真3：小佐治の「生きもの育む水田」の活動風景。子供たちに身近な自然の価値を継承したいという思いが活動の原動力となっている。



2017)、すなわち、他者にとってよき存在であること（Being well）を意味する（大石 2009）。人と自然の関わりを豊富化することで多様な価値を創出し、人と人の関わりを通して、それらの価値を共有・共感するとき、人と自然にとって望ましい健全な流域の未来像が共創される。

〔参考文献〕

- 浅野悟史 (2022) 地域の＜環境ものさし＞：生物多様性保全の新しいツール．昭和堂
- 浅野悟史，脇田健一，西前出，石田卓也，奥田昇 (2018) 「地域の環境ものさし」による生物多様性保全活動の推進．農村計画学会誌 37(2):150-156
- Connell JH (1978) Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs : High diversity of trees and corals is maintained only in a non-equilibrium state. *Science* 199(4335):1302-1310
- Darwin C (1859) *The origin of species by means of natural selection*. John Murray, London
- Ishida T, Uehara Y, Ikeya T, Haraguchi TF, Asano S, Ogino Y, Okuda N (2020) Effects of winter flooding on phosphorus dynamics in rice fields. *Limnology* 21(3):403-413
- 環境省 (2008) 平成 20 年版環境白書・循環型社会白書．<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h20/pdf/full.pdf>.
- 環境省 (2020) レッドリスト 2020. <https://www.env.go.jp/press/107905.html>
- Ko CY, Asano S, Lin MJ, Ikeya T, Peralta EM, Trino EMC, Uehara Y, Ishida T, Iwata T, Tayasu I, Okuda N (2021) Rice paddy irrigation seasonally impacts stream benthic macroinvertebrate diversity at the catchment

- level. *Ecosphere* 12(5):e03468
- 小林邦彦, 石橋弘之 (2020) いかにして地域の課題と向き合うか: 栄養循環プロジェクトの軌跡からアクションリサーチのあり方を考える. *地球研ニュース* 80:2-6
- 大石繁宏 (2009) 幸せを科学する: 心理学からわかったこと. 新曜社
- Okano J, Shibata J, Sakai Y, Yamaguchi M, Ohishi M, Goda Y, Nakano S, Okuda N (2018) The effect of human activities on benthic macroinvertebrate diversity in tributary lagoons surrounding Lake Biwa. *Limnology* 19(2):199-207
- 奥田昇 (2021) 地域と流域の超学際研究をゼロから始める. In: 近藤康久, 大西秀之 (編) 環境問題を解く: ひらかれた協働研究のすすめ. かがわ出版, pp139-151
- 奥田昇, 浅野悟史, 脇田健一 (2017) 超学際科学に基づく順応的流域ガバナンス: 生物多様性が駆動する栄養循環と人間のしあわせ. *地理*, 62(1):32-39
- Osaka K, Chishiro S, Matsumoto Y, Iwata T, Okuda N (2022) Hydrological control of the chemical characteristics of suspended particulate phosphorus in the Yasu River watershed, Japan: Implications for its source and bioavailability. *Hydrological Processes* 36(10): e14734
- 高橋佳孝, 渡辺雄一郎, 竹原真理 (2015) 阿蘇草原の生物多様性評価指標の選定と評価. *農業および園芸* 90(10):977-984
- 高崎洋子, 竹中千里, 吉田智弘 (2010) ヒノキ人工林において間伐施業が土壌動物の群集構成と個体数密度に与える影響: 三重県度会郡大紀町における事例. *日本森林学会誌* 92(3):167-170
- 脇田健一, 谷内茂雄, 奥田昇 (2020) 流域ガバナンス: 地域の「しあわせ」と流域の「健全性」. 京都大学学術出版会