



森林環境 多事争論

その2

生態系への投資がなぜ必要なのか？

徳島大学大学院社会産業理工学研究部教授

鎌田磨人

グリーンインフラ

「グリーンインフラ (Green Infrastructure)」という言葉を耳にするようになった。直訳すると「緑の社会基盤」だ。社会基盤 (インフラ) は、「人々に、便利な暮らし、安全、良い環境、活力を提供する施設と、その建設・運用・維持管理システム」を意味する (土木学会会長提言特別委員会インフラ国勢調査部会2008)。人々が安心・安全に暮らしてゆくためのサービスの提供するため、建設、運用、維持管理のための費用を投入・投資してきた結果、社会に蓄積さ



森づくりを学びに橋本氏の林地を訪れた人たち。スギ植林の下層には多様な植物・植生が保持されている

れた資本 (＝社会資本) と言い換えることもできる。従来型のインフラは、コンクリート等を用いた構造物が多いため、グリーンインフラと言われるようになってきている。

上記の概念に即して言うと、グリーン (緑) 自然、生態系) のインフラとは、「人々に、便利な暮らし、安全、良い環境、活力を提供する生態系と、その運用・維持管理システム」と言うことができる。生態系が、安全・安心に生活してゆく上で必要な公共財・資本であることを認識し、維持管理のためのコストを支払いながら資本としての生態系を運用することで、持続的にサービスを得てゆく仕組み、とも言える。その仕組みは生態系が存在する空間・土地の使い方として示すことができるので、グリーンインフラは「自然が持つ多様な機能を賢く利用することで、持続可能な社会と経済の発展に寄与する土地利用計画」とも定義される (グリーンインフラ研究会2017)。

人々が生態系から得るサービス、すなわち生態系サービスは、供給サービス、調整サービス、文化サービス、基盤サービスの四つに分類される (Millennium Ecosystem Assessment 2007)。健全な生態系は、太陽エネルギー

と自然界に存在する物質を用いて自己形成し、「食う―食われる」といった生物間相互作用を介して物質を循環させ自らを維持する。攪乱によって生態系の構造が破壊された場合でも、自己再構築する。生態系が持つ自己形成・維持・回復能力によって人々に必要な資本を作り出してくれること、それが基盤サービスだ。基盤サービスがあるからこそ、他のサービスを得ることができる。

例えば、健全な森であれば、木材を供給しながら、水の流出過程を調整してくれ、また、癒やしが得られる美しい空間ともなるだろう。が、得るサービスを木材供給だけに限定して、広く、一気に、残らず伐ると、森が持っていた流量調節能力は失われるし、また、遊山の場でもなくなる。供給サービスの過度の利用で資本が損失し、他のサービスが利用できなくなるのだ。このような状態を、生態系サービス間のトレードオフと呼ぶ。

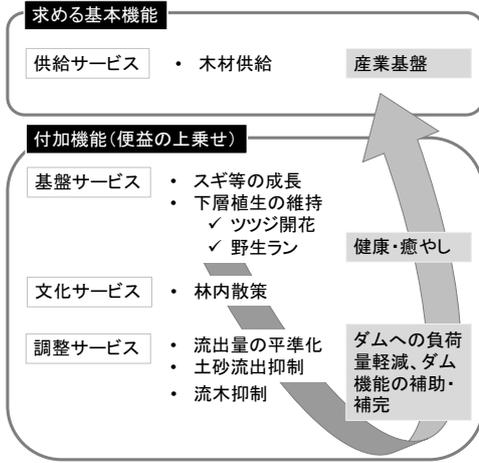
ある生態系サービスを賢く使うことで、他のサービスの質を上げることができる。こちらは生態系サービス間のシナジーと呼ばれる。目指すべき生態系の活用の在り方だ。以下、二つの事例を通して、生態系をインフラとして活用し

ていくことの意味と、そのために必要な「投資」とはどのようなものなのかについて考えてみたい。

生態系サービス間のシナジー

徳島県那賀町で林業を営む橋本光治氏。家族3人で107畝の林地に1畝当たり300株の高密度作業路網を整備し、長伐期択伐施業で経営している。8割が人工林（うち9割がスギ、1割がヒノキ）、2割が天然林だ。2013〜2014年度、大学院生であった松尾扶美さんとともに林地を調べ、また、折に触れて橋本氏からお話を伺ってきた。

橋本氏が経営する林地では、92科254種の植物（常緑高木35種、常緑低木16種、落葉高木43種、落葉低木33種、草本56種、ツル植物29種、シダ42種）が生育していた（102カ所の調査区内での結果）。そのうち、10種は徳島県版レッドリストに掲載されている種だ（絶滅危惧IA類



橋本林業地で期待される生態系サービス間のシナジー

2種、同IB類3種、同II類3種、準絶滅危惧2種）。そして、地形に対応して出現する種群からなる11の植生型が識別された。例えば、尾根では、植えられたヒノキの林床にモチツツジが保持され、また、天然性のモミが残る。斜面のスギ林冠下には、コジイアセビ型植生、ケヤキイロハモミジ型植生が出現する。木材生産のための森林の中に、自然度の高い植生が保持されているのだ。この豊かな人工林は森づくりの学びの場となっていて、多くの林業関係者や研究者が橋本氏の林地を訪れる。そして、僕たちが経験したのと同じように、訪れた人々はその森の豊かさに驚き、癒やされて帰る。

森づくりの基本は、「一利を興すより一害を取り除くこと」と「調和を図ること」だと橋本氏は言う。そして、地形を読み取りながら壊れない作業路を丁寧に作っていくこと、強い風が吹き込む場所では広葉樹を残して防風効果を高めること、むやみに広葉樹は切らず土壌の保水効果を高めようとする。そして、択伐施業で筋の良い木を将来に託しつつ保育していくこと等、哲学と信念に基づいた森づくりを行ってきた。

そのようにして保育されてきた人工林は倒れにくく、また、崩壊も少ないだろう。それは、河川やダムへの流木の抑制効果を持つ。そして、豊かな林床植生と表層土壌は、降雨後の水の流出量を平準化させるだろう。こうした調整サービスはダムの負荷量を軽減し、効果を補助・補完することで、流域の治水安全度を高める。今、僕たちは、降雨後の流出過程を橋本氏の

人工林で測定し、流出モデルを構築しながらその効果を明らかにしようとしている。まだ研究途中ではあるけれど、周辺の人工林での調査結果と比較すると、林内植生による降雨遮断と土壌での貯留の効果が現れ、流出量の平準化に貢献することは確かなようだ。このような林地の保育は、気候変動適応策として徳島県が示した、「農地、森林等を所有し、又は使用収益する権原を有する者は、その土地が有する雨水を浸透させ、及び保持する機能の保全に努める」とする方針を支えるものとなる（徳島県2016）。

橋本氏は、供給サービスの永続的な活用を前提としながら、基盤サービスを維持・向上させるための努力（＝投資）をしてこられた。その結果、その森林は学びの場として文化サービスを提供するようになり、また、調整サービスが今まで以上に向上してきている。ここで見られる生態系サービス間のシナジーは、流域の安全性を高めつつ、地域を活性化してゆく道筋を示しているように感じる。

国は、「市町村による継続的かつ安定的な森林整備等の財源に充てる税制（森林環境税（仮称））等の新たな仕組みを検討する」とし、その創設に向けて「具体的な仕組み等について総合的に検討し、平成30年度税制改正において結論を得る」としている（総務省自治税務局2017）。「市町村による継続的かつ安定的な森林整備」の自身は不透明だけれど、税金を出す側としては、橋本氏のように、森づくりに係る哲学とそれに基づくビジョンを明確に語れる現場・地域への投資になれば良いと思う。

マングローブ林は地域創生インフラ

沖縄県金武町の億首川。その河口汽水域には、沖縄本島の中では比較的まとまった面積のマングローブ林が保持されている。南国のエキゾチックな雰囲気味わおうと、満潮時にはたくさんの観光客がカヌーを浮かべる。

金武町に多くの観光客が訪れるようになったのは、2004年に設立された「ふくらしやや自然体験塾（以下、ふくらしやや）」が、マングローブ林を活用したエコツアーを行うようになってからのことだ。ふくらしややによって道筋が作られたエコツアー事業を滞在型観光として発展させるべく、2008年には「ネイチャーみらい館（以下、みらい館）」がオーブ組織である「NPO法人雄飛ツーリズムネットワーク」が指定管理者となってみらい館の運営を担い、マングローブ林等を活かした体験プログラムを提供、コテージやキャンプ場での宿泊受け入れ、修学旅行生の民泊窓口業務を担っている。2008年度には7300人程度であったみらい館の利用者数は、2014年度には約6万1000人までに増加した。そして、ふくらしややとみらい館は、十数名の金武町出身の若者を雇用する場となっている。コミュニティ・ビジネスとして発展してきたエコツアーによって、観光産業がこれからの金武町の主力産業として期待されるようになってきている（金武町2016）。

2008年から行ってきている僕たちの調査



億首川河口でカヌー体験を楽しむ観光客

では、マングローブ林内外で40種のハゼ類と39種のカニ類を確認できている。そのマングローブ林で調査してきた金武町立中川小学校は、2013年にユネスコスクールに認定され、また、「第5回（2013年度）私のまちのたからものコンテスト」で優秀賞を獲得した。億首川マングローブ林は重要な産業基盤・教育基盤であり、金武町はたくさんさんの文化サービスを享受している。まさに、グリーンインフラだ。

マングローブの実生は、洪水等によって河床が攪拌され、表層土砂が入れ替わることで軟弱地盤が保持される場所に生える。そのような場所がなければ、世代交代を行うことができずにマングローブ林は衰退する。億首川では、橋脚建設に伴う川幅縮小によって滲筋の深掘れが進



マングローブ林を学習の場とする小学生と地域の人々・研究者との交流

行し、マングローブ林下の河床が相対的に上昇した。その複断面化の影響で、表層土砂の入れ替わりが減少し、マングローブの更新が阻害されるようになってきている（竹村ら2012）。

最近、マングローブの枯死が目立ちはじめた。それを最も危惧するのは、カヌーツアーを提供してきているふくらしややのスタッフたちだ。僕たち研究グループは調査・解析の結果をスタッフに提供しつつ、また、彼らと協働モニタリングの仕組みを作りつつ（今井ら2016）、対応を話し合ってきた。ふくらしやや代表者等の働きかけもあって、やがて、その話し合いには金武町や沖縄県の担当部局、億首川に建設されたダムの統括管理事務所（内閣府）の方たちが加わるようになり、2015年5月に「億首

川環境保全推進連絡協議会」が設立された。

2017年3月、マングローブが枯死した場所の河床を協議会メンバーがスコップで掘った。新しい実生の侵入・定着を助けるために、ふくらしや、みらい館、金武町、ダム管理事務所、研究者の協働で、表層攪拌が起こりにくくなった河床を切り下げたのだ。それは、地域創生インフラとしてのマングローブ林から文化サービスを受け取り続けるため、人為的要因によって低下した基盤サービスを人の手で向上させようとする試みだ。生態系サービス間シナジーを創出する管理の仕組みづくりと言えるかもしれない。

マングローブ林の保全・再生は目的ではない。町の基幹インフラを維持し、人々の暮らしを支えるための手段だ。そのような指向が、新しい町づくりの在り方を示すものとして、金武町の総合計画の中に描き出されてゆけばよいと思う。

自然資本から社会関係資本へ

コンクリートで造られるグレーインフラは、建設終了時に安定した建造物・システムとなることを目標に造り上げられ、運用中の点検はマニュアルに沿って進められる。けれども、グリーンインフラとしての生態系は自然や人為の影響を受け、常に変動する動的システムだ。不確実性を伴う変動システムから定常的にサービスを得てゆくためには、生態系の状態を見守り続ける目と、対処方法を考える知恵・知識、そして、順応的に対処してゆく力が必要だ。

「どの広葉樹を残すか、それを見極めなあなたの。だから研究心があって、…禅問答するようになるんよ」と言う橋本氏。目標とする森の姿と対比しながら森の状態を観察し、どうすべきかを考え、順応的に対処し続けてきたことが窺える。だから、あんなに美しい森ができていくのだとも思う。今、そのような森づくりを行いたいと考える人は全国各地にいて、多くの人が橋本氏から知識・技術を学んでいる。そうした活動を支える「NPO法人持続可能な環境共生林業を実現する自伐型林業推進協会」というネットワーク組織も立ち上がっている。

金武町では、僕たち研究者がマングローブ林の状態やエコツアーに関わるスタッフの考えを調査し、どうするべきかを考えてきた。そし



河床を切り下げてマングローブ林を再生しようと協働する人たち

て、異なるセクターからステークホルダーが集まり、情報を共有し、話し合いを行い、マングローブ林を回復させるための協働作業を始めるに至った。マングローブ林という自然資本を維持・活用するために、新しい人の関係・ネットワーク、すなわち社会関係資本が創出されてきたのだ。

変動システムであるが故に、人が関わり続けることが必要なグリーンインフラ。それを戦略的・計画的に運用することは、社会関係資本の創出・維持、そして新しい社会づくりにまでつながる可能性を持つ。

引用文献

- 土木学会会長提言特別委員会インフラ国勢調査部会(2008)わが国におけるインフラの現状と評価、インフラ国勢調査2007—体力測定と健康診断—2007年度土木学会会長提言特別委員会「インフラ国勢調査部会」報告書、http://www.jsce.or.jp/committee/chart2007/files/infra_final.pdf
- グリーンインフラ研究会(2017) 決定版！グリーンインフラ—新ビジネスで市場拡大へ！、日経BP社。
- 今井洋太・竹村紫苑・高里尚正・乾隆帝・赤松良久・鎌田磨人(2016) 協働モニタリングによる沖縄本島億首川ダム直下マングローブ林の河床変動特性の把握、土木学会論文集B1(水工学)72(9) 1,1093-1,1098。
- 金武町(2016) 地方版総合戦略—金武町版、金武町役場、[http://www.town.kinokunawa.jp/sp/userfiles/files/kikaku_senryakupdf/Millennium Ecosystem Assessment \(2017\)](http://www.town.kinokunawa.jp/sp/userfiles/files/kikaku_senryakupdf/Millennium%20Ecosystem%20Assessment%20(2017).pdf) 横浜国立大学21世紀COE翻訳委員会訳、生態系サービスと人類の将来—国連ミレニアムエコシステム評価、オーム社。
- 総務省自治税務局(2017) 森林環境税(仮称)の検討状況について、<http://www.kantei.go.jp/singi/keizaisaisei/mitatoshikaigi/suishinkai2018/nounin/dai1/sankou2.pdf>
- 竹村紫苑・赤松良久・鎌田磨人(2012) 沖縄本島億首川における出水時の河床変動に着目したマングローブ林の生育地評価、土木学会論文集B1(水工学)68(9) 1,1615-1620。
- 徳島県(2016) 徳島県治水及び利水等流域における水管理条例、http://our.pref.tokushimajp/reiki/reiki_honbun/601RG00001746.html