

展 望

地域における森里海連環の統合的評価の必要性と課題

－宮城県南三陸町を事例に－

重藤 さわ子¹・高橋 康夫²・星 空之介³・太齋 彰浩⁴

¹事業構想大学院大学 教授

²公益財団法人 地球環境戦略研究機関 生物多様性と森林ユニット リサーチマネジャー

³一般社団法人 サステナビリティセンター 事業推進担当

⁴一般社団法人 サステナビリティセンター 代表理事

要 旨

世界的に自然の保全・再生と経済のつながりを取り戻そうとする動きが加速しているが、それらの取組みと地域の経済発展や自然の保全・再生との連環や今後の発展性を示すエビデンスはいまだ不十分と言える。本研究では、環境共生のまちづくりを目指し、研究者を含む多くの地域内外の関係者が関与して、森・里・海それぞれについて多様な取組みや研究が行われてきた宮城県南三陸町を対象に、これまでの環境共生の取組みと研究知見のかかわりについて文献調査やヒアリングによる整理を行った。南三陸町でも、森里海連環を社会経済価値と一体で評価していく研究は不十分といえ、今後そのような統合的評価研究がより一層求められる。

キーワード：環境共生、まちづくり、森里海連環、研究知見、社会経済価値

1 はじめに

「地域」の最も本源的な規定は、個々の自然条件と密接にかかわる「人間の生活の場」（岡田 2021、p.21）であり、そのため地域は自然・生態と文化に適合した固有の発展を遂げてきたはずである。しかし、資本主義の浸透と工業化・都市化が進む中で、都市圏域のみならず農山漁村も人類史上かつてない速度での自然の変化が起きており、「地域性」の深刻な価値損失（自然破壊、耕作放棄の増大、森林の荒廃、生物多様性や生態系サービスの損失、経済衰退など）にもつながっている。

これらの深刻な自然資本の劣化は、自然資源の直接的な利用、陸域や海域の利用変化、気候変動等の直接要因によりもたらされたものであるが、それを引き起こしている経済、社会、政治、科学技術などの間接要因に着目し、そのすべてを構造的に変革する必要性が、「IPBES生物多様性と生態系サービスに関する地球規模評価報告書」（IPBES、2019）や我が国の「生物多様性及び生態系サー

ビスの総合評価 2021（JBO3）」（環境省生物多様性及び生態系サービスの総合評価に関する検討会、2021）で強調されている。また、これまで政策上は別問題として対応されてきた、生物多様性と気候変動対策との統合化に向けた議論も進んでいる。2021年6月にはIPBESとIPCCの合同ワークショップ報告書（IPBES & IPCC、2021）が出され、そのなかでは、気候変動が生物多様性の主要な損失要因であると同時に、気候変動緩和・適応のみに焦点を絞った対策が自然や生物多様性に悪影響（トレードオフ）を与える懸念が示され、生物多様性、気候と社会の間の相互作用を明確に考慮した政策決定により、コベネフィットを最大化する統合的ガバナンスの重要性が示されている。

一方、我が国の地域の動きをみると、地球温暖化対策を背景に「循環型社会形成」や「バイオマス利活用」など地方創生の観点で地域の未利用資源の利活用が推進されてきた。また、2050年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロの、脱炭素社会の実現を目指すことを宣言し、各

地で地方創生に資する地域脱炭素の実現も目指されている。しかし、それら対策と地域の経済・社会面や自然の保全・再生への効果を明確に示すエビデンスの収集はいまだ不十分であると考えられ、具体的な地域の事例をもとに、その評価研究を進めていく必要がある。

本研究では、2011年東日本大震災の前から自然を地域づくりに生かそうとする独自の取組みを始め、震災後は明確に「森・里・海・ひとのちめぐるまち南三陸」を町の将来像に掲げ、自然と共生するまちづくりを目指してきた宮城県南三陸町でのこれまでの研究の動向を俯瞰的な視点から分析し、地域の環境価値と社会経済の間のかかりについての研究知見の現状と今後の展望について考察する。

2 宮城県南三陸町の「共-進化型」環境共生のまちづくり

宮城県南三陸町は、11,775人、4,459世帯（2024年1月末時点）の小規模自治体で、仙台市の北東部、車で約2時間の距離に位置する。親潮と黒潮が交わる豊かな漁場と背後に広がる北上高地の自然の恵みを受け、森・里（川）・海のつながりで地域文化が形成されてきた地であり、流域圏と行政区が一致する森里川海のモデルのような地域である。地域の恵みを物語るエピソードとして、伊達政宗が居城とした青葉城へとつながる橋には、この地の木材が使われ、志津川湾で採れたウニは歴代の殿様に献上されたという逸話が伝わる。

2000年前後には、レジデント型研究者が地域に入り、志津川湾をフィールドとする生物・生態学の研究と教育の取り組みが始まった。町立自然環境活用センター（以下、地域での通称「ネイチャーセンター」とする）をハブとして、多くの研究者が来訪し、地域の自然に対する知見が積み上がっていった。その実績が東日本大震災後のまちづくりにも少なからず影響を与え、特に「自然との共生」を掲げた町の計画へと反映されることとなった（太齋、2020）。具体的には、バイオマス産業都市構想に掲げた、森林のFSC認証、カキ養殖でのASC認証、生ごみ分別によるメタン発酵・液肥循環の取り組み、あるいはラムサール条約湿地への志津川湾の登録などである。

これらの計画は地域住民や事業者の参加・協力を得て次々と実現し、イヌワシ生息環境再生プロジェクトや、アマモ場再生あるいはカキ・ワカメ養殖によるブルーカーボンクレジット認証など、ネイチャー・ポジティブな活動への新たな展開が生まれている。

南三陸町のまちづくりの特徴は、以下のように説明できる。まず、地域の研究知見の蓄積を地域づくりに活かそうという意欲と取り組みがあり、それが外部研究者を惹きつけ、その専門的知見が裏付けとなり、環境共生の

地域づくりをさらに後押しする。まさに、持続可能な社会への移行に必要とされる、研究者を含む社会の多様な主体が、共に仮説設定、解決策の実証、多様な分析等を行い、進化していく「共-進化的な研究開発プロジェクト」（重藤・堀尾、2015a; 2015b）を地域ぐるみで行ってきたと言えるのではないかな。

そこで地域のどのような活動にどのような専門的知見が活かされてきたか、また今後さらにどのような専門的知見が必要か、「森」「海」「里」のそれぞれ、および「森里海連環」の観点から、文献調査と地元関係者ヒアリングにより明らかにする。

3 南三陸町での自然共生のまちづくりに資する研究知見の整理

3.1 森

南三陸町の森林は、国有林・公有林・私有林を合わせて12,654ヘクタールあり、このうち人工林の樹種は杉中心である。南三陸の杉の特徴として、山が岩盤質で栄養が少ない分、あまり太らず高く伸び、ゆっくり成長するために目が詰まり強度も高くなることが挙げられている。また、薄いピンク色の美しい赤身も特徴で、2011年の東日本大震災前に、このような色味と強度を兼ね備えた「南三陸杉」をブランド化していくべく、南三陸町の山主有志からなる林業研究グループ「南三陸町山の会」が強度検査を行い、全ての試験体が国土交通省の定める基準を上回る強度であることが確認されている（全国林業改良普及協会、2011）。このような『南三陸杉』のブランド化に向けた活動が評価され、2011年には全国林業経営者コンクールで優勝し農林水産大臣賞も受賞している。その後、小沼（2020）・小沼ほか（2020）は、全国の天然スギ20集団151個体を比較対象として、1）宮城県林業技術総合センターの宮城県産スギ精英樹（最も生育が優れた選抜木）クローン36個体と、2）宮城県南三陸町の古い植栽社寺林や造林地7集団51個体をそれぞれ、次世代シーケンサーを用いたゲノム縮約解析であるMIG-seq法を用いて集団遺伝学的に解析している。その結果、精英樹の中に太平洋側と日本海側系統が混在している可能性が示唆され、南三陸の集団は既知の太平洋側系統に位置付けられるものの、他の太平洋側天然林とは区別できる独自の地域在来系統である可能性も示された。南三陸杉の、生育環境がもたらす良材の産地という価値に加え、地域在来系統という新たなブランド価値向上にもつながりうる研究結果である。

環境面では、南三陸町内の一部の人工林が、持続可能な森林管理の第三者認証機関である森林管理協議会（FSC）の認証を受けている。世界の認証林を対象に、動物相、植物相、生態系の各項目について評価した研究

(Girolami and Arts, 2018) があるが、南三陸町の FSC 認証林でも同様の評価が求められる。

植物相については、南三陸町の FSC 認証林などの管理の良いスギ林と、放置林などの管理の悪いスギ林を比較した研究があり、前者では後者に比べて出現植物の種数と希少種数が多いことが報告されている (中静, 2019)。また FSC 認証林のモニタリングサイトにおいて希少種、山菜、薬用植物の出現の多さを確認した研究がある (小川ほか, 2023)。さらに、FSC 認証林の河川水質への影響について、アンモニウム態窒素濃度に影響がありそうだと調査結果もある (小林ほか, 2018)。

動物相については、絶滅危惧種となっているイヌワシ生息環境再生に向けた科学的な検討も進んでいる。南三陸町ではかつて、稜線部に牛馬飼料等用の採草場が広がり、燃料採取用の雑木林や桑畑などもあった。こうした山間部にはかつてイヌワシが棲んでいたが今では見られなくなっている。その最大の原因として、採草場や雑木林などの利用が途絶えて森林化が進み、人工林においても管理放棄が広がって樹冠がうっ閉し、イヌワシが狩場を失ったことが指摘されている (由井, 2007)。南三陸町では、南三陸地域イヌワシ生息環境再生プロジェクト協議会 (2023) のように、イヌワシとともに人が持続可能な形で利用する中で維持されてきた景観や生物多様性を取り戻す取り組みが、地域内外の連携で進められている。科学的裏付けとしては、北上高地におけるイヌワシの繁殖成功率に幼齡人工林面積と広葉樹老齡林面積が大きく寄与しており、従ってこうした林分を確保するような森林管理によってイヌワシの生息地再生に貢献できることを示した研究 (由井ほか, 2004) や、イヌワシの個

体群維持に必要な繁殖成功率と、その繁殖成功率の維持に必要な森林管理・施業の方法と目標面積を示した、東北地域環境計画研究会 (2023) の研究成果がある。ただし、FSC 認証林の拡大、またイヌワシの生息地再生に資する森林施業の拡大ポテンシャル (森林所有者・管理者の意向と能力等) については、それを土地の管理・利用の地域ガバナンス (意思決定) に活かすためのメカニズムが、裏付けとなるデータ (生物多様性と生態系サービスへの寄与) や中長期的な事業採算性と共に検討されることが必須であり、林業自体、長期的な採算性の見通しが立たない中で、事業採算性にどう結び付けられるのかは特に大きな課題である。

その他、新たな森林の価値創出については、南三陸町内の全てのスギ林が適切に管理・間伐され、このうち不良質材をバイオマス利用した場合、南三陸町の熱源 (全世帯の暖房・冷房・給湯) 需要を全て賄え、炭素吸収クレジットを創出できる、との検討結果がある (赤池ほか, 2018)。また、自然関連財務情報開示タスクフォース (TNFD) 開示提言等により、企業に対して事業の自然への依存と影響、および関連するリスクと機会に関する情報開示を求める動きが進んでおり、木材を使用する企業が林業者にこうした情報を求めるようになる可能性がある中で、FSC 認証によって TNFD 開示要求にこたえる情報を取得、提供できることが、WWF ジャパンの南三陸の FSC 認証林でのパイロットプロジェクトで示されている (相馬ほか, 2023)。

これら、南三陸町のこれまでの環境共生取組みと、森林価値創出につなげようとする専門的知見と今後さらに必要な知見を表 1 のように整理した。

表 1 新たな森林価値創出につながる主な取組みと専門的知見の整理

主な取組み	明らかになっている知見	さらに必要な知見 (地元の課題)
・「南三陸杉」ブランド化 ・ FSC 認証取得 ・ 南三陸地域イヌワシ生息環境再生プロジェクト ・ 企業の TNFD 開示要求への対応	・ 「南三陸杉」ブランド化に資する科学的根拠: 強度の実証と成長調査 (樹幹解析)、高齡林マップの作成など山の価値の見える化 (全国林業改良普及協会, 2011) や遺伝子解析が示す地域在来系統の可能性 (小沼, 2020; 小沼ほか, 2020) ・ FSC 認証 (手入れの良い人工林) の効果: 手入れの悪い人工林よりも植物種数、希少種数が多い可能性 (中静, 2019); FSC 認証林モニタリングサイトにおける絶滅危惧植物・食べられる植物・薬になる植物の分布 (小川ほか, 2023); 河川水質 (アンモニウム態窒素濃度) への影響の可能性 (小林ほか, 2018) ・ FSC 認証林における森林管理によって、TNFD が求める情報開示に必要な情報が提供できる (相馬ほか, 2023) ・ エネルギー自給の可能性: 南三陸町内の全てのスギ林が適切に管理・間伐され、不良質材をバイオマス発電に使用した場合、南三陸町の熱源 (全世帯の暖房・冷房・給湯) 需要を全て賄え、炭素吸収クレジットを創出できる (赤池ほか, 2018) ・ イヌワシの北上高地における繁殖成功率に幼齡人工林面積と広葉樹老齡林面積が大きく寄与、従ってこうした林分が拡大する森林管理によって、イヌワシの生息地再生に貢献できる (由井ほか, 2004) ・ イヌワシの個体群維持に必要な繁殖成功率と、その繁殖成功率の維持に必要な森林管理・施業の方法と目標面積 (東北地域環境計画研究会, 2023)	・ 林業の長期的な採算性 ・ FSC 認証林及びイヌワシの生息地再生に資する森林施業の拡大ポテンシャル (森林所有者・管理者の意向と能力等) ・ FSC 認証林やイヌワシ生息地再生に向けた森林管理による生物多様性と生態系サービスへの寄与 (植生調査、環境 DNA 解析、山菜、土壌保全、水源涵養等) ・ 上記のようなデータを森林や土地の管理・利用に関する地域ガバナンス (意思決定) に活かすために必要なメカニズムや事業採算性

注) 下線は「環境共生の取組み」に対応する主なキーワード。「さらに必要な知見」は、地元林業者・南三陸地域イヌワシ生息環境再生プロジェクト関係者へのヒアリングに基づく。

3.2 海

次に、南三陸町の新たな海洋価値創出につながる主な取組みと研究知見の整理を行った（表2）。

南三陸町では、東日本第震災以前から、地域の豊かな自然から得られる恵みを研究知見として蓄積し地域づくりに生かすための、独自の取組みを進めていた。その拠点となるネイチャーセンターは、南三陸・志津川湾をフィールドとした基礎科学研究と教育活動を展開する町立の施設である。本施設の画期的な点は、南三陸町の予算で任期付研究員（ポスドク）を採用して研究活動も展開していることである。研究員が専門分野に関する地域の自然を深く掘り下げた研究を行うことで、これまで人の目に止まることのなかった地域の資源が次々と発掘された（阿部・太齋、2017）。さらに志津川湾は寒流と暖流両方の影響を受けることで多様な生物が見られ、なおかつ地域密着の研究活動を行う施設が存在していることが地域内外の研究者を惹きつける。このように恵まれた自然環境と地域独自の研究体制を持つことで、ネイチャーセンターは南三陸町の自然を対象とした研究を行う外部研究者の受け入れとその調査・研究活動の調整等の役割も担っていくこととなった。また震災が起きた2011年まで展開されていた「エコカレッジ事業」は、町内外の利用者に質の高い環境教育プログラムを提供し、人材育成を図りながら、交流人口を増加させ、地域の活動につなげていく、という地方創生のモデル的な取り組みである。その結果センターは、震災前には毎年2千数百人が利用する研究・教育拠点となっていた（太齋、2020）。

その特記すべき成果は、志津川湾に生息する動植物についての独自の生物相調査と、センター研究員や職員およびサンプリングに訪れた外部研究者の研究対象の分類群を中心に、膨大な標本が記録・保存されたことである。震災直前までに収集した動物標本は総数791体、海藻・海草は総数175体に上っていた（川瀬、2011）。しかし、2011年3月11日の震災で津波の影響を受け、ネイチャー

センターは2階建ての建物の屋上まで水に浸かり、それらの標本の全てを失った。震災後、有志によって瓦礫の中から標本の回収作業が行われたが、海藻・海草の標本は全て流失し、回収されたのはわずかに動物標本56体であった（阿部・太齋、2017）。ただし、2011年5月から数ヶ月の間に、大学や企業の研究チームによる海底の状況調査が行われ、「ネイチャーセンターが窓口として機能した」（川瀬、2011）とあることから、震災直後もこのような地域の研究ハブとしての機能が貴重であったことがうかがえる。また、失われた標本の再収集については、それまで築いてきた地域外とのネットワークが大きく貢献した。特に、NPO法人大阪自然史センターを中心に組織された「南三陸勝手に生物調査隊」がおおよそ700点を集め（西澤ほか、2016）、2013年に設置された「ネイチャーセンター準備室」でも流出した標本の再収集作業を進め、2016年3月までの間に総点数はほぼ震災前の水準まで復旧した（阿部・太齋、2017）。このようなネイチャーセンターをハブとした長年の調査・研究の蓄積は、志津川湾のラムサール条約湿地登録（2018年10月）に大きな後押しとなった。

ラムサール条約では「自然環境の保全」「賢い利用（ワイズユース）」「交流・学習」が掲げられている。南三陸町では南三陸町震災復興計画で「自然と共生するまちづくり」が示されており、2016年に制定された南三陸町第2次総合戦略では、まちの将来像を「森林海ひといのちめぐるまち 南三陸」とより具体的に定めた。この将来像を目指す南三陸町にとって、志津川湾は「いのちめぐるまち」の象徴であり、大切な自然資本である、という前提のもと、その恵みを将来にわたって受け続けられるよう、2022年3月にはその保全と活用についての指針となる「志津川湾保全・活用計画」が定められた（南三陸町、2022）。また、概要版として「志津川湾保全・活用計画」で目指す未来の志津川湾イメージ（図1 上）と、なにもせずなり行きにまかせた未来図（図1 下）も作成され、

表2 新たな海洋価値創出につながる主な取組みと専門的知見の整理

主な取組み	明らかになっている知見	さらに必要な知見（地元の課題）
<ul style="list-style-type: none"> ・町立自然環境活用センター（ネイチャーセンター）と環境教育 ・ラムサール条約湿地登録 ・持続可能なカキ養殖への転換（ASC認証取得） ・アマモ場造成活動 	<ul style="list-style-type: none"> ・海洋研究・教育の拠点と蓄積：ネイチャーセンター（太齋、2020）；ラムサール条約湿地登録（川瀬、2011；阿部・太齋、2017；西澤ほか、2016；南三陸町、2020・2022）；志津川湾環境調査（一般社団法人サスティナビリティセンター、2023） ・森海のつながりと養殖の関係（山本ほか、2017；山本ほか、2018；小松ほか、2018）※「森は海の恋人」→「森は海の友達」 ・養殖の生物多様性への影響（Suzuki et al., 2024） ・カキ低密度養殖による生産性向上（一般社団法人サスティナビリティセンター、2021；WWF ジャパン、2021；太齋ほか、2023）、環境影響予測モデルの適用（柳、2019）と底質環境改善の実証（坂巻、2022；Sakamaki et al., 2022） ・地球温暖化がカキ養殖へ及ぼす評価と予測（藤井ほか、2024） 	<ul style="list-style-type: none"> ・気候変動による志津川湾の海洋環境変化（海水温上昇・海洋酸性化・貧酸素化）の養殖への影響と適応策 ・持続可能な養殖業による生物多様性・生態系サービスへの影響評価・予測（環境DNA解析等） ・アマモ場再生等による、脱炭素や生物多様性及び地域活性化（人材育成・関係人口）への寄与

注）下線は「環境共生の取り組み」に対応する主なキーワード。「さらに必要な知見」は地元漁業関係者・研究者へのヒアリングに基づく。

目指すべき未来の志津川湾の姿が地域でも広く共有されることとなった。



図 1 「志津川湾保全・活用計画」で目指す未来の志津川湾イメージ（上）と、なにもせずなり行きにまかせた未来図（下）
出所：南三陸町（2022）

ラムサール条約で掲げられた「賢い利用（ワイズユース）」については、東日本大震災で壊滅的な被害を受けた南三陸町戸倉地区でのカキ養殖の「1/3 革命」（一般社団法人サステナビリティセンター、2021; WWF ジャパン、2021）が象徴的である。津波で必要な設備が全て津波で流され、養殖の再開すら危ぶまれる中、宮城県漁業協同組合志津川支所戸倉出張所のカキ生産部会は復興に向けて動き始めるなかで、これまでの過密養殖によるカキの成長不良や品質の低下を改善するために「養殖施設を震災前の3分の1にまで削減する」という大胆な決断を行った。このような養殖密度の大幅な低下で海の環境が改善され、栄養がカキの一つひとつに行き渡るようになったことで、震災前、収穫に3年かかっていた育成期間が、1年に短縮された。また、震災前には半分くらい品質が悪く出荷できずに捨てていたものが、すべて出荷できるようになったこともあり、生産量は2倍、収入も1.5倍になっている一方で、経費は4割減している（表3）。

表3 戸倉地区低密度（1/3）養殖への転換効果

戸倉地区のカキ養殖業	2010 (平成22) 年	2017年 (平成29) 年	増減
1 経営体当たり生産量 (kg)	1,790	3,545	2倍↑
1 経営体当たり生産金額 (千円)	3,380	5,009	1.5倍↑
経費 (千円)	2,300	1,330	4割↓
労働時間 (時間/日)	10	6	4割↓

出所：太齋ほか（2023）

このような持続可能な養殖と海洋環境管理効果を裏付ける研究の1つに、2014～2018年度、環境省の環境研究総合推進費による環境省戦略研究S13で行われた「持続可能な沿岸海域実現を目指した沿岸海域管理手法の開発」がある。本研究では、志津川湾を開放性内湾の持続可能な利用と海洋環境の実現検討のモデル海域として、湾内の栄養塩の収支モデルの検討による森里海のつながりの解明や、持続可能な湾内の養殖利用についてのシナリオづくりとシミュレーション研究が行われた（柳、2019）。特筆すべき成果としては、志津川湾のような半開放性湾の場合「森は海の恋人」と言われるほどには森林由来の栄養塩の量は湾内の一次生産に影響を及ぼしていないこと、また震災後の特に戸倉地区でのカキ養殖筏削減（里海活動）によりカキの成長も環境も震災前の過密養殖に比較し良好になったことが確認できたことである（山本ほか、2017; 山本ほか、2018; 小松ほか、2018）。また、坂巻（2022）と Sakamaki et al. (2022) は、低密度養殖の底質モニタリングを行い、ASC 認証による生産性向上と底質環境の改善を実証している。また養殖の生物多様性への影響についても環境DNAによる分析が進んでいる（Suzuki et al., 2024）。

志津川湾の環境調査については、かつてネイチャーセンターの研究員としてセンターを教育研究拠点として育て上げた太齋彰浩氏が2018年に立ち上げた一般社団法人サステナビリティセンターが、地域内外の研究調査機関とも連携して、海洋酸性化観測や生物相調査、環境DNA調査を継続して行っており、地球温暖化による急激な海洋環境変化が観測されている（一般社団法人サステナビリティセンター、2023）。

以上のように、南三陸町では、震災以前から、地域の豊かな自然から得られる恵みを研究知見として蓄積し地域づくりに生かす取り組みを進め、震災復興では、震災前に築いた学術ネットワークや最先端の研究プロジェクト、地域内外の事業者とも連携しながら環境共生のまちづくりで実績を重ねてきた。ただし、森・里・海の連環メカニズムについては未解明ことが多い。特に、今後起こりうる土地利用や気候変動による志津川湾の急激な環境変化と生物多様性・生態系サービスへの影響評価・予測（藤井、2024; Suzuki et al. 2024）をさらに進めると同時に、それらを社会経済面での持続可能性戦略（特に人口と循環経済対策）に結び付けるための統合的循環システムの検討が急務である。現在進められているアマモ場再生による脱炭素、生物多様性保全及び地域活性化（人材育成・関係人口）への寄与の裏付けも必要である。

3.3 里

次に、南三陸の「里」に注目し、資源循環による価値創出に向けた主な取組みと研究知見の整理を行った（表4）。

南三陸町は東日本大震災後に特に生ごみの資源化に取り組むこととなった。南三陸町では震災で下水インフラも壊滅的な被害にあったが、被災者の高台分散移転が決まったことから、排水処理は下水処理場ではなく合併浄化槽の設置で対応する方針となった。その際に浄化槽から抜き取った汚泥の処理が課題となったが、生ゴミと一緒に処理する仕組みを入れることで解決を図ることとなった。その経緯は以下のとおりである。

南三陸町は、震災復興に「自然と共生するまちづくり（エコタウン）」を掲げており、生ごみのメタン発酵事業の実績のあったアマタ株式会社の社員が南三陸町の復興ボランティアへ入ったこともきっかけに、2012年に環境省「特定被災地方公共団体に特化した沿岸地域復興資源循環プラン策定・実証業務」を受託し、家庭や事業所から出る一般廃棄物等を資源として循環させる、実証実験・プラン策定業務を開始していた。

さらに南三陸町では、2013年3月に内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、国土交通省、環境省の7府省によって示された「バイオマス産業都市」のコンセプト（地域のバイオマスを活用した産業創出と地域循環型の資源とエネルギーの創出により、地域の特色を生かしたバイオマス産業を軸とした環境にやさしく災害に強いまちづくり）は、南三陸町の復興計画の理念・目標とまさに一致するものである、とのことから「バイオマス産業都市構想」（南三陸町、2013）の策定を行った。そこでは図2のように、地域に存在するバイオマス資源を有効に活用するイメージが描かれ、生ごみ・し尿によるバイオガス事業の実現に向けて、バイオガスプラントの事業主体を公募することとなった。その後下水浄化センターの既存タンクを液肥タンクに再利用する計画提案したアマタ株式会社が事業受託することが決まり、PPPモデルで、2015年10月から「南三陸BIO」として事業運営を開

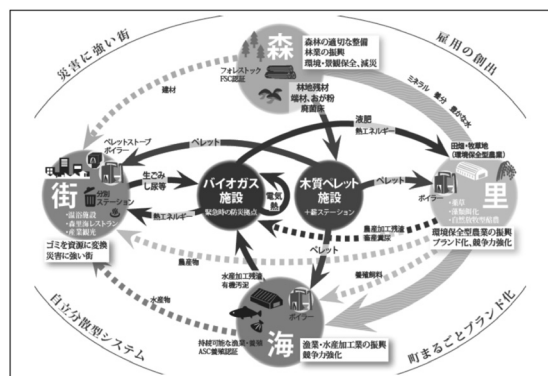


図2 南三陸町バイオマスタウン構想

出所：南三陸町（2013）

始している。

本事業は、まちの複数課題、すなわち①ゴミ焼却場や最終処分場を持たない町がいかにゴミの処理量を減らすかという課題、②老朽化したし尿処理施設の代替として汚泥処理を行うという課題、③農業肥料を地域内で生産し、安く供給することで地域農業を支えるという課題、を同時解決する意図で計画されたものである（太齋、2020）。その実践には、震災復興での新たな施設整備コストをどうするか、またメタン発酵施設で発生する液肥をすべて農地に還元する仕組みをどう整備するか、といった超えるべきハードルがあったが、前者は計画づくりからかかわったアマタ株式会社が民間事業者として施設整備・運営を担い、まちが長期契約で処理委託をすること、また後者は地元運送会社が液肥散布車を自社で購入し散布事業に乗り出したことで解決した。現状液肥は全量南三陸町の農地に撒けており、近年は肥料価格の高騰もあり依頼が増え、散布依頼があっても液肥が不足することもあるほどである¹⁾。

このような南三陸BIOを核とした循環型地域づくりの取組みの地域経済への効果については、大熊ほか（2019）が地域産業連関分析を行い、域内生産を増加させ、地域経済の活性化に資する効果を確認している。とはいえ廃棄物処理の域外依存の低下と循環利用による移輸入資源

表4 資源循環による里の新たな価値創出への主な取組みと研究知見の整理

主な取組み	明らかになっている知見	さらに必要な知見（地元の課題）
<ul style="list-style-type: none"> 生ごみ分別回収と浄化槽汚泥の、南三陸BIOでのメタン発酵と液肥の農地利用 水田の「自然共生サイト」登録準備 	<ul style="list-style-type: none"> 南三陸BIO導入の効果：①ごみの焼却処理量削減、②老朽化したし尿汚泥処理施設の補完、③安価で循環型の農業肥料の提供（アマタホールディングス株式会社、2017；太齋、2020）、LCA評価（Liu et al., 2024） 南三陸BIOを核とした循環型地域づくりの取組みが、域内生産を増加させ、地域経済の活性化に資する効果（大熊ほか、2019） 田んぼの生きもの調査実施中（自然共生サイト登録に向けて）（現地ヒアリングより） 	<ul style="list-style-type: none"> 南三陸BIOの環境・経済効果や今後の展望の整理 人口減少を念頭においた地域創生のための資源循環・脱炭素・ネイチャーポジティブシナリオ 農地保全のための地域農業経営計画 循環・環境負荷低減による農地の生物多様性や経営面への影響評価

注）下線は「環境共生の取り組み」に対応する主なキーワード。「さらに必要な知見」は南三陸BIO関係者、地元農業者へのヒアリングに基づく。

の代替とを通じた効果は限定的であることから、資源循環事業の実施にとどまらず、地域の自然資源や物質循環に関わる幅広い取組みを、地域の基盤産業と連動させて一体的に進め、地域の魅力として確立し発信する、循環型地域としてのブランディングの重要性も指摘している。

南三陸町と同様に、下水処理場の整備ではなく、生ごみを分別回収し合併浄化槽汚泥と共にメタン発酵施設で処理をしている、循環型地域づくりの先進地である福岡県大木町では、2010年にメタン発酵施設と隣接する場所に『道の駅おおき』を開設し、液肥で栽培した地元産の野菜の直売所や、地産地消の健康地域応援レストラン（デリ&ビュッフェくるるん）をオープンして、町内外の来訪者でにぎわうスポットになっている。レストランは年間7万人以上の来訪者で1億円を売り上げ、直売所も1.2億円を売り上げ（畑中ほか、2014）、雇用創出面でも、メタン発酵施設と『みちの駅おおき』の二つの施設で66名雇用と、成果を上げている（重藤、2023）。南三陸町でもこのように、廃棄物処理と農業分野の連携のみならず、地域の食品全般について、地域内生産・購入率を確実に高め、雇用や移住者・交流人口の創出などの地方創生シナリオや具体の事業検討など、今後の政策転換に活かせる情報としての整理が必要である。Liu, et al. (2024) はそのような研究の一つであり、南三陸 BIO の経済・環境影響評価を LCA 分析を用いて行っている。

南三陸 BIO と液肥散布の持続可能性は、地域農業の持続可能性と共に検討されるべきである。しかし、農業現場では、深刻な担い手不足から農業の持続可能性への危機感が非常に高い²⁾。特に地域の農業については、2024～2026年度の試行実施を経て、全ての補助事業等に対して、最低限行うべき環境負荷低減の取組みの実践を義務化する「クロスコンプライアンス」が導入されることも踏まえた、持続可能な営農計画や担い手づくりが必要である。

3.4 森里海連環

森・海・里それぞれにおいて環境共生の取組みを進め

てきた南三陸町であるが、地域の新たな課題に対応するためには、森里海の「連環」をより強く意識した価値創出が必要との課題認識から、その体制づくりや研究プロジェクトの連携が進められている（表5）。

南三陸町震災復興計画で示された「自然と共生するまちづくり」を実現すべく、共進化的アプローチで先進的な取組みを進めてきた南三陸町であるが、震災から10年以上経過し、震災復興を経ても変わらない、あるいは一層深刻化している課題や、気候変動が町の重要な産業に与える影響など、新たな課題への対応が求められるフェーズに入った。また、各地で災害が続く中、震災復興の試行錯誤で生まれたさまざまな「経験知・形式知」を共有する場をつくることにも社会的な意味があるのではないかと。これらのことを踏まえ、地域内外を問わず、多様なステークホルダーが参加し、情報交換や議論に加わり、新しい価値創造・共創のエコシステムを創造する「プラットフォーム」の必要性が地域内で議論され、2018年には「いのちめぐるまち推進協議会」が発足した。そして2022年には「南三陸いのちめぐるまち学会」の開催に至っている（いのちめぐる町推進協議会は本学会に吸収される形で発展的に解消）。2022年10月に開催された「第1回いのちめぐるまち学会大会」では86名の参加者が地域内外から集い、地域プレイヤーの対談による南三陸の現在地の確認、カーボンニュートラル、ネイチャーポジティブ、そして地域の歴史・文化の講話など幅広い話題提供で情報交換を行った。2023年11月「第2回学会大会」は135名、2024年11月の「第3回学会大会」では201名が参加と年々拡大し、対談や地元事業者も参加するポスターセッションを通じ、地域の知見の共有や様々な交流につながっている。

地域研究としては、そのハブとしてのネイチャーセンターの活動はもちろんのこと、環境研究総合推進費（S-21）「生物多様性と社会経済的要因の統合評価モデルの構築と社会適用に関する研究」や東北大学のJST COI-NEXT「ネイチャーポジティブ発展社会実現拠点」などの研究フィールドとなっている。また、研究成果の集約・

表5 森里海連環の価値創出につながる主な取組みと研究知見の整理

主な取組み	明らかになっている知見	さらに必要な知見（地元の課題）
・南三陸町バイオマス産業都市構想 ・いのちめぐるまち学会（サステナビリティセンター） ・環境研究総合推進費（S21） ・JST COI-NEXT「ネイチャーポジティブ発展社会実現拠点」（東北大学）	・いのちめぐるまちデータベース（一般社団法人サステナビリティセンター、2024）	・南三陸町の研究・専門的知見を地域づくりに活かすためのプラットフォームの構築・発展 ・森や里の土地利用・管理の変化による海洋環境や水産養殖等への影響評価 ・南三陸町の森・里・海をつなぐ資源循環・地域経済循環システム評価・事業検討 ・地域資源を活かしたネイチャーポジティブな事業者・起業家の育成

注）下線は「環境共生の取り組み」に対応する主なキーワード。「さらに必要な知見」は主にこれまで3回にわたり開催されてきた「南三陸いのちめぐるまち学会」での議論に基づく。

アーカイブ化を目指す「いのちめぐるまちデータベース」(一般社団法人サステナビリティセンター、2024)も公開され、地域研究の更なる進展が期待される。

森里海連環については、現状としてその連環の全体像が全て科学的に解明されているわけではなく、既に失われた連環もあり、森・里・海にかかわる豊富な研究知見の統合が必要である。また、地域づくりの観点では、森や里の土地利用変化の海洋環境や水産養殖等への影響評価や、南三陸町での資源循環・地域経済循環システム評価・事業検討により、新たな事業家・起業家の育成につながっていくことが大きな課題である。

4 結論

地域における環境危機と社会経済の衰退は深刻で、世界的にも自然の保全・再生と経済のつながりを取り戻そうとする動きが加速している。しかしそれらの取組みと地域の経済発展や自然の保全・再生との連環や今後の発展性を示すエビデンスはいまだ不十分と言える。さらに、研究エビデンスが蓄積されたとしても、地域にとっては社会経済活動を優先してきた従来型の地域づくりとは真逆のアプローチであることから、その有効性を理解し移行していくには、研究者のみならず社会の多様な主体も、共に仮説設定、解決策の実証、多様な分析等を行い、進化していく「共進化的」アプローチが重要となる。

本研究で対象としたのは、2011年の東日本大震災後、まちの将来像として「森里海ひといのちめぐるまち 南三陸」を掲げ、森林のFSC認証取得、生ゴミ分別によるメタン発酵・液肥循環の取り組み、持続可能なカキ養殖への転換とASC認証取得など、自然共生まちづくりの象徴的なプロジェクトを地域ぐるみで共進的に進めてきた南三陸町である。環境共生地域づくりにかかわる文献調査と地元ヒアリングに基づき、これらの活動と研究知見とのかかわりを整理するとともに、今後さらに自然共生のまちづくりを進めていくうえで必要となる知見の考察を行った。

その結果から、多くの自然科学・人文社会系研究者が地域づくりに関与してきた南三陸町でも、森里海の生態的連環のメカニズムについては今後さらに解明すべき課題が多くあり、さらに地域づくりの観点では、森里海の生態的連環の価値を地域の新たな社会経済的価値につなげていくことが今後より一層求められることが明らかになった。このことから、今後、森里海の連環評価に「人や経済の連環」も統合的に組み込む新たな評価方法や、地域資源や地域経済が循環する地域社会の実現条件の提示、それを新たな価値創出事業として地域で実現していくための仕組みの構築に関する研究を進めていく必要がある。

謝辞

本研究は環境省の環境研究総合推進費(委託費)S21「生物多様性と社会経済的要因の統合評価モデルの構築と社会適用に関する研究」のサブテーマ5(3)「森里川海の連環を対象とした統合評価・シナリオ分析と社会適用」(JPMEERF23S12121)の研究成果の一部である。

注

- 1) 2024年6月28日に南三陸BIOで行ったヒアリング調査に基づく、なお施設稼働率には十分余裕があり、理論上、生ゴミ処理量が増やせば液肥生産量もニーズに合わせて増やすことができるが(Liu et.al. 2024)、計画当初受け入れ予定であった、地域最大の宿泊施設の生ゴミは分別の手間などから、今も生ゴミを他の可燃ゴミと一緒に焼却処分しており、その生ゴミ受け入れの可能性がある限り、産廃など地域外からの生ゴミの追加受け入れには慎重にならざるを得ない状況である。
- 2) 2024年7月3日の南三陸町入谷地区農業者へのヒアリング、2024年11月8日に南三陸町に地元農業者も参加して行った「ネイチャーポジティブな地域のシナリオづくりWS」に基づく。

参考文献

- 阿部拓三・太齋彰浩(2017)「博物館と生態学(28) リアスの生き物よろず相談所―震災前後の南三陸における取組み―」『日本生態学会誌』第67巻, pp.67-71.
- 赤池 翔・長嶋寿江・中静透(2018)「南三陸町の森林炭素資源」中静氏提供資料
- アマタホールディングス株式会社(2017)『パケツ一杯からの革命』.
- 太齋彰浩(2020)「南三陸町における震災復興と自然を活かしたまちづくり」『レジリエントな地域社会』第3巻, pp.64-77.
- 太齋彰浩・豊田光世・藤山浩・秋津元輝・重藤さわ子(2023)「座談会「地域資本」の見極めから始まる地域の経済・環境・暮らしの再生」『農業と経済』第89巻第2号, pp.10-31.
- 藤井賢彦・濱野上龍志・ベルナルド ローレンスバトリックカセス・小笠恒夫・太齋彰浩・大本茂之・脇田昌英・田中丈裕(2024)「沿岸の温暖化・酸性化・貧酸素化がマガキ養殖に及ぼす影響の評価と予測: 岡山県備前市日生海域と宮城県南三陸町志津川湾における事例研究」『月刊海洋』56(4), pp.263-274.
- Girolami, D.E. and Arts, B. (2018) "Environmental Impacts of Forest Certifications" Forest and Nature Conservation Policy Group, Wageningen University and Research.
- 畑中直樹・遠藤はる奈・塩屋望美・中村修(2014)「福岡県大木町における生ゴミ・し尿・浄化槽汚泥資源化の多面的効果に関する研究」『環境情報科学 学術研究論文集』第28巻, pp.207-210.
- IPBES(2019) "Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services".
- IPBES and IPCC (2021) "IPBES-IPCC Co-Sponsored Workshop on Biodiversity and Climate Change".
- 一般社団法人サステナビリティセンター(2021)「奇跡の漁業革命 戸倉っこカキの冒険 最弱・底辺のカキが日本一になるまでのものがたり」https://m-sustainable.org/wp-content/uploads/2020/12/ASC-KAKI_7.5MB.pdf(閲覧日: 2024年6月26日)。
- 一般社団法人サステナビリティセンター(2023)「海の恵みにせまる危機〜2大トピックで学ぶ海の現状〜CO2問題と生物多様性」<https://m-sustainable.org/wp-content/uploads/2023/02/496f194c7a49cabdc5b3e1ea8b991b06.pdf>(閲覧日: 2024年9月)

- 13日)。
一般社団法人サステナビリティセンター (2024)「いのちめぐる まちデータベース」サステナビリティセンターホームページ <https://literature.m-sustainable.org/> (閲覧日: 2024年7月18日)。
環境省生物多様性及び生態系サービスの総合評価に関する検討会 (2021)「生物多様性及び生態系サービスの総合評価 2021 政策決定者向け要約報告書」環境省自然環境
川瀬撰 (2011)「宮城県南三陸町自然環境活用センターの被災状況と現状」『海洋と生物』33巻第5号, pp.410-415。
小林紘努・饗庭正寛・長嶋寿江・坂巻隆史・占部城太郎・中静透 (2018)「南三陸の森林が水質に及ぼす影響」2018年4月12日 南三陸会議発表資料。
小松輝久・佐々修司・門谷茂・吉村千洋・藤井学・夏池真史・西村修・坂巻隆史・柳哲雄 (2018)「開放性内湾を対象とした沿岸環境管理法の研究: 南三陸志津川湾の例」『沿岸海洋研究』第56巻第1号, pp.21-29。
小沼拓矢 (2020)「集団ゲノミクス解析による宮城県産スギ遺伝資源の地域性評価」令和元年度東北大学大学院農学研究科修士論文。
小沼拓矢・内山憲太郎・河部恭子・陶山佳久 (2020)「遺伝的適地適木を目指した宮城県産スギ精英樹と在来系統の地域性評価」第131回日本森林学会大会 要旨集
Liu, C., Moon, D., Watabe, A. (2024) "Assessing the Economic and Environmental Impacts of Anaerobic Digestion for Municipal Organic Waste: A Case Study of Minamisanriku Town, Japan" Sustainability, 16(16), 6793
南三陸地域イヌワシ生息環境再生プロジェクト協議会 (2023)「協議会について」南三陸地域イヌワシ生息環境再生プロジェクト協議会ホームページ <https://m-inuwashi.com/members/> (閲覧日: 2024年7月16日)。
南三陸町 (2013)「南三陸町 バイオマス産業都市構想」
南三陸町 (2020)「南三陸町の自然史に関する研究」南三陸町ホームページ <https://www.town.minamisanriku.miyagi.jp/index.cfm/8,17700,39,390.html> (閲覧日: 2024年6月22日)。
南三陸町 (2022)「ラムサール条約登録湿地 志津川湾 保全・活用計画～森里海ひといのちめぐるまちをめざして～」。
中静透 (2019)「持続的森林管理と植物の多様性」中静氏提供資料。
西澤真樹子・高田みちよ・渡部哲也・平田慎一郎・田中良尚・松浦宜弘・佐久間大輔 (2016)「2012-2014年に「南三陸勝手に生物調査隊」により収集された宮城県南三陸町周辺の生物標本目録・観察記録」『自然史研究』第3巻第16号, pp.273-292。
小川みふゆ・大瀧香葉子・饗庭正寛・吉田丈人 (2023)「FSC® 森林認証管理モニタリングサイトの食べられる植物・薬になる植物・絶滅危惧植物植生調査報告から」『南三陸いのちめぐるまち学会第2回大会』(2023年11月23日開催) 要旨集, p.17。
岡田知弘 (2021)『地域づくりの経済学入門－地域内再投資力論－[増補改訂版]』自治研究社。
大熊一寛・遠藤優太・松本明 (2019)「循環型地域づくり施策の経済効果に関する実証分析 南三陸町産業連関表の作成と応用」『産業連関』27巻第1号, pp.14-25。
坂巻隆史 (2022)「地球環境時代における海域環境保全の新展開 沿岸海域における環境保全と養殖漁業の調和に向けた物質動態研究」『用水と廃水』第64巻第1号, pp.52-57。
Sakamaki, T., Zheng, Y., Hatakeyama, Y., Fujibayashi, M., Nishimura, O. (2022) "Effects of spatial scale on assessments of suspension bivalve aquaculture for productivity and environmental impacts" Aquaculture, 553
全国林業改良普及協会 (2011)「高齢林マップで地域の価値を再発見」『林業新知識』2011年3月号, pp.1-5。
重藤さわ子・堀尾正毅 (2015a)「[共・進化] 型研究開発プロジェクトの成果検証: JST-RISTEX 環境・エネルギープログラムの事後評価を事例に」『龍谷政策学論集』第4巻第2号, pp.117-137。
重藤さわ子・堀尾正毅 (2015b)「分野横断・[共・進化] 型研究開発プログラムマネジメントとその検証」『国際P2M学会誌』第10巻第2号, pp.23-38。
重藤さわ子 (2023)「[地域資本] が生み出す総合的循環の新しいかたち」『農業と経済』第89巻第2号, pp.33-41。
相馬真紀子・天野陽介・橋本務太 (2023)「TNFDが推奨する開示企業と自然の依存と影響～南三陸のFSC® 認証林におけるLEAP検証を事例に～」WWFジャパン。
Suzuki, S., Otomo, Y., Dazai, A., Abe, T., Kondoh M., (2024) "Assessing the impacts of aquaculture on local fish communities using environmental DNA metabarcoding analysis" Environmental DNA, Vol 6(3), Online
東北地域環境計画研究会 (2023)「宮城県翁倉山周辺におけるイヌワシ餌やり場造成手法の研究」東北地域環境計画研究会調査研究委員会 (編) 東北地域環境計画研究会自主研究成果報告書 第21号。
WWFジャパン (2021)「震災復興から生まれた持続可能な養殖～南三陸戸倉の挑戦～」 <https://www.wwf.or.jp/activities/data/20210308resource01.pdf> <https://www.wwf.or.jp/activities/data/20210308resource01.pdf> (閲覧日: 2024年6月26日)。
山本裕規・吉木健吾・小松輝久・佐々修司・濱名正泰・村田裕樹 (2017)「志津川湾におけるカキ養殖等の環境容量に関する数値モデル解析 - 震災前と現在の比較 -」『土木学会論文集B 2 (海岸工学)』第73巻第2号, pp.I_1339-I_1344。
山本裕規・吉木健吾・小松輝久・佐々修司・柳哲雄 (2018)「志津川湾における陸域-海域統合数値モデルによる持続可能な沿岸域環境実現のための最適養殖量の解析」『土木学会論文集B 2 (海岸工学)』第74巻第2号, pp.I_1279-I_1284。
柳哲雄 (2019)『里海管理論－きれいで豊かで賑わいのある持続的な海－』農林統計協会。
由井正敏・関山房兵・根本理・小原徳応・田村剛・青山一郎・荒木田直也 (2004)「北上高地におけるイヌワシ Aquila chrysaetos 個体群の繁殖成功率低下と植生変化の関係」『日本鳥類学会誌』第54巻第2号, pp.67-78。
由井正敏 (2007)「北上高地のイヌワシ Aquila chrysaetos と林業」『日本鳥学会誌』第56巻第1号, pp.1-8。

The Need of and Challenges in an Integrated Assessment of an interlinked Forest,
Agricultural and Coastal landscape:
A Case Study of Minami-Sanriku Town, Miyagi Prefecture

Sawako Shigeto, Yasuo Takahashi, Soranosuke Hoshi, Akihiro Dazai

Abstract

While global efforts to reconnect nature conservation and restoration with economic activities are accelerating, evidence demonstrating the linkage between these efforts and regional economic development, as well as the conservation and restoration of nature, remains insufficient. This study focuses on Minami-Sanriku Town in Miyagi Prefecture, where various initiatives and research have been conducted by numerous stakeholders, including researchers, aiming for nature-based sustainable development. Through literature reviews and interviews, we organized the relationship between past nature-based initiatives and research findings. Even in Minami-Sanriku Town, research on the integrated assessment of an interlinked forest, agricultural and coastal landscape is insufficient, highlighting the need for more comprehensive evaluation research in the future.

Keywords: nature-based sustainable development, interlinked forest, agricultural and coastal landscape, research findings socio-economic value