

北海道下川町における循環型森林経営とバイオマス産業の 持続可能な開発目標（SDGs）への貢献と将来展望

小杉 隆信・齊藤 優里花・小幡 範雄・平岡 和久・石川 伊吹・李文昭・
江成 穰・岩松 義秀・村田 和広・西村 昌士・楊 嘉明

Contributions to Sustainable Development Goals (SDGs) and Future Prospects of Circular Forest Management and Biomass Industries in Shimokawa Town, Hokkaido Prefecture

Takanobu KOSUGI, Yurika SAITO, Norio OBATA, Kazuhisa HIRAOKA,
Ibuki ISHIKAWA, Wenzhao LI, Yutaka ENARI, Yoshihide IWAMATSU,
Kazuhiro MURATA, Masashi NISHIMURA, Jiaming YANG

Abstract

While the considerable potential of woody resource availability exists in the farming and mountainous areas of Japan, most of these areas are currently unsuccessful at making use of the potential and are even becoming depopulated. One such area is Shimokawa Town in Hokkaido Prefecture, which has earned attention as a remarkable case of regional vitalization through implementing local forest management and woody-biomass energy use. This paper outlines the current forestry situation using information obtained from the authors' field survey in October 2019. It summarizes the contributions of forest products and biomass industries to this town's achievement of Sustainable Development Goals (SDGs). Based on circular forest management, a variety of activities involving the comprehensive forest industries have contributed to the environmental, economic, and social aspects of sustainable development, and these endeavors have been recognized as a practice model of SDGs that makes use of local resources. The maintenance and development of the model is required over the long-term to meet two mutually influential challenges: increasing the profitability of every entity associated with the comprehensive forest industries, including biomass-based energy production, and improving net population migration to sustain the industries' workforce and energy purchasers in the future.

はじめに

地域の林業・林産業から発生する木質バイオマスを用いることで自立分散型のエネルギー供給を行うことには、環境面やエネルギー安全保障の面のみならず、地域経済の発展にも寄与するという多様な便益があること

が示唆されている。一方、日本の特に農山村地域において木質バイオマスの利用可能量は潜在的には相当に存在するにも関わらず、そのような地域では過疎化が進みつつあり、人的資源、財源、支援制度の不足などにより利用が十分に進んでいない。こうした状況にあって、北海道下川町は地元の森林管理と木質バイオマスエネルギー活用の両者を進めて地域活性化を図った貴重な例

として注目されている¹。

下川町は、かつて栄えていた鉱業の衰退後、町内の森林を活用した林業・林産業による地域経済の振興を企図してきた²。しかし、多くの過疎地の例に漏れず人口減少の流れは止まらず、1980年の国勢調査では5年間の人口減少率が北海道内の地方公共団体の中で1位、全国で4位を記録するに至った³。その後、2007年には下川町自治基本条例において「持続可能な地域社会の実現を目指す」ことを前文に掲げ、森林を活用して伐採・植林・育成を約60年サイクルで繰り返して基幹産業である林業を長期的に持続可能とするような循環型森林経営の体制を構築するとともに、そこでの未利用材を活用したバイオマス産業、具体的には一部の公共施設での木質バイオマスボイラによる熱供給を開始した⁴。これらの取組みによって、持続可能な開発目標（SDGs）が目指す環境・経済・社会の3つの面の統合的な向上を図りつつ地域活性化を行い、社会インフラや保健・福祉等の住民サービスを強化し、人口減少・コミュニティの衰退に歯止めをかけつつある⁵。

上記のような近年の下川町の構想と実践は高く評価され、政府から環境モデル都市（2008年度）、環境未来都市（2011年度）、バイオマス産業都市（2013年度）、地域活性化モデルケース（2014年度）、SDGs未来都市（2018年度）、自治体SDGsモデル事業（2018年度）としてそれぞれ認定開始後最初に認定されており、2010年度に過疎地域自立活性化優良事列表彰総務大臣賞、2015年度にジャパン・レジリエンス・アワード2016の先進エネルギー自治体大賞最優秀賞、2017年度には第1回ジャパンSDGsアワードで内閣総理大臣賞を受賞している。

下川町での循環型森林経営と森林バイオマス利用の実践は、地方創生や持続可能な開発に取り組む他の多くの農山村地域に対して有用な示唆を与えるものであり、その概要はさまざまな文献で紹介されている。特に当町での取組みに絞った詳しい評価研究としては、地元において生じた地域内経済循環の効果の分析対象として取り上げたものや⁶、SDGsの観点からの包括的な評価を行ったものがある⁷。本稿は、2019年10月に筆者らが行った下川町へのフィールド調査に基づき⁸、当町の林業・林産業・バイオマスの展開について、2019年5月に運転を開始した熱電併給施設に関わる状況等の最新の情報を加えて既存の報告を補完するとともに、SDGsの達

成に関して特にこれらの産業が果たす貢献について環境・経済・社会の面から改めて整理を行う。さらに、SDGsが視野に入れている2030年よりも先を見据えた将来展開を進める上で、今後取り組むべき課題について考察を深めたい。

1. 下川町の森林経営とバイオマス産業の展開

1.1. 下川町の概要

下川町に関する基本情報をまとめたものを表1に示す。下川町は北海道北部に位置し、64,420 haの町域面積の約9割を森林が占め、基幹産業として農林業が盛んである。森林の多くは国有林であるが、市街地周辺を取り囲むように町有林や私有林が存在する。1960年頃は鉱山で栄え、15,000人を超える人口を有したものの、休山を経て急激に人口が減少し、2015年には3,547人まで減少した。しかし、近年は当町で実施されている地域活性化策によって人口減少が緩和傾向にある。2006年以前は社会動態が人口減少の主要因であったのに対して、

表1 下川町の林業・バイオマス産業に関する基本情報

森林面積	56,810ha（町面積の88.2%） うち、国有林48,147ha（構成比84.7%）、町有林4,688ha（8.3%）、私有林3,975ha（7.0%）
樹種	トドマツ、カラマツ、アカエゾマツなど
人口	3,547人（2015年国勢調査） うち、年少人口350人（構成比9.9%）、生産年齢人口1,827人（51.5%）、老年人口1,370人（38.6%）
一人当たり課税所得額	265万円（2014年）
林業就労者数	28名
製材業就業者数	149名
製材品出荷額	28.5億円
木質燃料（チップ）供給量	約3,500t（2017年度）
木質バイオマスボイラ熱出力	11基計4,646kW
エネルギー自給率	熱：56%（2017年） 電力：4%（2016年）

注：特に表示のないものは2018年度の値を表す。

（出典）下川町HP「下川町の紹介」、「下川町人口ビジョン」・「下川町まち・ひと・しごと創生総合戦略」および地球環境戦略研究機関・下川町「しもかわ持続可能な開発目標（SDGs）レポート」をもとに筆者作成¹⁰

それ以降は自然動態が人口減少の主要因へと変化している。2010年以降は転入者が増加傾向にあり、転出者よりも転入者の方が多い年もある、社会動態における人口減少の85%が、建設業、製造業、卸・小売業の減少によるものである⁹。転入者の増加に関しては、基幹産業である林業の再生、循環型森林経営の取組みや、そこから地域材を利用したバイオマス事業への発展、またその他の地域活性化政策によるものだと考えられる。

生産年齢人口の約1割が林業や主要林産業である製材業に従事し、製材品出荷額は28.5億円にのぼる。一方、バイオマス産業としては、木質燃料(チップ)を年間3,500～3,600t程度製造し、それらの燃料を用いたバイオマスボイラを稼働して熱供給を行っている。町内の熱エネルギーの自給率は56%に達している。

1.2. 林業・林産業

下川町の循環型森林経営は、1953年の国有林野整備臨時措置法の制定による国有林の取得をはじめとする。その翌年には洞爺丸台風によってこれらの森林に大きな被害が生じたが、1960年には毎年40～50ha規模の森林伐採収穫の経営計画を立て、1980～1990年間の国有分収林計画、1994～2003年の国有林取得を経て町有林を拡大させた。

図1には、町内の森林のうち人工林の齢級別面積を町有林・私有林別に示す。齢級とは林齢の5年ごとの階級を表し、例えば林齢1～5年生を1齢級という。人工林の樹種として最も多いトマツの場合、伐期は10齢級以降となる。図から分かるように町有林が私有林より多いのが下川町の森林の特徴であり、また、樹齢分布から

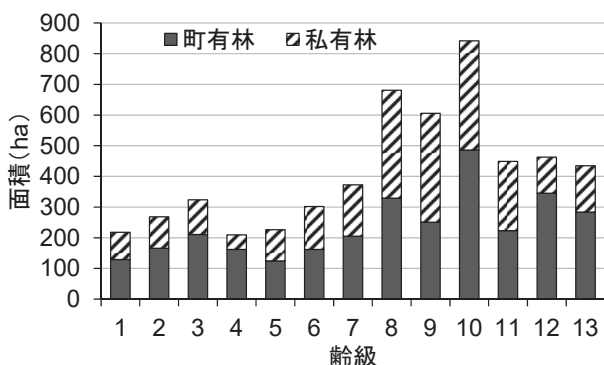


図1 町有林・私有林の人工林の齢級別面積 (2018年度末現在)

注：町有林には国有分収林を含む。

(出典) 下川町ご提供資料 (2019年10月8日) をもとに筆者作成

は、8齢級以上が多い一方、若齢の林は比較的少ないことが分かる。

2000年に策定された第4期下川町総合計画において、「森林(もり)と大地と人が輝くまち・しもかわ」を目指し、地域資源である森林の整備と森林資源の活用が本格化した。それまでも下川町においては町有林の取得など林業の発展に努めてきたが、この総合計画を基盤として、2014年以降毎年50ha規模(育林期間60年として3,000ha規模)の循環型森林経営を開始し、雇用の場の確保と林産物の供給を行っている。このように下川町で森林経営が進んだ要因としては、森林の傾斜角度が比較的緩やかであるという自然条件に加えて、林道の整備により、日本平均の約20m/haと比べて高い路網密度(民有林で48.7m/ha; 2018年度末時点)を実現したことが挙げられる¹¹。

2003年には国際的な森林認証であるFSC®森林管理認証¹²を北海道で初めて取得し、さらに、6,927haの森林がFM認証¹³を受け、循環型森林経営に基づく森林管理を行っていることが第三者に認められている。加えて、下川町森林組合や民間の製材工場等の町内の11事業者ではCoC認証を取得しており、また、町内ではFSC®認証製品が製造されているというように、地域社会を含む町全体を挙げて循環型森林経営を行っている。循環型森林経営はまた温室効果ガスである二酸化炭素(CO₂)の吸収に寄与しており、後述するように経済的な価値を生み出している。

循環型森林経営を進めていくためには長期にわたって森林を管理していく必要があるため、幅広い人材育成が必要となる。下川町では、循環型森林経営やそれに必要な人材育成を下川町森林組合が担っている。下川町森林組合では、人材育成、人材確保のための制度として「人材エントリー」を行い、優秀な人材の確保に努めている。

地域内で生み出された森林資源は、種類によって様々な製品に加工されている。図2に示すように木材の多様な利用を行い、できるだけ付加価値の高い製品を生産するよう工夫しつつ、カスケード的な利用によって廃棄物も有効に活用し、ゼロエミッション化を図っている。

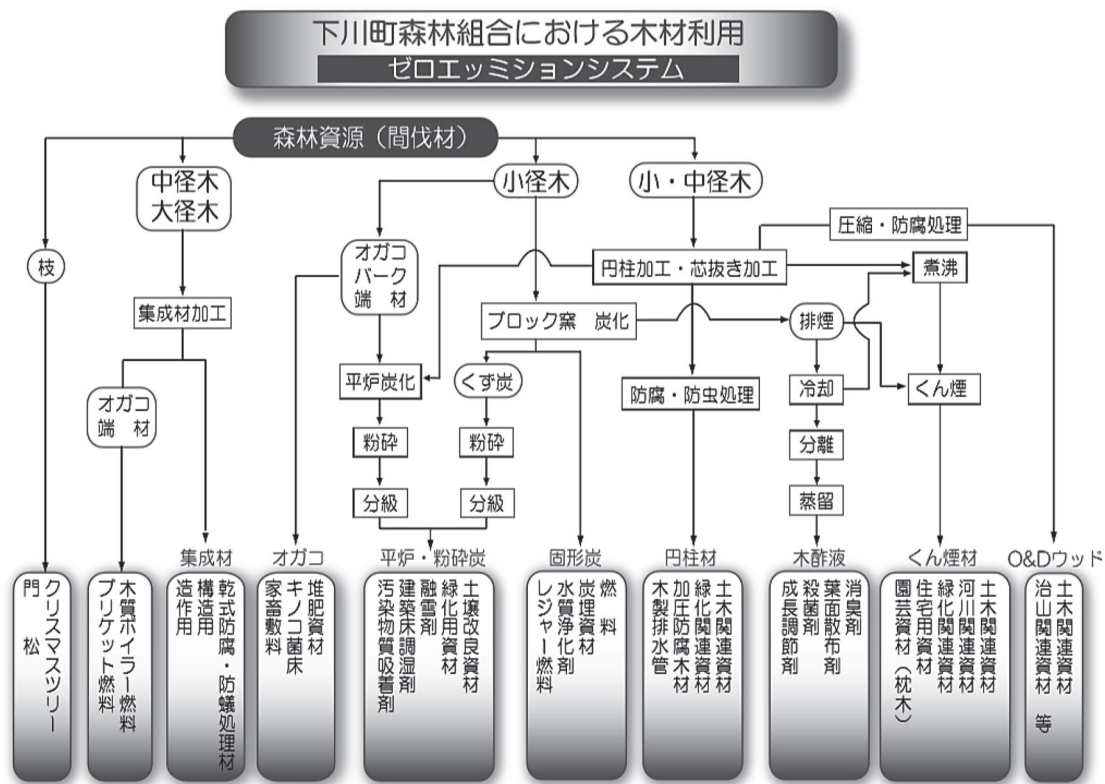


図2 下川町森林組合における木材利用（下川町森林組合 HP より転載¹⁴⁾）

林産品の利用先確保にも努めている。公民館や小学校の内装の木質化を進めるのみならず、企業と連携して地域内材を利用した製品のさらなる普及を進めている。例えば、下川町産のカバ材を使用した空間プロデュースを東京の赤坂「T-TIME」で行ったり、町産のトドマツを使用し、林業と建築をつなぐトドマツ建築プロジェクトとして誘致企業試験研究施設にて建築材として利用したりしている。このようなさまざまな森林資源の活用方法の1つに、木質バイオマスボイラを活用したバイオマス事業も含まれる。また、木材の一部からとれるオガコにより、菌床キノコの栽培を行っている。

1.3. バイオマス産業

石油等の化石資源は再生不可能であり、また、エネルギーとして利用する際にCO₂を排出するのに対して、森林資源を由来とするバイオマスは再生可能でカーボンニュートラル（実質的にCO₂を排出しない）という特徴を有する。バイオマス産業では、バイオマスエネルギーを活用して電気や熱を生み出している。

(1) 公共施設へのバイオマスボイラ導入

下川町は、2001～2002年にかけて「下川町地域新エネルギービジョン」を策定し、事業化可能性調査を経て2005年3月に北海道で初めて木質バイオマスボイラを導入し、その後の石油価格の高騰により、年間約350万円の燃料コスト削減に繋がった。これをきっかけとして、翌年には幼児センターに木質バイオマスボイラを導入し、以後、各公共施設への木質バイオマスボイラ導入を推進してきた。燃料用材は下川町内で発生する林地残材・未利用間伐材および林産業で発生する端材（一部、一般家庭剪定枝を含む）であり、町内の循環型森林経営の一部を構成している。

2008年には「下川町バイオマスタウン構想」を策定し、公共施設の暖房用としての木質バイオマスボイラの導入に加えて、廃食油のBDF化、資源作物「ヤナギ」の栽培など、着実に構想の具現化を図ってきた¹⁵⁾。そこでは、期待される効果として、森林・林業の活性化、新たな産業・雇用の創出、環境負荷の低減、地域経営コストの削減、都市と農山村の共生が挙げられており、地域の産業振興と地球温暖化の防止が目指された。2010年3月には役場周辺地域熱供給システムを整備している。そ

の後も図3に示すように木質バイオマスボイラによる熱供給量が増加し、公共施設への熱供給のうち68%が再生可能エネルギーで賄われるに至った¹⁶。町内の熱エネルギー自給率としては2017年時点で56%にのぼる。

表2に、下川町に導入されている木質バイオマスボイラの概要を示す。これまでに累計14億円あまりの導入費用¹⁷により10カ所に計11基が設置され、計4,646kWの熱出力を有し、各公共施設へ暖房・給湯という形で熱供給を行っている。燃料として年間3,500～3,600t消費される木質チップは、町内の木質原料製造施設で製造されている。

(2) 一の橋地区バイオビレッジ

下川町の人口の約8割を占める中心市街地から約

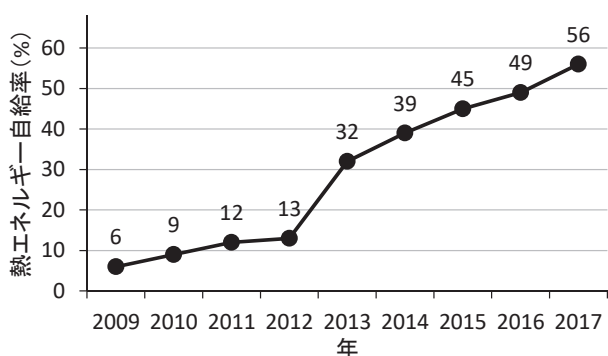


図3 下川町の地域熱エネルギー自給率

(出典) 下川町ご提供資料（2019年10月8日）¹⁸をもとに筆者作成

12km離れた一の橋地区は、町内でも人口の流出が著しく、1960年では人口は約2,000人であったものの、2009年には95人にまで減少した。また、高齢化率が2009年の時点で51.6%と高く、地域コミュニティとして維持することが困難となった¹⁹。そこで人口減少や超高齢化等の地域の課題の解決に向けて、表2に示した通り2012年度に地域熱供給施設を設置してエネルギー自給型の集住エリアを整備することで、集落の再生を目指した。具体的な目指すべき姿としては、エネルギー自給の向上、環境配慮建築の導入、地域資源の活用による新産業の創造、および集住化による自律型コミュニティモデルの創造を掲げている。

一の橋地区バイオビレッジにおける地域熱供給システムの構成を図4に示す。太陽光発電パネルの設置と木質（チップ）ボイラの導入を行ってエネルギーの自給システムを構築している。木質原料製造施設から運び込まれた木質チップ燃料を用いてボイラで温水を製造し、熱供給配管を通してビレッジ内の各施設（山びこ学園、温室ハウス、集住化住宅、住民センター、コミュニティーセンター）に熱供給を行っている。一の橋地区の集住化住宅の給湯・暖房はすべて木質バイオマスボイラによる温水でまかなわれており、電気の一部も太陽光発電によって供給されている。木質バイオマスボイラから供給される熱を利用した事業として、通年利用できるハウスを構築して造林用のコンテナ苗の栽培実証や菌床シイタ

表2 下川町の木質バイオマスボイラの概要

設置場所	年度	導入費用 (万円)	燃料消費量 (t/年)	燃料購入費 (万円/年)	熱出力 (kW)	用途
五味温泉	2004	7,245	340	424	180	暖房、給湯、温泉加温
幼児センター	2005	5,495	40	50	100	暖房
トマト育苗施設	2008	6,748	260	324	581	暖房
役場周辺地域熱供給施設	2009	24,256	620	773	1,200	暖房
環境共生型モデル住宅	2009	1,017	2*	2	15	暖房、給湯
高齢者複合施設	2010	15,230	690	860	450	暖房、給湯
町営住宅	2010	1,785	15*	19	80	暖房
一の橋地区地域熱供給施設 (菌床シイタケ栽培施設含む)	2012	28,777	910	1,135	1,100 (550 × 2)	暖房、給湯
小学校・病院地域熱供給施設	2013	27,602	500	624	700	暖房
中学校	2014	24,091	180	224	240	暖房
合計		142,246	3,557	4,436	4,646	

*燃料は、環境共生型モデル住宅と町営住宅は木質ペレット、それ以外はすべて木質チップ

(出典) 林野庁（2017）および下川町ご提供資料（再生可能エネルギーマップ2019年5月版）をもとに筆者作成

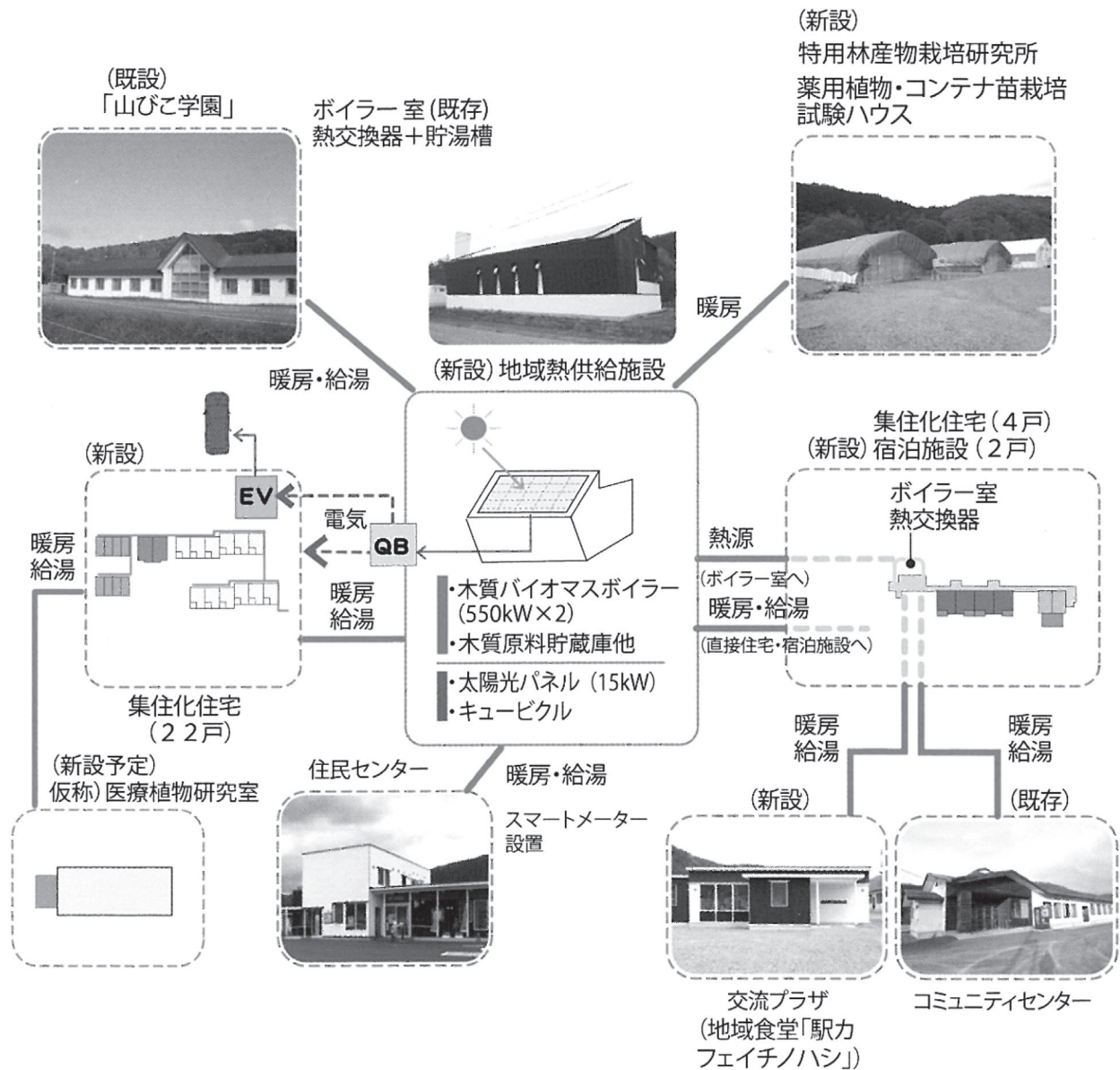


図4 一の橋バイオビレッジ地域熱供給システムの構成

(出典) 下川町ご提供資料 (2020年10月23日) より転載

ケの栽培を行っているほか、2013年10月に下川町と「森林資源の多面的活用に関する連携協定」を締結した王子ホールディングス株式会社が薬用植物の試験研究を始めている。

(3) 民間による木質バイオマス発電

2013年に下川町バイオマス産業都市構想が策定され、その中では、町内の電力と熱の自給率100%を目指して、5,000kW級の木質バイオマス発電の建設を行う予定であることが表記されていた。しかし、さらに調査を進めた

ところ、この規模での事業の実施には原料が年間約6万t必要となり、地域内だけで調達することが不可能であることが判明した。すなわち、域外のバイオマス燃料を多く使用する必要が生じ、町内の循環型森林管理の枠内での木質バイオマス利用によるエネルギー自給という従来の理念との乖離が生じることになる。

そこで、小規模発電で事業性が見込まれる2,000kW以下の熱電併給事業の構想が掲げられ、既に北海道苫小牧市で木質バイオマス発電事業を展開していた三井物産株式会社との協議の上、議論が行われたものの、2017

年7月に関連予算が町議会で否決され、下川町はこの事業による市街地への地域熱供給事業から撤退した²⁰。その代わりに、2017年12月に三井物産株式会社と北海道電力株式会社の出資による北海道バイオマスエネルギー株式会社によって、総発電出力1,815kWとやや規模を縮小して着手されることになった。2018年5月に施設が着工され、2019年5月に商業運転を開始した。北海道内の未利用間伐材（アカマツ）を原料とする木質ペレットを施設内で年間1万t製造し、それを燃料としている。原料の調達には主に三井物産株式会社の道内私有林からであり、下川町内からの調達は全体の数%程度にとどまっている。熱供給可能量は2,860kWであるが、そのうち約半分の熱をペレット乾燥用に利用している²¹。残りは所内で利用しているが、所外への熱供給は行われておらず、エネルギー総合効率が高いという熱電併給のメリットが十分には活かされていない。

2. 森林経営・バイオマス産業を通じたSDGsへの貢献

下川町では2001年から、住民を中心とした産業クラスター研究会にて「経済・社会・環境の調和による持続可能な地域づくり」を目指し、持続可能な地域社会の実現への取組みとして、前節で記載した循環型森林経営と伐採後の木材を無駄なく使う加工システムによって森林総合産業を発展させてきた。これまでに述べてきたように、林業・林産業・バイオマス産業のそれぞれが連携しあって事業を行ってきたのである。産業の発展のみならず、森林バイオマスによる熱供給によって削減できた燃料費を新たな子育て支援費に活用するなど、社会福祉の増進にも努めている。さらに、下川町第6期総合計画では、2030年における下川町のありたい姿として、「誰ひとり取り残されず、しなやかに強く、幸せに暮らせる持続可能なまち」を掲げ、住民と行政が連携して指標を設定することでまちづくりを進めている。

ここでは、上記の森林経営・バイオマス産業の進展が環境・経済・社会の3側面に果たしてきた貢献を整理した上で、これら3側面に統合的に取り組むSDGsの理念と軌を一にする「SDGs実践モデル」として評価されることを示す。

2.1. 環境面

循環型森林経営は森林の多面的機能を保全する上で重要な貢献を果たしているが、その中でも分かりやすい貢献としては、森林の成長に伴う大気からのCO₂の吸収が挙げられる。その量は2015年において73.1万tと推計されている²²。再生可能エネルギーの利用や省エネルギーの努力もCO₂排出量の削減につながっている。再生可能エネルギーとしては前節で述べた通り木質バイオマスを用いた熱供給が行われており、重油や灯油燃料を代替することによって3,800tのCO₂排出が削減されている。さらに、町内3カ所に設置された10kW以上の太陽光発電設備や、家畜ふん尿バイオガスプラント2基と地中熱ヒートポンプ3基の設置により再生可能エネルギーの活用を図っている。最近では、民間企業による再生可能エネルギー発電として、先述の下川森林バイオマス熱電併給施設（1,815kW）に加えて、ほくでんエコエナジー株式会社のサンル水力発電所（1,100kW）が2019年4月に運転を開始している。省エネルギーは各所で進められているが、先述の橋バイオビレッジでの取組みが特徴的である。集住化によるコンパクトな地域熱供給システムは熱損失を抑制できる上に、環境配慮型建築の導入、EVの利用、スマートメーターの活用などによって省エネルギーが図られ、CO₂排出量の削減に貢献している。

上記のようなCO₂の吸収や排出削減の効果の一部は、J-VER制度に準拠したカーボンオフセットの取組みの推進に役立てられている²³。2008年に北海道下川町、足寄町、滝上町および美幌町の4町が連携して北海道森林バイオマス吸収量活用推進協議会（4REST）が設立され、間伐促進型森林づくり・木質バイオマス活用事業の実施に至った。森林保全活動に対するCO₂吸収量を数値化し、CO₂吸収クレジットとして協賛企業等に引き渡しており、これまでのクレジット総発行量は26,811tにのぼる²⁴。一方、削減プロジェクトとしては五味温泉等森林バイオマスエネルギー活用事業や下川町役場周辺地域熱供給システムバイオマスエネルギー活用プロジェクトが登録されており、それらのクレジット総発行量は2,970tとなっている²⁵。

2.2. 経済面

経済面での取組みとしては、地域内での循環型経済の構築が挙げられる。すなわち、地域外からの貨幣獲得の

拡大と地域外への流出貨幣を内生化すること、そのために地産地消・地域内消費を促し、域内経済の好循環を形成することを企図している。

農産物に関してみると、2017年度の生産額は27億円にのぼる一方、住民は食料調達が多くを町外農産物に依存しており、年間の食費約9.5億円のうち地域外調達が約8.5億円となっている²⁶。地域内経済循環のためには、地域内調達額を増加させることが必要となる。そこで下川町では、町内産の小規模多品種の農産物の生産・流通システムを構築して食料自給率の向上に努めている。例えば、表2に示したように木質バイオマスボイラを用いたトマト育苗施設を設置してトマト栽培を行い、トマトジュースを代表とするトマト加工品の特産品として町内の所得創出に貢献している²⁷。また、地域内の消費を増やすため、ポイントシステム事業が構想されており、今後、地域通貨システムを構築する予定である。

林業・林産業については、先端技術（ICT・IoT・AI）の利用による森林管理、施業効率化、生産コストの低減による生産の効率化、木材の高付加価値利用と新商品開発による高付加価値化、森林バイオマスの利用拡大による再生可能エネルギー利用の推進によって、生産額拡大を進めている。具体的な事業として、新商品開発や地域材の利用拡大については、アロマオイルや新たな木製品の生産、公共施設の内装木質化、地域材活用住宅の増加を行っている。

バイオマス産業としては、木質原料製造施設と木質バイオマスボイラの導入を進めている。3,500tの木質燃料チップの利用は110万Lの灯油の代替に相当し、年間約1,900万円の燃料費の削減に繋がっている²⁸。さらに、一の橋地区のシイタケの菌床栽培では毎日約230kgのシイタケを出荷しているが、栽培に用いるビニールハウスで使用する暖房エネルギーは木材バイオマスボイラから供給されている²⁹。そこで栽培に携わる人は26名であり、新たな雇用の場の創出にもつながっている³⁰。また、木質原料製造施設にて3名、燃料チップの運搬で2名、木質バイオマスボイラ施設管理業務で1名の雇用が発生している³¹。

さらに、環境面の取組みで挙げたJ-VER制度に基づくカーボンオフセットの取引において一般社団法人more trees、株式会社ジェーシービー、一般社団法人日本野球機構、株式会社伊豆倉組、中道リース株式会社、サッポロビール株式会社と基本協定を結び、クレジット

の販売によってこれまでに約1億7,000万円の利益が得られている³²。

2.3. 社会面

社会面での取組みとしては、少子高齢化対策、超高齢化対応社会の構築、移住者増加に向けた取組みが挙げられる。町内の木質バイオマスボイラ利用による燃料コストの削減額の半分はボイラの更新費用として基金化し、残り半分は保育料1割軽減、学校給食費2割補助、中学生までの医療費無料、不妊治療費の一部助成等の新たな子育て支援の費用に充てることで、少子化対策や、若年層の移住者の増加につなげようとしている。また、森林組合による人材エントリー制度や企業誘致の取組みは、地域外からの移住者増加に貢献している。このような取組みによって下川町への移住者は増加しつつあり、人口減少が緩和されている。さらに、都市における環境保全、企業における社会貢献や人材育成の一環として、下川町の森をフィールドに、企業と協働で森林保全・整備活動を進めている。地域の学生を対象とした森林環境学習も企画し、将来的に林業に参画する人材の育成に繋げている。加えて、生活環境の向上を目指した主な取組みとして、空き地・空き家の有効活用や道路網の整備、除雪システムの効率化の実証等を行っている。

先述の一の橋バイオビレッジにおいては特に先進的な取組みを行っている。一の橋地区では、住民自治力や集落経済力の向上を目的として、地域おこし協力隊を受け入れている。2010年から一の橋地区では19名を任用し、廃屋の撤去、ICT見守り、ハウス栽培、石窯ピザ販売、商品開発、生活・買い物支援、除雪、地域食堂運営、機能的植物栽培、環境保全、障がい者施設支援、集落支援型NPO法人支援、施設管理・水源管理を行っている。2019年10月現在では3名が隊員として活動している。また、退任者の中で3名が一の橋地区で起業しており、また4名が就職している³³。集落の担い手として活動しており、新産業の創造や、地域の維持に貢献している。一の橋地区では高齢化率が一時51.6%まで上昇したものの、これらの取組みによって、2009年から2016年までの7年間で27.6%にまで減少した³⁴。地域おこし協力隊の導入や新産業の創出によって新しい人の流れができ、若者世代が増加することで持続可能な人口構造に変化している。一の橋地区での取組みが町全体に広まることで、下川町で新しい事業を行うことを希望する移

住者がさらに増加し、地域活性化につながることを期待される。

2.4. SDGs 実践モデル

上記では、環境・経済・社会の3つの側面から下川町における主に林業・林産業およびバイオマス産業に関わるSDGsへの取組みを整理した。3つの側面に分類したが、その取組みはそれぞれ連携しあっている。その中心に据えられるのが、循環型森林経営に基づき森林資源を余すことなく諸産業で有効に使う森林総合産業の発想である。これによって域内材の安定した供給を可能とし、FSC認証の木材生産を行うことで環境配慮型の林産品としての付加価値を高め、カーボンオフセットによるクレジット発行という環境面・経済面の取組みへと発展させ、さらには社会面の取組みである森林環境教育等の森林サービスへの展開がなされている。

域内材は、町内で公共施設等の建材や、木製品などに利活用され、ゼロエミッションの木材加工につながっている。これは廃棄物をできるかぎり出さない取組みとして環境面での効果がある上、域内の循環経済の構築に貢献している。さらに、ゼロエミッション化に向けた多種多様な木材加工・利用用途の開発は、新たな事業の創出にもなりうることから、雇用の拡大と移住者増加、ひいては生活の質の向上と人口減少の抑制という社会面での貢献にもなっている。

公共施設への木質バイオマスボイラの導入は、町内の林地残材や林産業における端材を活用することで上記のゼロエミッション化に貢献するとともに、従来の重油や灯油の燃料によるCO₂やその他の大気汚染物質の排出を削減している。さらに、地域のエネルギー費用の削減になり、バイオマス産業の発展を促すことで域内経済循環の効果があり、そこで削減された費用の一部が子育て支援策に活用されることで社会面にも寄与している。町内由来のバイオマスエネルギーの利用はまた、産業活動や日常生活に不可欠なエネルギーの供給を外部に頼らず域内で賄うことになり、化石燃料の価格変化などの外部環境に左右されない、エネルギー自立度の高い安定した社会の形成にも資する。木質バイオマスを利用した熱供給システムは、トマトや菌床シイタケの栽培に有用であるほか、一の橋地区バイオビレッジでの取組みに見られるように生活環境の改善、新産業創出などを通して移住者の増加にもつながっている。

以上のように、下川町では循環型森林経営に基づく森林総合産業として行われているさまざまな取組みが環境・経済・社会の各側面での効果を上げており、互いに連携し合って町全体での森林共生型の持続可能な地域社会の構築につながっている。これらを総合して、地域の特性を活かしたSDGs実践モデルの一つであると評価することができる。

3. 将来展望

これまでにみてきたように、下川町の循環型森林経営とバイオマス産業の展開は、地域の活性化やSDGsへの貢献という一定の成果を挙げてきた。一方、現状の町内の森林経営でのバイオマス産業の規模の拡大は頭打ちの状況にあり、バイオマス産業都市構想等で掲げたエネルギー自給率100%の達成は難しい。熱エネルギーだけを考えても、町産材から製造される木質燃料による自給率は56%であり、その2倍近くの供給力が必要となる。町内の11基の木質バイオマスボイラは表2に示した通り2004～2014年の間に設置されており、2030年代以降には更新時期を迎えることも念頭に置きながら、長期的な将来のバイオマス産業のあり方を検討することが重要である。エネルギー供給のためのバイオマス活用量の拡大には、以下に示すように、バイオマス産業を含む町内各主体の収益確保や、産業の担い手でありかつエネルギー消費者でもある人口の維持が課題となる。

3.1. バイオマス活用の拡大

下川町は寒冷地であり、比較的熱需要が多い。図5(a)に示すように、北海道における家庭の暖房用のエネルギー消費量は全国平均の約3倍にのぼる。このような状況において、バイオマスをまず熱供給に用いてきた従来の方針は自然なことと思われる。一方で、電力を含めた総合的なエネルギー自給率の向上のためには、2013年に発表されたバイオマス産業都市構想で提示され、民間によって実施が始まった熱電併給は、将来のエネルギー供給のあるべき姿の一つとして期待される。

ボイラや発電設備といったエネルギープラントにはスケールメリットがあり、木質バイオマスエネルギー利用量を拡大することは経済性の改善にもつながりうるが、木質燃料の調達先が課題となる。例えば、木質を利用したバイオマス産業の大規模化を進めた先進事例で

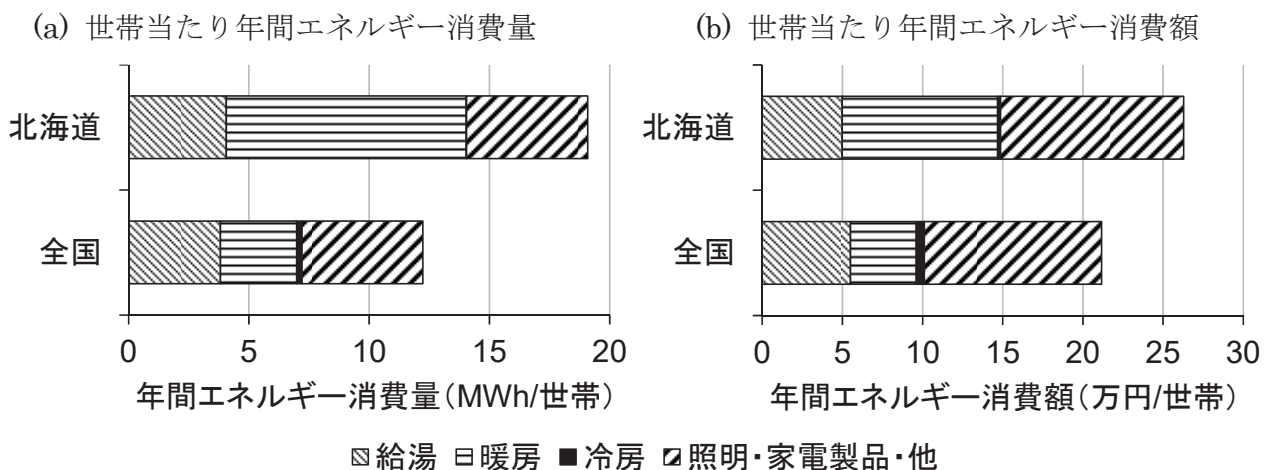


図5 北海道および日本全国の世帯当たり平均年間エネルギー消費量と消費額

(出典) 住環境計画研究所 (2013) に基づき筆者作成

ある岡山県真庭市では、域内材と域外材の両方を燃料として利用している³⁵。下川町でも、先述の通り、木質バイオマス燃料の原料を町内からの調達に限っていたが、2019年に運転を開始した民間の熱電併給施設は燃料とする木材の大部分を域外（ただし北海道内）から調達している。

下川町においてエネルギー自給率の更なる向上を目指すためには、木質バイオマス燃料を調達するために域外材の利用を進めたり、または町内の森林経営の規模を拡大して域内での調達可能量を増加させたりすることを検討せざるを得ない。前者はより現実的な選択肢であろうが、域外からの調達となれば灯油等と同様に価格の不安定性という課題が生じる。さらに、日本の多くの木質バイオマス発電所で用いているような東南アジアを調達先とする木質燃料の場合には輸送エネルギー分を考慮するとCO₂排出削減効果が低下してしまう上に、調達先において持続可能な森林管理がなされているかどうかは課題となる。道内等近隣において持続可能な森林管理が行われているところからの調達であれば、このような課題の一部は解決されるが、燃料調達に関わって下川町内で享受できる域内の付加価値発生が限定されてしまう。一方、後者のように域内からの調達を増やすためには、木材のカスケード利用の「上流」に当たる素材、加工産業を含めた町内の林業・林産業を拡大して、それに伴う林地残材・間伐材および端材の増分を活用するか、あるいは、従来のカスケード利用のバランスを崩して例えばバイオマス燃料確保用に高齢林の伐採を増

やす（それに伴い植林を増やして人工林の「若返り」を促進する）ことが考えられるが、いずれにしても、一定の採算性と、林業・林産業の担い手を含む人口の確保の見通しが必要となる。

3.2. バイオマス産業の採算性

現在までの下川町のバイオマス産業の採算性確保においては、灯油代替による燃料費の節約分のほか直接・間接的に発生してきた付加価値に加えて、熱供給システム等の設備導入に対する国からの相当額の補助金が貢献してきた³⁶。灯油代替による燃料費削減額は年間1,900万円と先述したが、灯油価格が上昇すれば削減額は拡大し、灯油価格が例えば90円/Lであれば削減額は2,600万円に増加するとの試算もある³⁷。これに加えて、スケールメリット等を活用した設備価格の低減や、林業・林産業の生産性・付加価値を拡大する創意工夫や先端技術の利用による採算性の向上が期待されるが、これらの努力だけでは限界があり、循環型森林経営の環境面での多面的価値が評価されるような支援の充実が求められる。

森林管理の重要性とその支援の必要性を受けて国は2019年度に森林環境税と森林環境譲与税を創設し、森林管理のための地方財政の充実を図っているが、森林環境譲与税は私有林人工林面積、人口および林業就業者数に応じて各市町村へ譲与されるものと規定されている³⁸。この譲与基準は、森林面積に比して人口が少ない上に森林に占める私有林の割合が低い下川町にとって不利となっており、管理すべき森林全体の面積を重視し

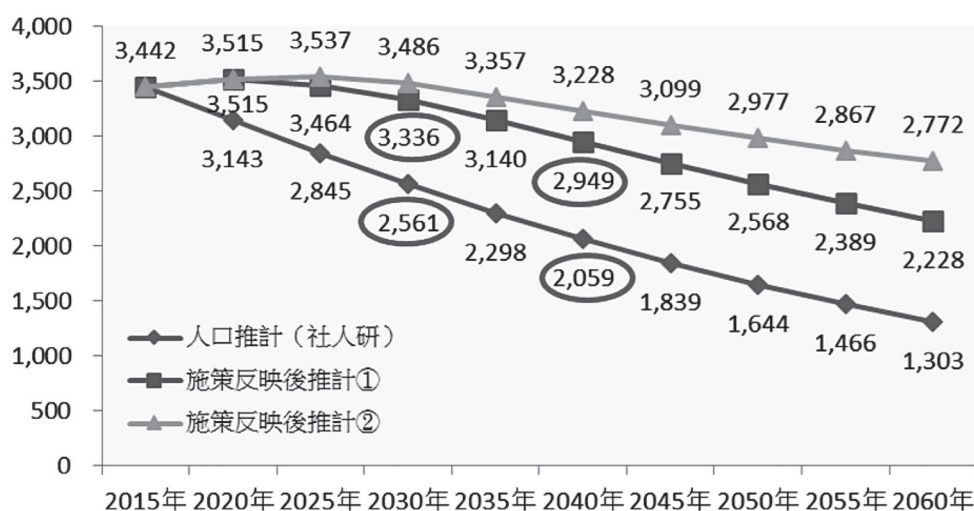
た措置が望まれる。さらに、森林管理はCO₂の吸収にも貢献しており、先述のようにJ-VERに基づくクレジットという形で経済的な価値としても認められているが、このクレジットの取引によるカーボンオフセットは自主的な取組みにとどまっている。長期的な国全体としてのCO₂排出削減を効率的かつ着実に進める上での経済的措置としての炭素価格（カーボンプライシング）制度の強化が期待される。

再生可能資源である木質バイオマスによるエネルギー供給には、化石燃料代替によるCO₂排出削減やエネルギー供給源多様化という価値もある。そのため、2012年から開始された再生可能エネルギーの固定価格買取（いわゆるFeed-in Tariff; FIT）制度によってバイオマスによる発電電力が高価格で買い取られることで採算性が向上し、全国的なバイオマス発電の普及拡大をもたらしたが、このFIT制度は熱供給を対象としていない。その結果、民間企業によって下川町に設置されたバイオマス熱電併給施設のように、発電は行いが熱供給は十分に行われずにエネルギーの有効利用率を損なっている例が多く生じている。バイオマスによる熱供給事業に対しても採算性の向上がもたらされるように、FIT制度の適用範囲の拡大が検討されるべきである³⁹。

木質バイオマス燃料による熱供給事業の拡大は、地域

が支払うエネルギー費用の削減に寄与しうるが、一方で、従来の熱エネルギーの多くを賄っていた灯油の販売量の減少をもたらす収益が悪化するステークホルダーが存在することが施策推進上の課題となりうる。この課題に対して下川町では、2009年4月に設置した木質原料製造施設の運營業務を下川エネルギー供給協同組合に2011年度から委託し、2012年度からはこの組合を指定管理者としている。この組合は地元の石油製品販売業者からなり、灯油等の代替となる木質原料の製造・販売の主体としての関与によって灯油販売量減少分を補填する配慮がなされている⁴⁰。将来、エネルギー自給率を向上するに際しては、現状の公共施設だけではなく一般家庭も対象とした熱供給事業の拡大を伴うことになるが、これにも上記の組合の関与を促すといった配慮が重要になるだろう。

熱供給事業の採算性確保のためには、安定した販売量、すなわち熱需要が確保されることも必要である。仮に人口が減少すれば熱需要も低下し、熱販売量減により事業収益悪化をもたらすことになる。熱電併給システムを設置する場合には、発電量を一定に保てば熱供給量も一定となるが、熱需要が減少すれば、供給されるのに利用されないというエネルギーの無駄が生じることにもなる。すなわち、バイオマス燃料確保の「上流」側の林



人口推計（社人研）：国立社会保障・人口問題研究所の将来人口推計値
 施策反映後推計①：下川町まち・ひと・しごと創生総合戦略の施策による転入者の増加と出生率の上昇を仮定
 施策反映後推計②：さらに転出者が抑制されて純移動率がゼロになると仮定

図6 下川町の将来人口推計（「下川町まち・ひと・しごと創生総合戦略」より転載⁴¹）

業・林産業を担う人材の必要性和同時に、「下流」側であるエネルギー需要の確保のためにも人口減少を回避することが不可欠となる。

3.3. 人口の維持

下川町では近年、循環型森林経営・バイオマス産業の取組みを中心として雇用の確保に努めることで転入者の増加を促し、かつてみられたような大幅な人口減少は食い止められているものの、長期的な人口減少の傾向は続いている。図6は下川町の将来推計人口を示すが、国立社会保障・人口問題研究所は向こう30～40年間のうちに人口が半減するとの推計を行っている。人口水準の維持を図るためには、図中の施策反映後推計の前提条件となっている移住者の確保と出生率の増加が必須条件となる。

これまで下川町が行ってきたように、木質バイオマスエネルギー利用による燃料費削減分の一部を子育て支援費に活用するのみならず、町の主要産業である林業や農業の付加価値を高め、さらに町内産品をできるだけ町内で消費する循環型経済構築の推進による雇用の増加を図ることによって転入者の増加と転出者の抑制を促すことが望まれる。また、先述のような一の橋地区でのバイオレッジの取組みによって若年層の移住者を増やし、当地区の少子高齢化傾向を反転させて人口の維持のみならず産業の活性化が図られていることは、今後の町内全体の施策にも活かされるものと期待できる。

移住者確保や定住化促進のためには雇用の確保に加えて住環境の改善も望まれるが、バイオマス産業はこれにも貢献しうる。例えば、過疎地である下川町では住居費は高額ではないものの、寒冷地であるため多くの暖房費が必要となる(図5(b))。地域熱供給システムを整備し、採算確保努力によって低廉かつ安定的な熱供給を行えば、エネルギー消費に関わる家計負担の低下につながる。また、既に一部で行われているようなロードヒーティングの範囲を拡大すれば、特別豪雪地帯⁴²である当地における除雪に伴う労力と費用の節減になり、冬季の積雪による利便性低下を緩和できる。

なお、主に2019年に実施した調査に基づく本稿では、執筆時点で被っている新型コロナウイルス感染症(COVID-19)による影響は、確定的な統計情報の不足等により反映できていない。目下の感染症の拡大とそれに伴う外出自粛等によって下川町での主要産業活動や

市民生活にも打撃が生じていると推測される。一方で、業種によってはテレワークの導入により場所を問わない就労形態が普及・定着し、長期的には、生活利便性に関する魅力を高めることで、地方に居住あるいは滞在しながら勤務できるような転入者の受け入れにつながることも期待される。

おわりに

本稿では、下川町で行われてきた循環型森林経営とバイオマス産業の取組みとその展開について、既往文献からの情報に2019年10月の現地調査で得られた知見を追加し改めてまとめた上で、それらの取組みを環境・経済・社会の3つの側面から整理することでSDGsへの貢献を明らかにした。

下川町では1980年以降に町有林管理面積を拡大して基盤産業である林業・林産業の充実を図り、2000年以降には森林バイオマス産業、具体的には木質バイオマスボイラによる熱供給を計画・実行して、熱エネルギー自給率を56%まで向上させた。エネルギー自給率が高い地方自治体はほかにも存在するが、下川町は、主に町有林から持続的に得られる資源のカスケード利用により林業・林産業・バイオマス産業のそれぞれの活動を町内でバランスよく行い、ゼロエミッションを行いつつ地域内経済循環の向上を図っているというように、町全体を挙げて地域内資源に基づく森林総合産業を構成しているのが特長である。

2019年度には民間企業によって発電出力1,000 kWを超える木質バイオマス熱電併給施設および水力発電所の運転が町内で開始され、これらをカウントすれば電力の自給率も向上してきていると言える。しかし、この民間の木質バイオマス熱電併給施設では、用いられている木質ペレット燃料の元になっているのは殆どが町外の資源であり、また、熱電併給は行えるが施設外への熱供給には至っていない。将来、町内の循環型森林経営での電力を含むエネルギー自給率100%の達成を視野に入れるためには、林業・林産業の担い手を供給するとともにエネルギー需要の確保のための人口の維持が不可欠となる。そのためには、森林総合産業の収益性のさらなる向上が必要であり、町内の自助努力のみならず、循環型森林経営を持続することの環境上の価値を高く評価し支援する制度の強化も求められる。

日本の多くの農山村地域と共通の課題を抱えながら、地域の森林資源を有効に活用することで戦略的に対処してきた下川町の取組みは、さまざまな地域での地方創生とSDGs推進を考える上で重要な事例であり、今後の動向にも注視していくことが望まれる。

注

- ¹ 枝廣（2018）、Goh et al.（2020）、保母（2013）、諸富（2015）。
- ² 神沼ほか（1996）、水野（1999）。
- ³ しもかわ観光協会 HP まち情報 <http://www.shimokawa-time.net/hometown/infoaccess/>（最終閲覧日 2020年8月25日）。
- ⁴ ここで、林業は、森林で樹木の植え付け、伐採、造材を繰り返し、適切に森林を管理して木材を生産する産業であり、林産業は製材・木材加工、炭や製油の生産などの木材を原料とする産業を指す一方、バイオマス産業とは、バイオマスすなわち「再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」（「バイオマス・ニッポン総合戦略」による）を利用する産業であり、林業で生じる未利用間伐材、林産業で生じる端材・オガコなどの木質バイオマスの活用が期待されている。
- ⁵ 下川町（2014）。
- ⁶ 岡山大学・南山大学・高知大学・エックス都市研究所（2012）、持続可能な地域社会総合研究所・東京工業大学・鳥根県中山間地域研究センター・鳥根県立大学（2018）。
- ⁷ 地球環境戦略研究機関・下川町（2018）。
- ⁸ 2019年10月8日および9日に北海道下川町を訪問し、下川町役場のご協力により、政策推進課SDGs推進戦略室、森林商工振興課バイオマス産業戦略室のご担当者に対してインタビュー調査を行った。さらに、町有林、燃料用木質チップ製造施設、地域熱供給施設、高性能林業機械作業現場、木材加工関連工場、一の橋バイオビレッジの視察を行うとともに、北海道バイオマスエネルギー株式会社の下川森林バイオマス熱電併給施設も訪問して説明を受けた。ご協力賜った関係各位に御礼申し上げます。
- ⁹ 下川町政策推進課SDGs推進戦略室『持続可能な地域社会の実現に向けて』2019年
- ¹⁰ 下川町 HP 下川町の紹介 <https://www.town.shimokawa.hokkaido.jp/shoukai/>（最終閲覧日 2020年1月14日）。
- ¹¹ 下川町ご提供資料（2019年10月8日）。
- ¹² FSC®（Forest Stewardship Council®：森林管理協議会）は、木材を生産する森林の管理と、その森林から生産される木材、枝葉等の加工、流通のプロセスを認証する国際機関。下川の森 HP <http://hokkaido-tree.main.jp/shimokawa/miraitoshi/fsc/>（最終閲覧日 2020年1月13日）。
- ¹³ FM認証とは森林を対象とした認証制度で、森林管理が環境に配慮し社会的利益にかなない、持続的な経営が可能かを審査する。下川の森 HP <http://hokkaido-tree.main.jp/shimokawa/miraitoshi/fsc/>（最終閲覧日 2020年1月13日）。
- ¹⁴ 下川町森林組合 HP https://www.shimokawa.jp/shinrin/images/jyunkan/zeroem_img2012.pdf（最終閲覧日 2020年1月13日）。
- ¹⁵ 北海道下川町「下川町バイオマスタウン構想」https://www.maff.go.jp/j/biomass/b_town/council/2nd/pdf/doc1.pdf（最

- 終閲覧日 2020 年 1 月 8 日)。
- ¹⁶ 下川町ご提供資料 (2019 年 10 月 8 日)。
- ¹⁷ 導入費用はボイラ本体だけでなく配管等を含む。費用の一部には環境省や林野庁からの補助金を充てている。
- ¹⁸ 下川町ご提供資料 (2019 年 10 月 8 日)。下川町政策推進課 SDGs 推進戦略室『持続可能な地域社会の実現に向けて～SDGs 未来都市しもかわ～』。
- ¹⁹ 北海道下川町 (2019)『持続可能な地域社会の実現に向けて～人と自然を未来へ繋ぐ「しもかわチャレンジ」』。
- ²⁰ 日経ビジネス「三井物産との熱電事業頓挫」<https://business.nikkei.com/atcl/NBD/15/226889/010900136/?P=2> (最終閲覧日 2020 年 8 月 24 日)。
- ²¹ 北海道バイオマスエネルギー株式会社ご提供資料 (2019 年 10 月 8 日)。
- ²² 地球環境戦略研究機関・下川町 (2018)。
- ²³ J-VER 制度とは、国内におけるプロジェクトにより実現された CO₂ 排出削減・吸収量をクレジットとして認証する環境省が創設した制度。
- ²⁴ 北海道森林バイオマス吸収量活用推進協議会 HP『クレジット発行、移転状況』<http://hokkaido-tree.main.jp/4rest/issue-transfer/> (最終閲覧日 2020 年 8 月 24 日)。
- ²⁵ 同上。
- ²⁶ 下川町政策推進課 SDGs 推進戦略室 (2019)『持続可能な地域社会の実現に向けて～SDGs 未来都市しもかわ～』。
- ²⁷ 持続可能な地域社会総合研究所・東京工業大学・島根県中山間地域研究センター・島根県立大学 (2018) 46～64 頁。
- ²⁸ 下川町でのインタビュー調査 (2019 年 10 月 8 日) による。
- ²⁹ 北海道マガジンカイ HP『「一の橋バイオレッジ」のシイタケとイタリアン』http://kai-hokkaido.com/feature_vol135_shimokawa51/ (最終閲覧日 2020 年 8 月 24 日)。
- ³⁰ 同上。
- ³¹ 木質原料施設でのインタビュー調査 (2019 年 10 月 8 日) による。
- ³² 下川町でのインタビュー調査 (2019 年 10 月 8 日) による、北海道下川町 (2019)『持続可能な地域社会の実現に向けて～人と自然を未来へ繋ぐ「しもかわチャレンジ」』。
- ³³ 北海道下川町 (2019)『持続可能な地域社会の実現に向けて～人と自然を未来へ繋ぐ「しもかわチャレンジ」』。
- ³⁴ 同上。
- ³⁵ 平岡ほか (2018)。
- ³⁶ Ristanti and Yan (2015)。
- ³⁷ 下川町でのインタビュー調査 (2019 年 10 月 8 日) による。
- ³⁸ 林野庁「森林環境税及び森林環境譲与税」https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/kankyousei/kankyousei_jouyozei.html (最終閲覧日 2020 年 8 月 7 日)。
- ³⁹ 自然エネルギー財団「木質系バイオマス発電に関する FIT 制度見直しの提言」<https://www.renewable-ei.org/activities/reports/20161125.html> (最終閲覧日 2020 年 8 月 7 日)。
- ⁴⁰ 枝廣 (2018)。
- ⁴¹ 下川町『下川町まち・ひと・しごと創生総合戦略』平成 27 年 10 月 30 日 <https://www.town.shimokawa.hokkaido.jp/section/assets/00honbun.pdf> (最終閲覧日 2020 年 8 月 24 日)。
- ⁴² 国土交通省「豪雪地帯 (特別豪雪地帯) 指定地域」<https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/chisei/content/001344952.pdf> (最終閲覧日 2020 年 8 月 24 日)。

参考文献

- 枝廣淳子 (2018)『地元経済を創りなおす—分析・診断・対策』岩波書店
- 神沼公三郎・石井佳子・鳥澤園子・増山寿政・森由美子 (1996)「北海道下川町における地域林業活性化の現状とその課題：自治体、木材加工業、森林組合に注目して」『北海道大学農学部演習林研究報告』53 巻 2 号、156-204 頁
- 下川町 (2014)『エネルギー自立と地域創造』下川町住環境計画研究所編 (2013)『家庭用エネルギーハンドブック (2014 年版)』省エネルギーセンター
- 平岡和久・岸道雄・石川伊吹・矢野晴香・江成穰・山本沙也加・劉慶玲 (2018)「真庭市のバイオマス産業政策の生成と展開」『政策科学』25 巻 3 号 (小幡範雄・高尾克樹退任記念論文集)、347-365 頁
- 保母武彦 (2013)『日本の農山村をどう再生するか』岩波書店
- 水野淳子 (1999)「過疎地域における内発的発展の有効性に関する研究：北海道下川町を事例として」『農業経営研究』25 巻、51-76 頁
- 諸富徹 (2015)『再生可能エネルギーと地域再生』日本評論社、4-9 頁
- Goh, C. S., Aikawa, T., Ahl, A., Ito, K., Kayo, C., Kikuchi, Y., Takahashi, Y., Furubayashi, T., Nakata, T., Kanematsu, Y., Saito, O., Yamagata, Y. (2020). Rethinking sustainable bioenergy development in Japan: decentralised system supported by local forestry biomass. *Sustainability Science*, 15, 1461-1471. DOI:10.1007/s11625-019-00734-4
- Ristanti, E. Y., Yan, W. (2015). Lesson learned from government and private-sponsored 'woody biomass' project—case study of Shimokawa and Hita. *Procedia Environmental Sciences*, 28, 21-26. DOI:10.1016/j.proenv.2015.07.004
- <ウェブサイトからの資料>
- 岡山大学・南山大学・高知大学・エックス都市研究所 (2012)「平成 23 年度環境経済の政策研究環境・地域経済両立型の内生的地域格差是正と地域雇用創出、その施策実施に関する研究」最終研究報告書 http://www.env.go.jp/policy/keizai_portal/F_research/f-06-04.pdf (最終閲覧日 2020 年 8 月 7 日)
- 国土交通省「豪雪地帯 (特別豪雪地帯) 指定地域」<https://>

- www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/chisei/content/001344952.pdf（最終閲覧日 2020 年 8 月 24 日）
- 資源エネルギー庁「長期エネルギー需給見通し」https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/pdf/report_01.pdf（最終閲覧日 2020 年 1 月 14 日）
- 自然エネルギー財団「木質系バイオマス発電に関する FIT 制度見直しの提言」<https://www.renewable-ei.org/activities/reports/20161125.html>（最終閲覧日 2020 年 8 月 7 日）
- しもかわ観光協会 HP まち情報 <http://www.shimokawa-time.net/hometown/infoaccess/>（最終閲覧日 2020 年 8 月 25 日）
- 下川町（2015）「下川町人口ビジョン」・「下川町まち・ひと・しごと創生総合戦略」<https://www.town.shimokawa.hokkaido.jp/section/2015/11/post-28.html>（最終閲覧日 2020 年 8 月 7 日）
- 下川町森林組合 HP https://www.shimokawa.jp/shinrin/images/jyunkan/zeroem_img2012.pdf（最終閲覧日 2020 年 1 月 13 日）
- 下川町 HP 「一の橋バイオビレッジ構想～エネルギー自立の地域づくり～」<https://www.town.shimokawa.hokkaido.jp/kurashi/kankyo/kankyoku/20140221itinohashi.html>（最終閲覧日 2020 年 1 月 12 日）
- 下川町 HP 下川町の紹介 <https://www.town.shimokawa.hokkaido.jp/shoukai/>（最終閲覧日 2020 年 1 月 14 日）
- 下川の森 HP <http://hokkaido-tree.main.jp/shimokawa/mirai-toshi/fsc/>（最終閲覧日 2020 年 1 月 13 日）
- 持続可能な地域社会総合研究所・東京工業大学・島根県中山間地域研究センター・島根県立大学（2018）「低炭素・循環・自然共生の環境施策の実施による地域の経済・社会への効果の評価について」平成 29 年度環境経済の政策研究報告書 http://www.env.go.jp/policy/keizai_portal/F_research/report29_10.pdf（最終閲覧日 2020 年 8 月 7 日）
- 地球環境戦略研究機関・下川町（2018）「しもかわ持続可能な開発目標（SDGs）レポート」<https://www.iges.or.jp/en/pub/shimokawa-sdgs-report-2018/ja>（最終閲覧日 2020 年 8 月 7 日）
- 日経ビジネス「三井物産との熱電事業頓挫」<https://business.nikkei.com/atcl/NBD/15/226889/010900136/?P=2>（最終閲覧日 2020 年 8 月 24 日）
- 北海道下川町「下川町バイオマスタウン構想」https://www.maff.go.jp/j/biomass/b_town/council/2nd/pdf/doc1.pdf（最終閲覧日 2020 年 1 月 8 日）
- 北海道森林バイオマス吸収量活用推進協議会 HP「クレジット発行、移転状況」<http://hokkaido-tree.main.jp/4rest/issue-transfer/>（最終閲覧日 2020 年 8 月 24 日）
- 北海道マガジンカイ HP『「一の橋バイオビレッジ」のシイタケとイタリアン』http://kai-hokkaido.com/feature_vol35_shimokawa51/（最終閲覧日 2020 年 8 月 24 日）
- 林野庁「森林環境税及び森林環境譲与税」https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/kankyousei/kankyousei_jouyousei.html（最終閲覧日 2020 年 8 月 7 日）
- 林野庁（2017）「木質バイオマス熱利用・熱電併給事例集」https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/con_4.html（最終閲覧日 2020 年 8 月 7 日）
- < 下川町ご提供資料 >
- 下川町政策推進課 SDGs 推進戦略室（2019）『持続可能な地域社会の実現に向けて～SDGs 未来都市しもかわ～』
- 北海道下川町（2019）『持続可能な地域社会の実現に向けて～人と自然を未来へ繋ぐ「しもかわチャレンジ」』
- 「町有林の資源構成表」「私有林の資源構成表」「民有林の資源構成表」（いずれも平成 30 年度末現在）
- 「環境未来都市下川町再生可能エネルギーマップ」2019 年
- < 北海道バイオマスエネルギー株式会社ご提供資料 >
- 「下川森林バイオマス熱電併給施設概要」