



# 林業の成長産業化に向けた 森林資源管理の重要性

高田 克彦

## 1. はじめに

21世紀に入り、温暖化の進行に代表される地球環境の劣悪化がもはや疑いようのない真実と認識されるにしたがって、森林の適正な保全や管理や森林資源の効率的な利活用への「期待」はそれらを確実に実行する「義務」へと変化してきている。例えば、2015年9月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」に記載された国際目標「SDGs (Sustainable Development Goals)」は、持続可能な世界を実現するための相互に密接に関連した17のゴールと169のターゲットから構成されており、特に「陸上資源」に関して、陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の推進、持続可能な森林の経営等が謳われている。SDGsの開発目標には発展途上国のみが取り組むものだけでなく、先進国自身が取り組むべきものも含まれており、MDGs (Millennium Development Goals)と比較するとより世界的規模で普遍的な取組みとして再構築されている。また、2018年にポーランドにおいて開催された国連気候変動枠組み条約第24回締約国会議(COP24)では、2020年以降の地球温暖化対策に関する国際的な枠組み「パリ協定」の実施に向けたルールが採択されている。先進国と途上国という二元論によることなく、2020年以降の削減目標の情報や達成評価の算定方法、各国の温室効果ガス排出量、削減目標の進

捗・達成状況等の報告制度、資金支援の見通しや実績に関する報告方法などに関する規定を設ける等、全ての国に共通に適用される実施指針が採択された意義は極めて大きい。

一方、このような世界の動きに連動するように日本国内でも大きな変革が認められる。例えば、日本政府が打ち出したいわゆる「三本の矢」の一つとして「成長戦略」が掲げられ、2013年には「日本再興戦略2013」が閣議決定、その後は改訂を重ね、2017年からは「未来投資戦略」として「Society 5.0」の実現とSDGsの達成に向けてその動きが活発化している。特に、昨年度に策定された「未来投資戦略2018」においては、林業・木材産業の新たな評価指標として「2028年までに私有人工林に由来する林業・木材産業の付加価値額を倍増させる」ことが明示されており、森林管理技術の高度化、生産流通構造の改革、木材産業の強靱化及び木材需要の拡大を通じて林業の成長産業化を促進させることが強く要求されている。また、2019年4月からは林業の成長産業化の実現と森林資源の適正管理の両立を図る新たな制度として森林環境税に基づく「新たな森林管理システム」が導入された。「新たな森林管理システム」では、経営管理が行われていない森林について市町村が仲介役となり、森林所有者と林業経営者をつなぐシステムを構築し、適切な経営管理が行われていない森林を意欲と能力のある林業経営者に集約するとともに、それができない

Katsuhiko TAKATA  
秋田県立大学木材高度加工研究所 教授

森林の経営管理を市町村が行うことで、森林の経営管理を確保し、林業の成長産業化と森林の適切な管理の両立を図ることとしている。

このような背景のもと、本稿では代表的な生物資源である木質系資源の今後の総合的利活用の進展を念頭におき、日本の森林資源と林業の状況を概観するとともに、秋田県を対象にした研究事例を元にして林業の成長産業化に向けた森林資源管理の重要性について考えてみたい。

## 2. 日本の森林の状況と多様化する木材利用

日本の森林面積は国土全体の約3分の2にあたる約2,500万haで、その約6割が天然林、約4割が人工林となっている。一方、森林蓄積では人工林が約6割を占めており、その蓄積量はこの半世紀で約5.4倍の増加となっている。また、人工林の樹種別割合ではスギとヒノキが約7割を占めており、両者の人工林面積は全国で約700万haにも及んでいる。さらに、人工林の植栽面積の齢級構成（齢級：林齢を5年の幅でくくった単位）では、現在、11齢級（林齢50年-55年）以上の人工林が半数を超えており、2020年には本格的な利用期とみなされる10齢級（林齢45年-50年）以上の人工林が約7割を占めると見込まれている。このような我が国の森林構成の特徴を考慮すると、林業の成長産業化を達成するためには人工林（特にスギとヒノキ）を対象とした取組みの強化が必然であることを理解出来るだろう。

さて、先に10齢級（林齢45年-50年）以上の人工林を利用期に達したとみなしたように、スギ等の針葉樹人工林を資源として考える際、永らく齢級（林齢）は重要な意味を持つと考えられてきた。対象とする人工林の齢級（林齢）がそこから搬出される原木の径級（幹の断面の直径）が利用可能な太さになっているかどうかの目安になるからである。しかしながら、人工林の成長量は種苗の遺伝的起源の違い、植栽地の地位などの植栽環境、間伐の実施等の施

業履歴によって異なることを忘れてはならない。特に間伐等の施業が遅れている林分では、樹木の健全な生育が抑制されていることから質と量の両面において注意が必要である。

森林資源を考える際に注意が必要なことの一つに、森林に関する「感覚・意識」と「現実」との乖離がある（図1）。一般の方（森林資源や木質系工業材料に馴染みのない方）の多くは図1左に示したように「森林蓄積」と「森林資源」はほぼ同量であり、「森林資源」の大部分が「工業材料」として利用可能と考えがちである。しかしながら、「現実」は大きく異なっている。極めて残念なことではあるが、一定量の森林は林地情報の不足や施業の遅れのために「森林資源」としてカウントすることが困難な状況にある。さらに、少なからぬ量の「森林資源」は集約化の停滞、路網の不足、労働力の不足等の原因によって量、質及びコストのいずれか、或いは複数の理由で「工業材料」として利用が見合わない資源となっている。手入れの行き届いていない森林は国土保全や水源涵養、地球温暖化防止等の公益的機能が十分に発揮されないだけでなく、物質生産機能も大きく損なわれているのである。

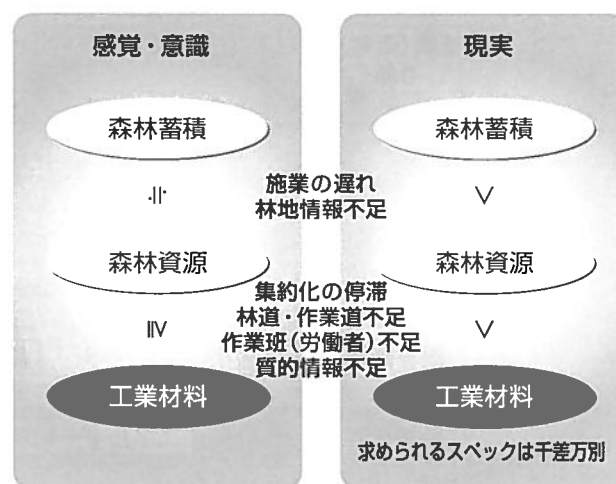


図1 森林資源と木質系工業材料の違い：感覚・意識と現実の乖離

近年の木材の利活用の多様化は林業と木材産業の関係をより複雑なものにしている。図2に林業の循環と木材利用とのネットワークを示す。図中、Aは20世紀型の林業の循環と木材利用のネットワークを、Bは21世紀型の林業の循環と木材利用のネットワークをそれぞれ単純化して図示している。Aでは人工林の多くが未だに伐期に達していないため施業の中心は間伐とそこからの搬出であり、端材や枝葉等の搬出は実施されない。それに対してBでは伐期

に到達していない人工林からの間伐と平行して伐期に達した人工林における皆伐、更には伐期延長に伴う間伐が施業として加わり、それらを求められるスペックに応じて木材産業に供給することが必要となる。また、Aでは実施していなかった端材や枝葉等の搬出も求められることになる。これらの変化は人工林の成熟に伴う施業の変化という一面もあるが、同時に木材の利活用が多様化したことに起因していることも明白である。すなわち、製材、合

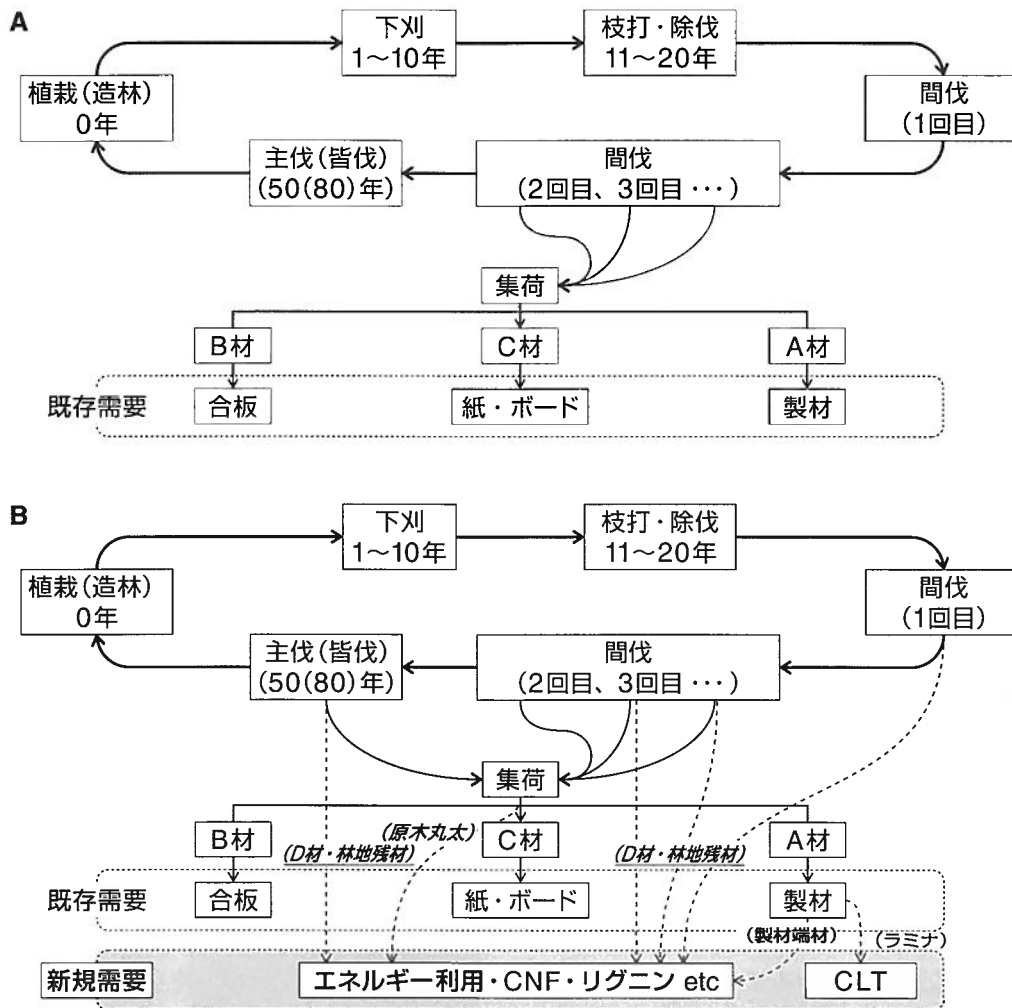


図2 林業の循環と変化する木材利用とのネットワーク  
A：20世紀型ネットワーク、B：21世紀型ネットワーク

板、紙・パルプ、ボードといった既存の利用に加え、新たなマテリアル利用としてCLT (cross laminated timber: 直交集成板)、CNF (cellulose nano fiber: セルロースナノファイバー)、改質リグニン由来の木質系材料などが注目されるとともに、FIT (feed-in tariff) 制度 (固定価格買取制度) を利用した発電や熱供給 (熱電併給を含む) といったエネルギー利用が全国で爆発的に展開される状況になっている。

21世紀型ネットワーク(図2B)における課題は、資源の長期的安定供給を担保するための皆伐と新規植栽の実行、多様化する木材利用に対する効率的な原木仕分け機能を有するサプライチェーンの確立、既存産業の強靱化 (高い製品競争力に直結した高い生産性の追求) と新規需要の積極的な開拓等を挙げることが出来る。今後、これらの課題を確実にクリアするための取組みを異業種間連携或いは産官学連携によって加速化させると共に、新たな森林資源管理システムの構築が必要である。

### 3. スギ人工林の現状と総合的利用に向けた課題

前章の図1において述べたように、森林資源と木質系工業材料は全く異なるものと理解すべきである。その実例として、森林簿情報を元にして秋田県の民有林の賦存状況をA: 全民有林、B: スギ人工林、C: 過去20年に間伐履歴のあるスギ人工林に分けて示した(図3)。B: スギ人工林の面積及び蓄積は、A: 全民有林のその52.9%及び71.4%となっており、この結果は、秋田県における産業振興上、スギ人工林の管理と利活用が極めて重要であることを示唆している。一方、C: 過去20年に間伐履歴のあるスギ人工林は、面積においてB: スギ人工林の29.3%、蓄積においてB: スギ人工林の28.8%となっており、データ上、全体の約3割のスギ人工林しか間伐が実施されていないという実態が明らかになった。間伐は人工林から搬出される木質系資源の品質を向上

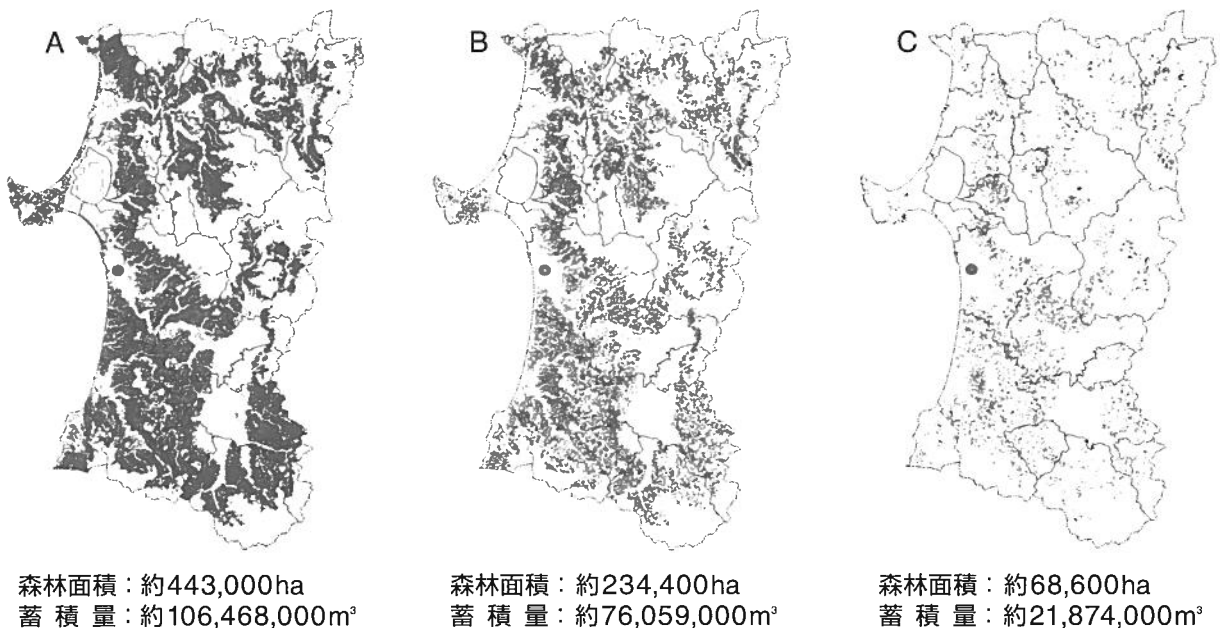


図3 秋田県民有林における森林資源量の推定  
A: 全民有林、B: スギ人工林、C: 過去20年間に間伐履歴のあるスギ人工林

させるのみならず、人工林の健全性を保つために必要不可欠な施業である。したがって、間伐の停滞は木質系資源の低品質化を招くだけでなく、森林に求められている機能(例えば、国土保全や水源涵養)の発揮を妨げることもなることに留意すべきである。何れにしても、一言で森林資源といっても、樹種や施業履歴が異なるとその木質系材料としても質と量は大きく異なるのである。

間伐の実施がスギ林分の約3割にとどまっていることは先に述べた。それでは、間伐の停滞の原因として何が考えられるのであろう。木材市場の国際化に伴う木材流通の変化や木材価格の下落がその遠因であることは容易に想像がつくが、ここでは実際に間伐が実施された林分の地理的条件からその理由を探ってみたい。図4にGIS(Geographic Information System、地理情報システム)を利用した間伐済林分の地理的条件の抽出結果を示す。図中、A、B、Cにそれぞれ標高別、平均傾斜角別、林道からの距離別の間伐実施済林分の面積及び蓄積を示した。標高別の面積及び蓄積(A)を見ると、いずれも101m-200mの林分が最も多く、200m以下の林分が全体の約60%、300m以下の林分を含めると約80%を占めている。平均傾斜角別の面積及び蓄積(B)を見ると、いずれも16°-20°の林分が最も多く、20°以下の林分が全体の約50%、21°-25°以下の林分を含めると約80%を占めている。林道からの距離別の面積及び蓄積(C)を見ると、いずれも50m以下が最も多く、全体の約40%を占めている。以上のように、過去の間伐は一定の地理的条件を持った林分を対象に優先的に実施された傾向が認められ、特に平均傾斜角が大きな制約要因になっていることがわかる。これは秋田県における施業のほとんどが架線系ではなく車両系で行われていることが原因と考えられる。今後、皆伐や更なる間伐を進める際には、対象林分の地理的条件と共に林業労働者の減少(高齢化)や新たな林道・作業道の敷設等のコスト面を

考慮して、どのような人工林をその対象とするのかを慎重に見極める必要があるだろう。

人工林から搬出される森林資源は、間伐の有無によって質・量ともに大きく異なる可能性があることを指摘した。それでは、間伐実施済の人工林から搬出される森林資源の品質は一定なのだろうか。著者らは秋田県のスギ人工林100林班148地点、1,762本を対象に立木の直径や幹曲がり等の原木丸太の品質に影響を与える外部的要因に関して調査を行い、その結果を元に利用用途別の材積を推定した(図5)。想定した利用用途は、製材用原木(A材)、合板用原木(B材)、パルプ・チップ用原木(C材)及びその他林地残材等(D材)とした。その結果、A材は齢級の増加に伴ってその割合が増える傾向が認められ、一方、B、C、D材は比較的緩やかに減少する傾向が認められた。また、11齢級及び12齢級の林分では、約半数の材積がA材相当の原木として利用が期待できることが明らかとなった。齢級の増加と共にA材相当の原木量が増えた原因としては、齢級の進行とともに丸太の径級が大きくなることで、(1)C材からA材及びB材への移行が進んだこと、(2)見かけ上の幹の曲がり小さくなったことの2点が考えられる。

図5を元に、利用用途別の実際の資源量を推計した結果を図6に示す。8-12齢級におけるA材、B材、C材及びD材の割合は、それぞれ42.6%(約7,324千m<sup>3</sup>)、23.4%(約4,032千m<sup>3</sup>)、17.5%(3,002千m<sup>3</sup>)及び16.5%(2,837千m<sup>3</sup>)となり、A材が全量(17,195千m<sup>3</sup>)の4割強を占める結果となった。最も多くの資源量が期待できる齢級は9齢級で、反対に12齢級の資源量が最も小さくなったが、この傾向は図4で示した齢級別の面積及び蓄積と一致する。このように、8-12齢級の間伐実施済林分から搬出される丸太の利用用途別の割合は齢級によって異なるが、多くのA材相当の原木の搬出が期待されることが明らかになった。

なお、今回の解析では径級の増加による材価

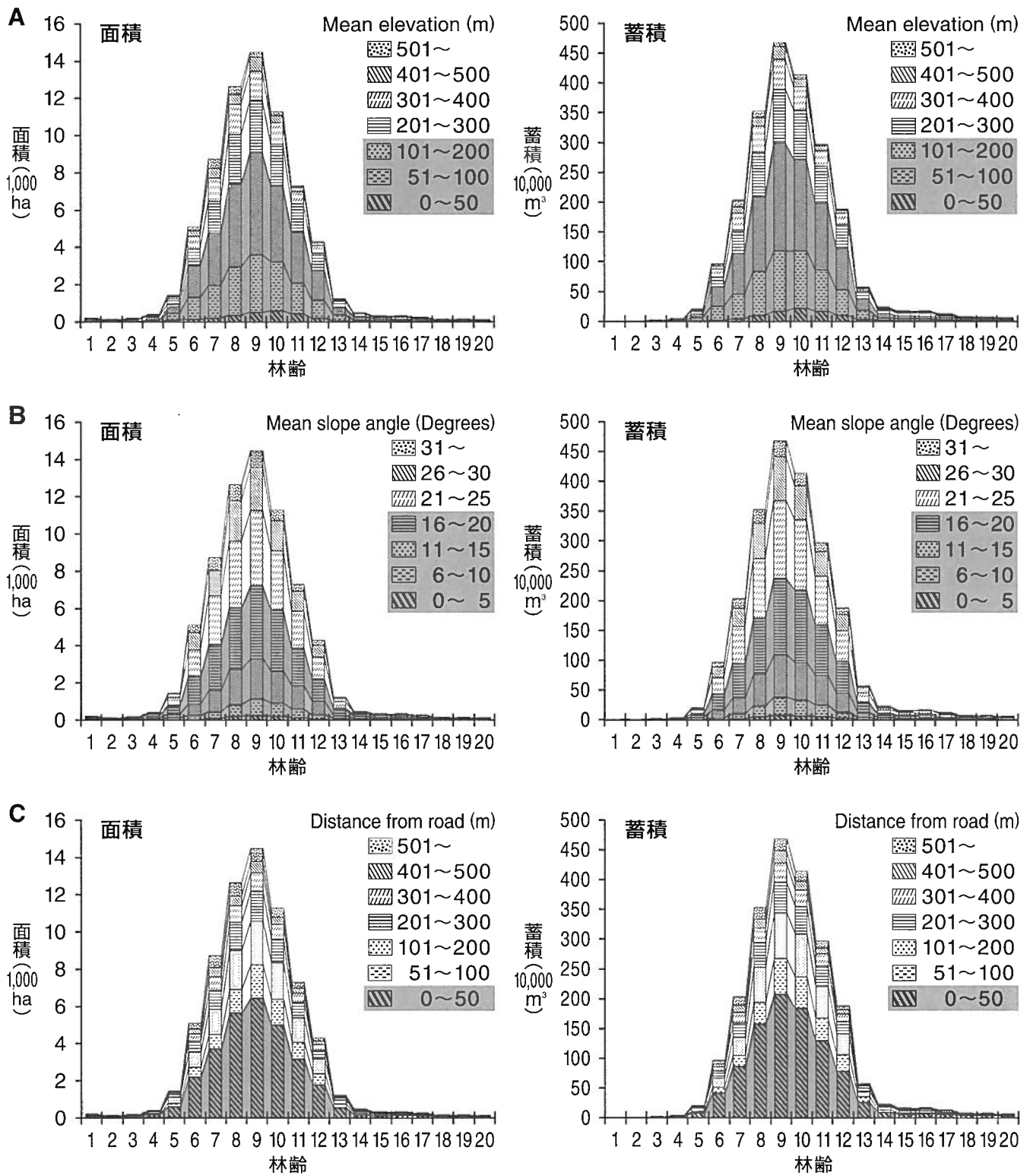


図4 間伐実施済林分の地理的条件の抽出  
A: 標高、B: 平均傾斜角、C: 林道からの距離

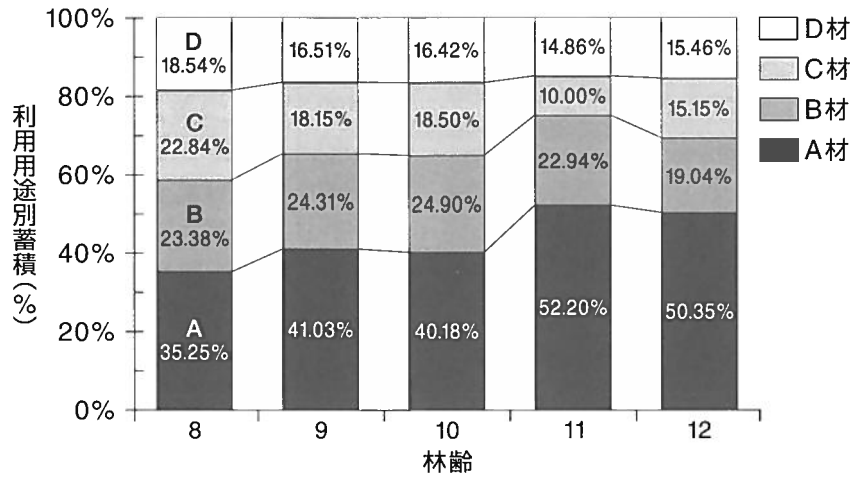


図5 8-12 齡級における利用用途別の蓄積割合

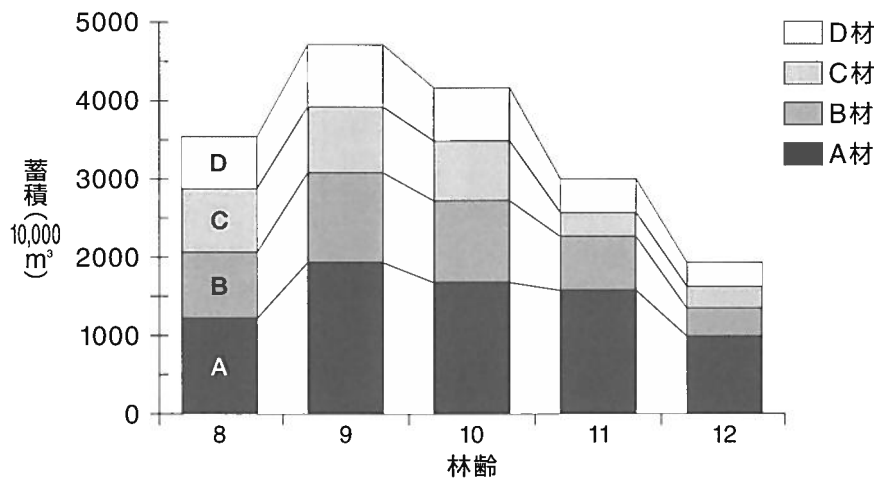


図6 8-12 齡級における利用用途別の蓄積量

の変動を考慮していない。すなわち、現在の国内の一般製材用のスギ原木市場では末口直径が尺(約30cm)を超える原木丸太は木材加工機械の性能や加工効率の問題から製材側から敬遠される傾向が強く、その場合、その取引価格は尺以下の原木丸太のそれに比べて必ずしも高くはならない。したがって、間伐を繰り返して高齢級の林分に誘導して伐期自体を延長することが必ずしも森林の管理・経営的に見合わない選択となり得ることも指摘しておきたい。

図3から図6で示した結果はGISを利用する

ことで得られたものである。森林や個々の林分の標高、平均傾斜角、道路からの距離といった情報はそれぞれが異なる空間情報であり、GISはこのような情報を一元的に管理すると共に各種の高度な空間解析機能を有している。したがって、一元化した空間情報を元にした森林や林分の区分やゾーニングといった解析を行う上でGISは極めて有効なツールとなり得る。なお、GISを効率的に利用するためには精度の高い空間情報の集積とその信頼性の向上が不可欠である。

日本政府が策定した第5期科学技術基本計画において日本が目指すべき姿として「Society 5.0」が示されている。「Society 5.0」は、狩猟社会(Society 1.0)、農耕社会(Society 2.0)、工業社会(Society 3.0)、情報社会(Society 4.0)の次に続くもので、「サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会(Society)」と定義されている。図7に「Society 5.0」に対応した森林管理技術の高度化とInternet of Things (IoT)との関連を示す。ここでは、森林管理技術の高度化を目指す上で、現実空間に係る基盤技術として「高性能林業機械」、「伐出・運材システム」、「ドローン技術」などを導入、その上位に仮想空間に係る基盤技術として「デバイス技術」、「GIS技術」、「ネットワーク技術」を想定、さらに大量データを扱うクラウドシステムを運用するための「ビッグデータ解析技術」、

「サイバーセキュリティ技術」、林業の現場とクラウドを結びつける「Internet of Things (IoT)技術」を組み合わせている。図中の解析ユニットを本稿で扱った秋田県程度の広さと考え、このシステムで取り扱う空間は、現実的に原木や製品が流通する隣接する複数の県を統合した範囲がイメージできるだろう。このようなクラウド型森林管理システムに更に木材産業からの情報を取り込むことで、多様化する木質系資源の利活用に対応しつつ林業の成長産業化を推進するより強力なツールになると考えられる。

#### 4. おわりに

本稿では代表的な生物資源である木質系資源の今後の総合的利活用の進展を念頭におき、日本の森林資源と林業の状況を概観するとともに、秋田県を対象にした研究事例を元にして

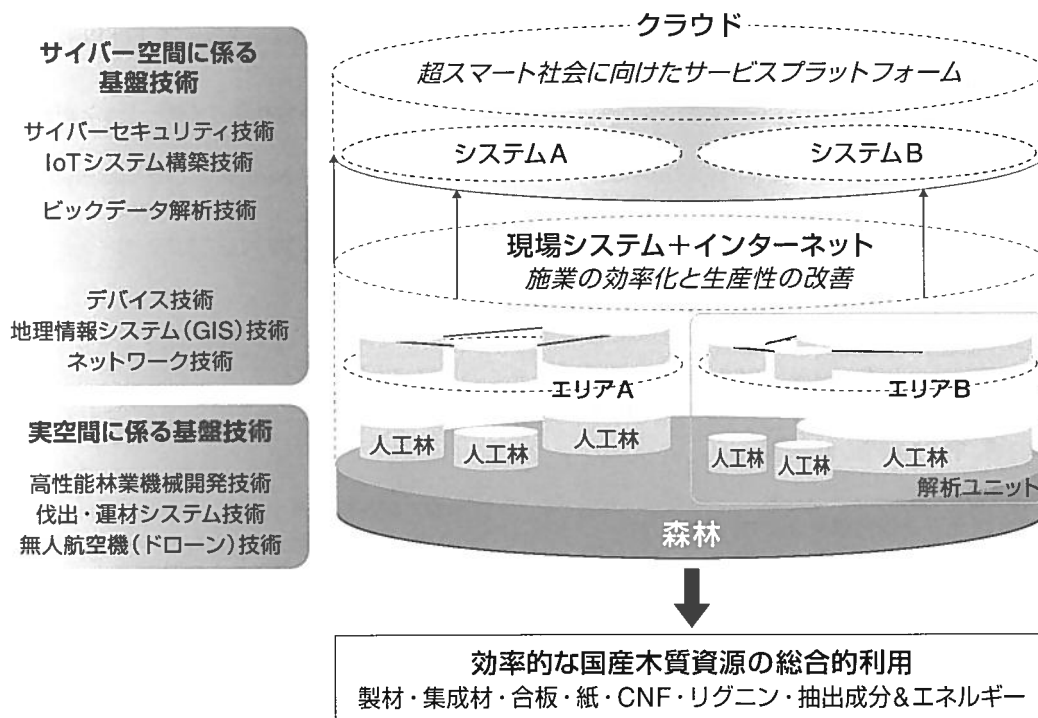


図7 「Society 5.0」に対応した森林管理技術の高度化とInternet of Things (IoT)



林業の成長産業化に向けた森林資源管理の重要性とその方向性について考察した。日本における森林資源の管理と総合的な利活用はいまだに確立されているとは言い難い状況にあるが、これまでの研究事業の成果が1日も早く現場に還元されることを期待したい。

本稿の最後に新たな経済理念として注目を集めつつある「バイオエコノミー」について触れておきたい。「バイオエコノミー」は欧米において端を発した「ゲームチェンジ(ビジネスにおける技術的変革)」を伴う新たな経済理念と定義することが出来る。さらにこの理念は、「持続可能な開発目標:SDGs」や「パリ協定:Paris Agreement」といった国際的なアジェンダ・協定とも密接に関連している。このような状況の中、著者らは昨年4月に秋田県立大学発ベンチャー「森林資源バイオエコノミー推進機構株式会社」を設立、本学の有する木質系材料に関する技術シーズの社会実装と日本におけるバイオエコノミー理念の啓蒙と標準化に向けた活動を開始しているが、紙面に限りがあり、本稿では十分な解説・検討を加えることができなかった。これは今後の課題として持ち越すことにしたい。

- 5) 瀧誠志郎, 高田克彦, 稲川敬介,  
小型無人マルチコプターを用いた森林作業道の判読,  
森林計画学会誌, 50(1), 41-19, 2017
- 6) 上村佳奈, 久保山裕史, 山本幸一,  
北東北三県における木質バイオマス供給可能量の空間的  
推定, 日本エネルギー学会誌, 88, 877-883, 2009
- 7) 久保山裕史, 上村佳奈,  
木質バイオマスの経済的な供給ポテンシャルの推計,  
山林, 1538, 20-27, 2012
- 8) 加藤正人,  
森林リモートセンシング第4版 -基礎から応用まで-,  
日本林業調査会, 2014
- 9) 田中和博,  
森林ゾーニングにおけるGISの応用と今後の課題,  
森林科学, 43, 18-26, 2005
- 10) 當山啓介, 上村佳奈, 山崎加奈, 龍原哲,  
育林作業の作業工程と地形・地理条件,  
FORMATH, 8, 13-23, 2009
- 11) Yamada Y, Tatsuhara S: Examination of maximum  
sustainable timber yield based on a profitability  
simulation, J. For Plann, 18(1), 1-11, 2012
- 12) Yanaguchi R, Aruga K, Nagasaki M: Estimating the  
annual supply potential and availability of timber and  
logging residue using forest management records of the  
Tochigi prefecture, Japan, J. For Res, 19, 22-33, 2014
- 13) 内閣府,  
Society5.0「科学技術イノベーションが拓く新たな社会」  
説明資料,  
[https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/society5\\_0.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/society5_0.pdf)

#### 参考文献

- 1) Operational Efficiency in Forestry: Ulf Sundberg and  
C. Ross Silversides, Kluwer Academic Publishers B. V.
- 2) 森林・林業白書, 平成30年版, 林野庁編
- 3) 未来投資戦略2018  
-「Society 5.0」「データ駆動型社会」への変革-,  
[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/  
miraitousi2018\\_zentai.pdf#search](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2018_zentai.pdf#search)
- 4) 瀧誠志郎, 高田克彦,  
マーケットインを志向した資源管理手法の構築  
-GIS支援による秋田スギ(Cryptomeria japonica D. Don)  
人工林における供給・利用可能な資源量の推計-,  
日本森林学会誌, 91(6), 282-289, 2015

当機構(SORALS)では、情報提供事業の一環として、機関誌『生物資源』の編集と発行とを行っています。

本誌では、生物資源に関する多様な情報をお届けしますが、情報の発信にとどまらず、生物資源に関する情報交換や討議の場として、多くの方々に本誌をご活用いただきたいと思います。

当機構では、随時、本誌の購読お申し込み(定期購読)を受け付けております。購読料、送料共に無料です。

購読ご希望の方は、お名前、郵便番号を含む送付先ご住所、送付先が勤務先の場合はご所属団体名及び部署をご記入の上、Webサイト購読申込専用フォーム、電子メール(送付先 subs@sorals.org)、ファクシミリでお申し込みください。

---

せいぶつ しげん

**生物資源** 第13巻第1号(通巻第49号)

〈非売品〉

令和元年5月25日発行

季刊(5, 8, 11, 2月の各25日発行)

編集人 大原 誠資

発行人 谷田貝 光克

製作所 有限会社 八十一出版

発行所 特定非営利活動法人 農学生命科学研究支援機構  
Supporting Organization for Research of  
Agricultural and Life Sciences (SORALS)

山梨県北杜市高根町箕輪3315番2 農林資料館内 〒408-0012

電話 0551(46)1011 ファクシミリ 0551(46)1015

Webサイト <http://www.sorals.org>

電子メール [info@sorals.org](mailto:info@sorals.org)