

# 光珠内季報

▪北海道の森林にふさわしいシカ管理を考える

ミヤママタタビ (雄株)

明石信廣 …… 1

▪森林溪流から流出する窒素になぜ注目するのか？

サルナシ (雄株)

長坂 有 …… 7

▪市町村担当者のGIS活用方法によって異なる技術ニーズ  
ー空知管内市町村の実務担当者アンケートから示唆されたことー

長坂晶子 …… 12

地方独立行政法人  
北海道立総合研究機構  
森林研究本部 林業試験場

NO. 196  
2020. 10

## 北海道の森林にふさわしいシカ管理を考える

明石信廣

エゾシカはアカシカなどに比べて低質の餌を利用でき、森林を劣化させる特徴をもつ。北海道の現状では狩猟の制限の緩和によって捕獲される頭数以上の捕獲が求められ、公的資金による捕獲が必要である。多様な問題を引き起こすエゾシカに対応するには地域に密着した市町村の役割が重要であり、森林管理者は市町村と連携して取り組んでいく必要がある。

## 森林溪流から流出する窒素になぜ注目するのか？

長坂 有

北海道空知管内の森林溪流で水質を調べたところ、トドマツ高齢人工林の小流域で硝酸態窒素濃度が高いことが明らかになり、伐採によりその濃度が上がることがわかった。上流域での森林施業の影響が下流域へどのように波及するか、窒素流出の視点で検討する必要がある。

## 市町村担当者の GIS 活用方法によって異なる技術ニーズ —空知管内市町村の実務担当者アンケートから示唆されたこと—

長坂晶子

空知管内 24 市町村の林業実務担当者へ、森林区分の見直しに有用なツールとして何が望ましいか尋ねたところ、専門家が作成した「機能評価マップ」を希望する自治体が多かった。一方 GIS を活用している自治体は「ソフト」としての技術提供を希望しており、これらニーズの違いは①一般民有林内の人工林面積規模、②職員の経験年数、③GIS の活用方法などに起因していることが示唆された。

# 北海道の森林にふさわしいシカ管理を考える

明石 信廣

## はじめに

北海道には、ニホンジカの亜種とされるエゾシカが生息し、森林への影響が問題となっています。シカ科に分類される動物は、日本の在来種ではニホンジカのみですが、世界各地に30種以上が生息し、森林への影響が問題になっている地域も少なくありません。

エゾシカの増え過ぎが問題となった1990年代以降、北海道からも多くの人が欧米やニュージーランドなど諸外国のシカ管理を視察し、エゾシカ対策の参考としてきました。ヨーロッパ諸国のなかでも、国によって制度等が異なることから、より良い対策を求めてお互いに情報を交換したり、その成果が書籍として出版されたりしています(Apollonio et al. 2010など)。

当然ながら、国や地域によって、自然条件や社会条件が異なります。そのため、参考となる事例を学びつつ、相違点を認識し、北海道として独自の対策を確立していく必要があります。

## エゾシカの特徴

ニホンジカは日本列島を含む東アジアだけに生息する種です。ヨーロッパにはアカシカやノロジカが生息していますが、一部の地域にニホンジカが移入され、森林への影響だけでなく、近縁なアカシカとの交雑も問題になっています。オジロジカが広く分布する北アメリカ東部でも、一部にニホンジカが移入されています。在来の哺乳類がコウモリ類だけだったニュージーランドにもシカが移入され、アカシカのほか、北島の一部にニホンジカも生息しています。

ニホンジカが移入された地域では、アカシカやオジロジカと同じ森林の中で生息することもあるため、生態的特徴を比較する研究が行われてきました。オジロジカはほとんど樹皮剥ぎをせず、一部の樹種の稚樹を選択的に食べるため、個体数が増加して森林の樹種構成が変化しても、森林が維持できなくなるような強い影響はみられません。ところが、ニホンジカはオジロジカやアカシカよりも低質な餌を利用することができ、ほとんどの樹木の枝葉や多くの樹種の樹皮、さらに餌が乏しくなった場合には落葉まで利用します。ニュージーランドではアカシカの影響で植生が劣化したところにニホンジカが侵入し、森林をさらに著しく劣化させるため、ニホンジカの分布が拡大しないよう注意が払われています。

このように、ニホンジカはアカシカやオジロジカとは異なり、森林の樹種構成を変えるだけでなく、後継樹を全滅させて森林の維持を危うくするような影響をもたらす特徴を持つシカである、と認識する必要があります。また、低質な餌を利用できるという特徴は、植生が劣化しても増加率が低下しにくいことにもつながり、植生を維持するためには人為的な捕獲がより重要になります。

ニホンジカのなかでも、エゾシカは大型です。これは、より高いところの枝葉を食べることができることを意味しています。樹木の稚樹にとっては、より大きくなるまで採食から逃れられないこととなります。柵を作って食害から樹木を守る場合でも、他地域のニホンジカよりも大型の柵が必要になります。

## 狩猟による個体数管理

ヨーロッパでは、土地所有者が狩猟権を有し、そこでの捕獲数を自ら決定し、国や州の承認を受けるといった制度を持つ国が多くなっています。森林への影響を軽減したい場合には、狩猟者が捕獲できる枠を大きくすることでシカの個体数を減らすことができます。例えば、ドイツ南部のシュバルツバルトのある森林では、ヨーロッパモミ、ヨーロッパトウヒ、ヨーロッパブナの3種が優占して混交林をつく

りますが、このうちアカシカやノロジカが最も好むのはヨーロッパモミで、シカの影響によって他の2種が増えることとなります。このことに気付いた森林管理者が、狩猟によるシカの捕獲数を増やしたことで、ヨーロッパモミも更新できるようになったということです。狩猟者は有償で狩猟する権利を入手するので、森林所有者にとっては持続的にシカを狩猟させることも収入を得る手段となります。

米国では、州によって制度に違いがありますが、野生動物は国や州が管理するものとされています。ペンシルバニア州では、オジロジカによって森林の更新が阻害されていたことから、研究者が仲介しながら関係機関との調整をすすめた結果、狩猟による捕獲数を増やしてシカの密度を低下させ、森林の更新を回復させることができた事例があります。

これらの国々でも、どこでも狩猟によってシカの個体数が管理できているわけではなく、森林管理者が被害軽減のために捕獲を行ったり、専門的に捕獲を行う会社に依頼したり、といった例もあります。しかし、おもに狩猟によって個体数管理が行われていると言えます。

### エゾシカの個体数管理：狩猟と有害駆除

日本における野生鳥獣の捕獲は、狩猟者が狩猟期間に行う「狩猟」と、狩猟以外の「許可捕獲」に分けられます。農業被害をもたらす野生鳥獣は、以前から有害鳥獣駆除などと呼ばれる許可捕獲として捕獲されていましたが、1999年、新たに特定鳥獣保護管理制度が作られ、エゾシカなど特定鳥獣として都道府県が計画を定めた鳥獣は個体数調整のための捕獲も可能となりました。ここでは、主に地域の狩猟者によって行われている有害捕獲と個体数調整のための捕獲をあわせて有害駆除とします。

エゾシカの個体数は、明治時代には絶滅に瀕していると言われるほど減少しましたが、1950年代になると農業被害が発生するなど個体数の増加が明らかになり、1998年3月には北海道によって「道東地域エゾシカ保護管理計画」が策定されました。メスジカは1994年に狩猟の対象となるまでは有害駆除等として許可を受けた場合にだけ捕獲が認められ、狩猟として捕獲できるのはオスジカが1日1頭のみでした。そのため、まずは狩猟について、捕獲制限の緩和が進められました。1998年度に、狩猟による捕獲の制限頭数が、1日1頭から東部地域のみ2頭（このうちオスジカは1頭以内）に緩和され、狩猟による捕獲数が前年から倍増して全道で5万頭以上が捕獲されました。さらに、有害駆除を実施する市町村に対して北海道が支払う補助金の制度が作られ、2002年度まで続きました。それまでも有害駆除の従事者に対する支払いは各市町村の条例で定められていましたが、この制度によって捕獲数は一時増加し(図-1)、東部地域のエゾシカ生息数は減少しました。しかし、その後捕獲数が減少し、エゾシカの推定生

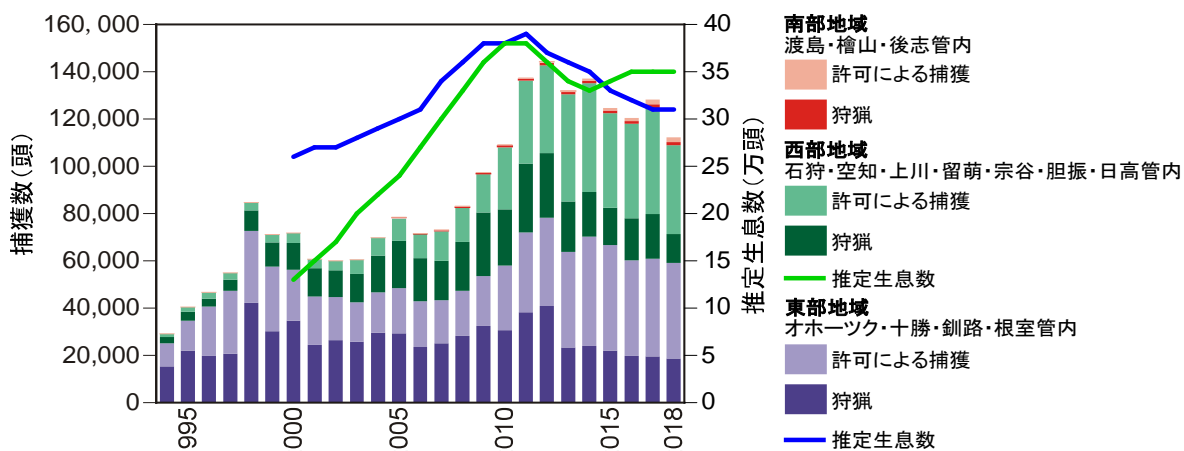


図-1 エゾシカ捕獲数と推定生息数の推移  
北海道環境生活部の資料による

息数は増加に転じました。

2000年にはエゾシカ保護管理計画の対象地域に空知，上川，宗谷，胆振，日高が追加され，2002年3月に策定された「エゾシカ保護管理計画（第2期）」以降は全道が対象となり，捕獲制限が緩和される地域が拡大しました。さらに，2004年度以降はメスジカの捕獲数に制限がなくなりました。この結果，狩猟による捕獲数は増加傾向が続きましたが，推定生息数の増加を抑えるには至りませんでした（図—1）。

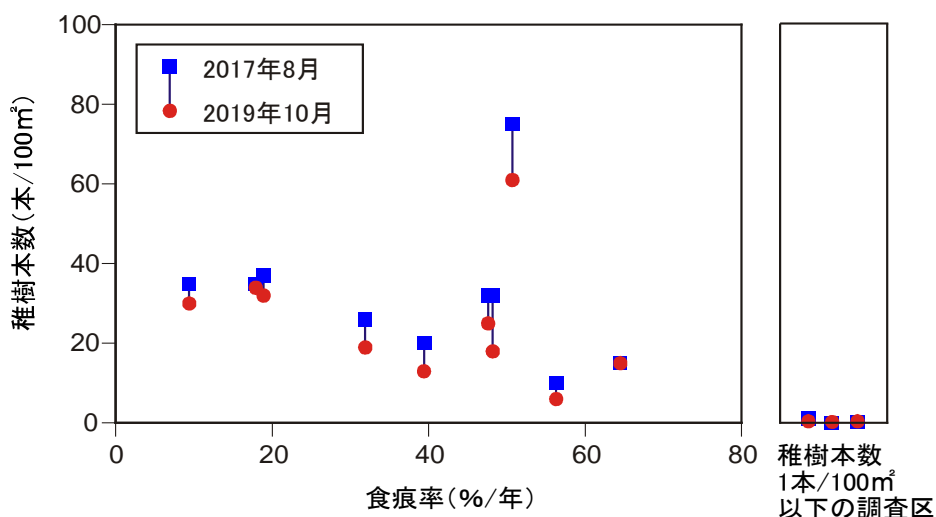
2010年度以降，国や道によって全道を対象としてさまざまな助成制度が作られ，2011年には有害駆除等の許可による捕獲頭数が狩猟を上回るようになりました。その後，全道の推定生息数は減少傾向にあると考えられています。北海道では狩猟だけではエゾシカを減少させることができず，狩猟者に捕獲の対価を支払うことで，エゾシカの増加を抑えることができている状態だと考えることができます。近年は森林管理者等が主体となって事業者に発注されるエゾシカ捕獲も行われていますが，現在も狩猟と狩猟者による有害駆除が捕獲数の大部分を占めています。

### エゾシカの個体数管理が森林に及ぼす効果

2012年3月に策定されたエゾシカ保護管理計画（第4期）以降，北海道では，全道を東部地域，西部地域，南部地域に区分しています。エゾシカの推定生息数は，東部地域では2011年頃をピークに近年はやや減少，西部地域では2013年頃まで減少傾向にあったものの，その後はほぼ横ばいと考えられています（図—1）。さらに細かい地域での生息数推定は行われていませんが，積極的に捕獲を進めてきた地域では捕獲が難しくなっており，生息密度が低下していると思われます。では，森林にその効果はあらわれているのでしょうか。

津別町内の道有林で2013年2月にエゾシカの誘引捕獲を実施したところ，餌場に10頭以上のエゾシカが集まりましたが，近年は多くても3～4頭程度となっています。この地域で2017年から2019年にかけて広葉樹稚樹を調査したところ，ほとんどの調査区で本数が減少傾向を示し，稚樹がほぼ消失していた調査区では回復はみられませんでした（図—2）。

1990年代から天然林の樹皮剥ぎ被害を受けてきた釧路市の前田一步園財団の森林では，1999年から冬期の給餌により被害を軽減することに成功していましたが，2004年度から大型囲いワナによるエゾシカ捕獲を開始し，地域内において一時養鹿，食肉としての有効活用を行うモデルとなりました。この森



図—2 津別町内の常緑針葉樹人工林における広葉樹稚樹のエゾシカ食痕率と稚樹本数  
調査地は道有林網走東部管理区，広葉樹稚樹本数と過去1年間のエゾシカ食痕の有無のデータを2年分合計し，食痕のある稚樹本数/すべての稚樹本数を食痕率とした。



写真-1 天然林内で更新する  
シウリザクラ

付近の大きな個体の根から萌芽するシウリザクラの稚樹は成長が早く、矢印の箇所毎年先端をエゾシカに食べられているが、樹高は年々高くなっている。周囲により大きな稚樹は無く、かつてはシウリザクラの稚樹も成長できなかったことを示唆する。数字は萌芽発生からの推定年数。

林では、成長の早い萌芽由来のシウリザクラが、エゾシカに枝を食べられながらも、最近数年間は樹高2m程度まで成長してきているものもあります（写真-1）。しかし、その他の樹種の広葉樹稚樹で高さが50cmを超えるようなものは皆無でした。

稚樹が無くなっても森林の見かけはあまり変わりませんが、上層木が枯れても次の世代を担う木が無く、長期的には森林が失われることとなります。北海道では、これまでのところ、稚樹が回復するほどの効果はみられていません。

### 森林被害対策としてのエゾシカ捕獲

有害駆除は、農業被害対策として、狩猟のできない期間に個々の狩猟者が捕獲の場所や時期を考えて実施するのが主流でした。そのため、森林被害については考慮されていない場合が多いと考えられます。近年は狩猟が可能な期間にも有害駆除が実施できる市町村が多くなり、その重要性が高まっています。日本全体でも、近年はシカの捕獲の中心が狩猟から有害駆除等の事業費をとまなう捕獲に移行しました（小泉2019）。

農業被害をもたらすエゾシカも、日中は周囲の森林に隠れている場合が多く、農地が積雪に覆われる冬期には森林を生息地とする個体が多いと考えられます。そのため、林業関係者や森林利用者等の安全を確保しながら、農地周辺の森林を含む地域で捕獲を行うことが、農業被害対策にも森林被害対策にも役立つと考えられます。

森林はエゾシカの主要な生息地であり、生息していれば樹木に何らかの影響が生じることは避けられません。角こすり被害は少なくとも1950年代から記録がありますが、軽微な被害なら、森林の管理において許容されてきたものと思われます。北海道の森林被害報告に「エゾシカ」という項目が作られたのは1991年度でした。その頃から森林被害対策の検討が始まりますが、忌避剤や防護柵など、樹木を被害から守ろうとする対策が中心でした。日本国内では狩猟者の誤射によって森林・林業関係者が犠牲になる不幸な事故もあり、狩猟によるシカ捕獲に森林管理者が積極的に協力するのが難しいこともありました。しかし、エゾシカが増加を続けていては、森林の劣化は続き、対策をすべき森林は増加するばかりです。

エゾシカの生息密度を十分に低下させた事例はほとんどなく、どこまでエゾシカを減少させれば天然更新が回復できるのか、人工林の被害が問題のないレベルにまで低下するのか、といった情報は今のところありません。シカの増えすぎに対して、生息密度を低下させることができた事例が世界各地で報告され始めていますが、後継稚樹など下層の植生が衰退してしまった森林は、生息密度を低下させても回復が難しい場合が多いようです。天然林内の前生稚樹の集団を回復させるにはシカの密度を非常に低く維持しなければなりません。全国各地での調査から、そのレベルまでシカを減少させるのは非常に難しいことがわかりつつあります。これには、森林を著しく劣化させるニホンジカの特徴が関係しているのかもしれませんが。捕獲によって森林被害を軽減するには、大きなコストを要する長期間の継続的な取り組みが必要と思われ、森林への効果だけを考慮しては実現が難しいこともあります。

### 北海道独自の管理体制の必要性

欧米では、提供される狩猟権よりもシカを捕獲したいという希望が多いため、狩猟者はもっと捕獲したいと考えている場合が多く、土地所有者がシカを減らすことを希望すれば、容易に目標を達成できる場合が多いと考えられます。一方、北海道では、狩猟の制限の緩和だけでは目標が達成できませんでした。狩猟の希望よりも捕獲しなければならぬ頭数が多いと考えられ、さらに捕獲数を増やすには費用をかけてシカを捕獲してもらう必要があります。捕獲に対する支払いが拡大されたことにより、さらに狩猟による捕獲は減少することになりました。

日本では、野生動物は「無主物」とされています。野生動物を無主物とする国はヨーロッパにもありますが、管理の責任は土地所有者にある国が多く（梶・土屋 2014）、森林に生息するシカが周辺の農地を食害した場合、森林所有者が補償を求められる可能性のある国もあります。また、ヨーロッパには野生のオオカミも生息し、その生息範囲が拡大しています。スイスでは、オオカミによって家畜が被害を受けた場合、公的な補償を受けられることになっているそうです。

しかし、日本では野生動物によって農林業被害を受けても公的な補償はなく、自己責任での対策が求められます。「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」に基づいて、生息数が著しく増加するなど管理が必要な鳥獣については都道府県が第二種特定鳥獣管理計画を定めることとなっていますが、通常は都道府県が実際の管理を実施しているわけではありません。「鳥獣による農林水産業等に係る被害の防止のための特別措置に関する法律」では、市町村が農林水産業等に係る被害の状況等に応じて被害防止計画を作成し、必要な措置を講ずることとされ、おもに農業被害対策として有害駆除が行われています。森林被害については多くの場合、補助金等の制度を活用しながら、法令の範囲内で自己責任として駆除等を行うことが求められています。そのため、市町村が中心となっていく駆除や森林管理者が行う捕獲はそれぞれ個別のものとして計画され、実施されているのが実態です。

本州以南における鳥獣害対策では、柵の管理や害獣の追い払いなど、集落ごとに地域住民が対策の中心的な役割を担うことを求めているところもあります。しかし、人口密度の低い北海道の農村部では、地域住民による対策ができる範囲は限られます。一方で、人口密度が低いこともあり、銃猟が可能なところが比較的多いと考えられます。そのため、日本全国を対象とした法令に従いつつ、北海道に適した独自の体制を構築しなければなりません。

捕獲する人が費用を支払う狩猟によってシカ管理の多くの部分が実行される国とは異なり、日本では捕獲する人に費用を支払ってシカを捕獲してもらう必要があります。狩猟では狩猟者が可猟区、可猟期間のなかで自由に場所や時期を選択できますが、事業費を支払う捕獲では、捕獲の担い手にすべてを任せるのではなく、事業費を負担する側が解決すべき問題を明確にして、その目的に適した場所、時期、手法での捕獲を考えなければなりません。

### 森林における今後のエゾシカ管理への提案

北海道森林管理局では2009年度から、北海道有林では2010年度から、それぞれエゾシカを捕獲する事業等に取り組むようになり、森林内でエゾシカを捕獲するために、さまざまな技術が試行され、確立されつつあります。また、狩猟者を誘導するための林道除雪等も継続して実施されています(荻原 2013, 明石 2016)。では、森林管理者は何のためにエゾシカを捕獲するのでしょうか。森林から農地に出てくるエゾシカに対して、かつては森林管理者が批判を受けることもありました。森林管理者によるエゾシカ捕獲は、地域の農業被害対策やエゾシカの個体数管理に貢献することを目的とする場合もあるかもしれませんが、多くの場合、人工林の被害の軽減や、天然林の天然更新の回復が含まれると思われます。

森林被害の軽減を目的としたエゾシカ管理を検討するには、森林への影響を適切に把握する必要があります。そのため、そのための手法が検討されてきました(明石 2015)。一度稚樹が消失してしまうと、シカを減らし

でも稚樹を回復させるのは難しいため、影響を早期に把握して対策を開始する必要があります。しかし、稚樹の減少などゆっくりと時間をかけて進行する影響は認識されにくく、通常はエゾシカ管理が森林管理の仕事のなかに位置づけられていないこともあり、影響が生じていても森林ではほとんど対策が行われていないのが実態です。そのため、まずはより多くの森林・林業関係者がエゾシカへの関心を高め、影響を認識して対策の必要性を理解することが重要です。すでに稚樹が消失してしまった森林では、ササが繁茂して天然更新が阻害されることも、日本の森林の課題の一つであり、今後、対策を検討しなければなりません。

森林では、長期的な視点で森林管理者が自らエゾシカの個体数管理を実行しなくては、天然更新を維持、回復することはできません。森林におけるエゾシカ管理では狩猟者の役割は大きく、北海道では狩猟者を森林に誘導するための林道除雪などが森林管理者によって実施されてきました。ニホンジカの影響が著しい本州などの一部地域では、下層植生が消失して土壌が流失し、水源かん養機能の低下が危惧される状態となっています。大規模な森林を所管する管理者にとって、広範囲に分散するエゾシカの情報収集して効率的に捕獲し、低密度化を図ることは容易ではありませんが、林業関係者や森林利用者の安全を確保しつつ、エゾシカの捕獲を進めるには、猟区制度の活用など、より主体的な役割を考えていかななくてはなりません。

エゾシカは農林業被害を発生させるだけでなく、交通事故の原因となり、最近では市街地にも出没するなど、多様な問題を引き起こしています。このような多様な問題に対応するためには、農業被害対策、森林被害対策、市街地への出没対策などを個別に考えるのではなく、地域のなかで一元的にエゾシカ対策を検討し、公的資金によって対応する必要があると考えています。そのためには、地域に密着した市町村の役割が重要です。しかし、小規模な市町村には専門的知識をもつ人材がいない場合や、十分な予算の確保が難しい場合もあると思われます。また、エゾシカなどの野生動物は市町村の境界を越えて広域に移動することも珍しくありません。市町村が中心となって対策を立案し、都道府県や国が十分に支援する体制を構築することが望まれ、森林管理者は森林におけるエゾシカ管理の目的を明確にしながら、市町村と連携して取り組んでいく必要があります。

(道北支場)

## 参考文献

明石信廣 (2015) 天然林におけるエゾシカの影響を簡易に評価する. 光珠内季報 176 : 5-8.

明石信廣 (2016) 森林におけるエゾシカ被害対策のあゆみ. 北方林業 67 : 81-84.

梶光一・土屋俊幸編 (2014) 野生動物管理システム. 東京大学出版会.

小泉透 (2019) 新たな局面を迎えたシカ管理の課題. 森林技術 932 : 2-6.

荻原裕 (2013) 北海道森林管理局におけるエゾシカ対策. 水利科学 333 : 18-30.

Apollonio M, Andersen R, Putman R eds (2010) European Ungulates and their Management in the 21st Century. Cambridge University Press.



## 森林溪流から流出する窒素になぜ注目するか？

長坂 有

### はじめに

通常、森林から流れ出た水は、流量を増しながら農村や都市を経て大きな川へと変わるうちに、様々な物質がとけ込み、水質が変化していきます。そのため下流域では排水などで川の水を汚さないように、浄化施設などを通じて良好な水質を維持するよう努めています。森林溪流と聞くと、一般的にはきれいな清流を思い浮かべる人が多いと思いますが、水質的にきれいとはどういうものなのでしょうか。水源ともいえる源頭部の渓流水質がどのようにして形成されるのか、森林の伐採などにより影響をうけることはないのかなど、ここでは特に窒素という物質に着目して紹介します。

### 渓流水質を構成する要素

森林に降った雨は、一部は樹冠に受け止められますが、地表、土壌層、基岩層などを經由して溪流に流出してきます(図-1)。この雨水には海水や大気中の物質が溶け込んでいます。したがって溪流の水質とは、降雨に含まれる成分が地中で減少したり、土壌や基岩から溶け出した成分が追加されたりした結果として現れたもの、ということになります。

ここでいう『水質』とは、水に溶け込んだ陰イオン(マイナス)、陽イオン(プラス)の濃度を指します。近くにミネラルウォーターや天然水のペットボトルがあったら、栄養成分表示を見てみましょう(写真-1)。ナトリウム、マグネシウム、カリウム、カルシウムなどの、いわゆるミネラル類と呼ばれる陽イオンが100mlあたり何mg溶け込んでいるかが表示されており、これらを適量含む水がおいしい水ともいわれます。水中のイオンはプラス、マイナスが電氣的に等量存在することになっているので、上記の陽イオン量に見合った量の陰イオン(塩素、硝酸、硫酸イオンなど)が同様に含まれています。

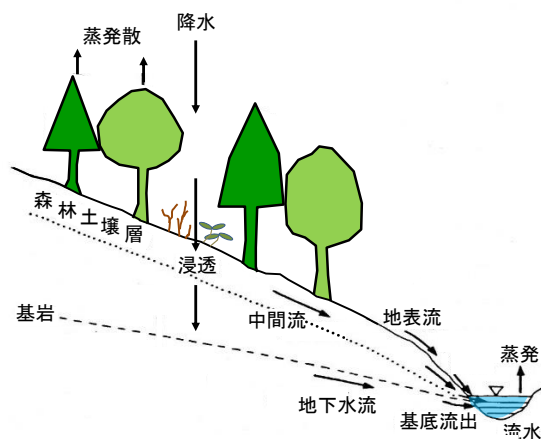


図-1 森林からの水流出

栄養成分表示(100ml当たり)	
エネルギー	0 kcal
たんぱく質・脂質・炭水化物	0 g
ナトリウム	1.5 mg
カルシウム	2.2 mg
カリウム	0.4 mg
マグネシウム	0.9 mg

写真-1 市販のミネラルウォーターに表示されている水質

ミネラルは地中の岩石にも多く含まれるため、森林土壌を通過して流出してくる水は、通常、雨水よりもこれらの濃度が高くなります。地下から湧き出る温泉の水は、その特に濃いものと言えるでしょう。一方、アンモニア態窒素( $\text{NH}_4^+$ )や硝酸態窒素( $\text{NO}_3^-$ )といった窒素を含むイオンは、土壌層を通過後、ミネラルとは逆にその濃度が減少します。これは、窒素が生物にとって不可欠であるにもかかわらず、森林生態系では不足気味な元素であるため、微生物を含めた森林土壌中に取込まれる、あるいは消費分解されるなどして化学的に変化するためです。

### 森林の窒素循環

森林内の窒素についてももう少し詳しく見ていきます。植物は森林土壌中にもたらされた窒素を根から吸収して、生存、成長に必要なDNAやタンパク質などの有機物に合成する一方、落葉、落枝などのいわ

ば老廃物の排出、枯死、分解などの過程で、再び一部の窒素を放出します（図-2）。林内には窒素固定菌など、大気窒素（ $N_2$ ）を植物が利用しやすい無機態窒素（アンモニア態窒素や硝酸態窒素）へと変える微生物もあり、それらを繰り返し利用するリサイクルが常にはたっています。また、湿地のような酸素の少ない嫌気的な土壌環境では、無機態窒素は脱窒菌により大気窒素に戻されるなど、森林内の窒素の生物化学的変化は複雑です。この窒素循環の中で、土壌層を通過した窒素がどのくらい渓流水に流出するかによって、渓流水に含まれる窒素濃度が変わってきます。一般的な森林では、栄養分としての窒素が十分にあるわけではないので、生態系内で保持される傾向にあり、容易には流出しないしくみとなっています。

窒素は陸上生物のみならず、水中の生物にとっても必須元素です。そのため渓流水に溶け込んだ窒素は、藻類やバクテリアなどの微生物にも吸収されます。「三尺流れれば水清し」ということわざがありますが、これは川に流した汚染物（栄養）などを、微生物が吸収、浄化する働きのとえといわれています。そのため渓流水の窒素濃度は低く維持され、生物学的にいえば貧栄養の水（＝きれいな水）ということができます。

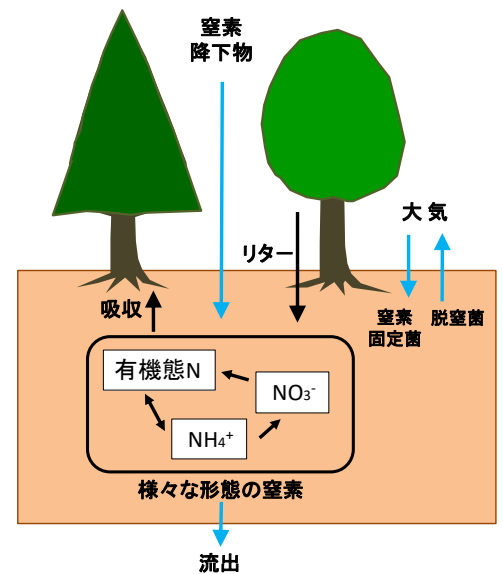


図-2 森林内での窒素の動き

### 窒素に注目する理由

水質面で気を付けなくてはいけないのは、この窒素が多すぎる場合（富栄養化）です。農業では作物の収穫量を少しでも増やすため、窒素肥料を積極的に土壌に添加します。作物が収穫されることで一部の窒素は農地から回収、すなわち除去されることとなりますが、余剰分は地下を通じて河川に流出します。過剰な窒素は、特定の水草を大繁茂させる、あるいは湖などの止水域ではアオコと呼ばれるラン藻を増殖させることにより、水産生物へ悪影響を生じさせることがあります。平水時の渓流水に含まれる窒素の大部分は硝酸態窒素ですが、河川の下流域では人為的な影響により様々な窒素化合物も流れ込んでくるので、環境省や都道府県が実施する公共水質調査では、これらすべてを合計した『全窒素』という量を測定し富栄養化の指標としています。例えば水産用水基準では、湖沼の全窒素濃度を対象魚種に応じて、コイ・フナでは1.0mg/L以下、ワカサギで0.6mg/L以下、サケ科・アユで0.2mg/L以下、と定めています。また、農業（水稲）用水基準でも、全窒素濃度を1.0mg/L以下と設定しています。このような基準は現在のところ河川水では定められていませんが、下流の人間活動による窒素添加を考慮すると、森林溪流の硝酸態窒素濃度は1.0mg/Lを大きく下回る値であることが望ましいといわれています（福島，2012）。

ところが近年、関東や関西の都市近郊の森林溪流で、この硝酸態窒素の濃度が1.0mg/Lを越える窒素飽和という現象が問題になってきました。これは通常の森林溪流に比べて3倍くらい高い値です。その原因として農業由来のアンモニアや、工業、排気ガスからの窒素酸化物などが、大気、降水を通じて森林にもたらされていることが指摘されています。北海道ではこのような現象はまだ報告されていませんが、最近、戦後の拡大造林で植栽された人工林が一斉に主伐時期を迎えるにあたり、伐採による森林溪流からの窒素流出増加の可能性も出てきました。道内の渓流水質データは箇所数が少なく、大学演習林内など地域的にも限られた場所でしか調査が実施されていません。また、主要な人工林の樹種はトドマツ、カラマツと、本州と異なることもあり、今後の施業の影響等をモニタリングし、データを蓄積する必要があります。

### トドマツ高齢人工林流域の水質

では、北海道の森林溪流ほどの程度の窒素濃度なのでしょうか。空知管内にあるイルムケップ火山山麓の小流域で調べてみました。イルムケップ山は標高 865m の成層火山で、上部は溶岩や火砕流堆積物などの火山岩が、標高 250m 付近から下にはそれよりも古い時代の堆積岩が横たわっており、標高によって小流域の地質が異なっています。流域の平均傾斜は 11.2~24° と比較的緩く、これら小流域がいくつか合流して、山頂から放射状に流れ出る 1000ha クラスの流域を形成します。トドマツ人工林はこの山塊の標高 500m 付近から下部に広く成林しており、その多くが 50 年生前後と、比較的高齢に達しています(表-1)。

これらの流域で、2014 年 5 月~10 月の無降雨日(平水時)、およそ 2 週間おきに渓流水を採取し、硝酸態窒素の濃度を分析しました。なお、アンモニア態窒素はほとんど検出されなかったためここでは割愛します。

すると流域によって濃度が大きく違うことがわかりました(図-3)。広葉樹天然林では概して濃度が低いのですが、トドマツ人工林ではかなりばらつきがあり、特に濃度が高い流域では 1.0mg/L を超えていました。全国の森林溪流で水質を調べた事例では、硝酸態窒素濃度の平均的な値は 0.35mg/L 程度といわれているので(広瀬ら, 1988)、これと比較してもかなり高い値です。これは前章で述べた窒素飽和現象並みの高い値といえますが、道内の森林で大気汚染由来などの窒素増加は報告されていません。

図-4 は、これら定期観測地点にさらにトドマツ人工林流域 10 箇所あまりを追加して水質の一斉観測を行った結果を示したのですが、地質タイプにかかわらず硝酸態窒素濃度と流域に占めるトドマツ林割合の相関が高いことが示され(長坂・長坂, 2015)、トドマツ高齢人工林において、窒素が保持されにくく流出傾向にあることが示唆されました。詳細なメカニズムについては現在検証中ですが、最近、トドマツの落ち葉からの窒素無機化(放出)が早い、という報告が出てきています。また、本州の老齡スギ、ヒノキ人工林では、窒素の吸収、利用が低下している可能性が指摘されており、ササなどの下層植生が少ないトドマツ高齢人工林では、窒素を吸収、保持する機能が少ないことなども考えられます(柴田・福澤, 2010)。

表-1 調査地一覧

流域 No.	面積 ha	地質	林相	トドマツ林割合(%)	林齢 年
1	16.8	堆積岩	トドマツ	85	56
2	10.2	堆積岩+火山岩層	トドマツ	89	56
4	11.9	堆積岩+火山岩層	トドマツ	83	55
5	10.9	堆積岩+火山岩層	トドマツ	90	54
7	16.0	火山岩(集塊岩)	トドマツ	64	41
8	6.1	火山岩(集塊岩)	トドマツ	87	50
9	5.4	火山岩(集塊岩)	トドマツ	68	49
10	8.0	火山岩(集塊岩)	トドマツ	86	50
11	9.1	火山岩(集塊岩)	混交	29	55
12	12.3	火山岩(溶岩)	広葉樹	0	-
13	13.3	火山岩(溶岩)	広葉樹	0	-
14	5.4	火山岩(溶岩)	広葉樹	0	-
15	5.8	火山岩(溶岩)	トドマツ	53	55
16	12.5	火山岩(溶岩)	混交	24	49
17	18.1	火山岩(溶岩)	混交	21	45.35
18	51.1	火山岩(溶岩)	広葉樹	0	-
19	14.7	堆積岩+火山岩層	混交	23	-
20	14.7	堆積岩+火山岩層	広葉樹	0	-

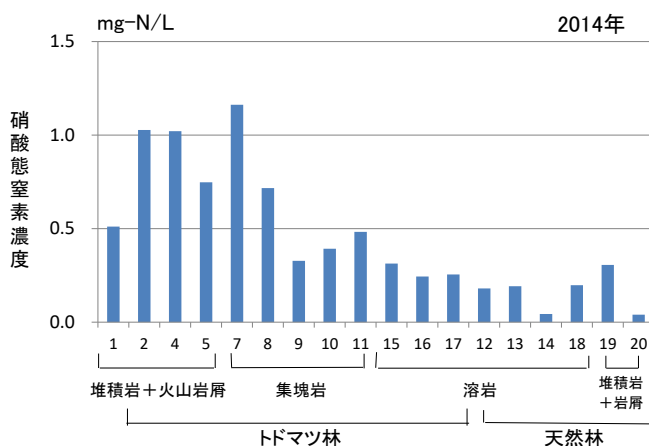


図-3 各流域の平水時の硝酸態窒素濃度

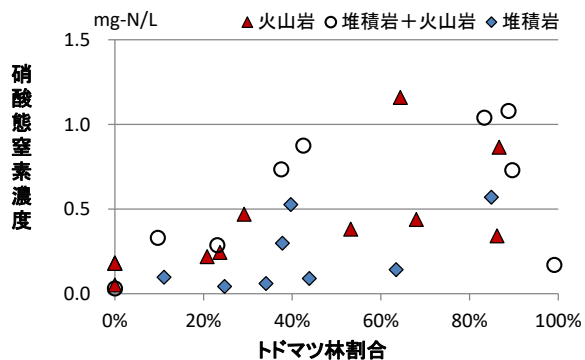


図-4 トドマツ林割合と硝酸態窒素濃度の関係

### 施業が窒素流出に及ぼす影響を調べる

2015～2016年にかけて、表-1の試験地ではトドマツ人工林の小流域のいくつかを流域単位で伐採して、水質の変化を追跡することになりました。伐採方法としては、通常の皆伐だけでなく、林内に混生していた広葉樹を一定量残す「保残伐」も採用しています(尾崎ら, 2018)。ある流域では皆伐、別の流域では広葉樹少量保残(混生していた広葉樹を10本/ha残す), 広葉樹中量保残(同様に50本/ha残す), 広葉樹大量保残(同様に100本/ha残す), というように、広葉樹を残す量を変えて伐採が行われました。その際、伐採しない対照流域も残して、施業が水質変化に及ぼす効果を検証します(図-5)。これは今回のように流域サイズがそろった一見よく似た流域でも、水質が大きく異なるため、水質の数値そのものではなく、伐採前後の期間でどれくらい変化したかという相対値で比較する方が適切なためです。

現在、これまでの多くの研究事例に見られるように、施業後に硝酸態窒素濃度が高くなる現象が確認され始めていますが(長坂ほか, 2018), これら小流域が合流した大流域(森林の出口)では濃度は高くないこともわかってきました。今後、再び植栽されたトドマツの成長、保育の過程でどのように水質が変化していくのか、モニタリングを継続していく予定です。

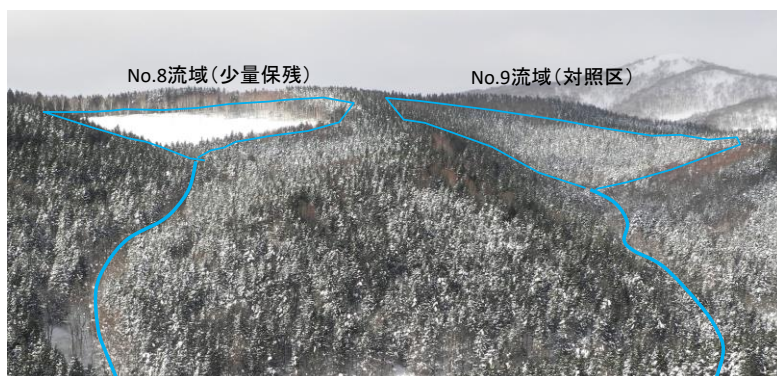


図-5 トドマツ人工林での保残伐試験地の1例

No. 8 流域は広葉樹を10本/ha残した少量保残区

No. 9 流域は対照区として非伐採

### おわりに

今回、源頭部のトドマツ高齢人工林で溪流の硝酸態窒素濃度がかなり高い場合があることが明らかになり、伐採によってさらに濃度が上がることも示唆されました。これまで北海道有林では1カ所での皆伐面積を1ha程度とするなど、河川下流の水質変化にも気をつけてきましたが、成熟した多量の人工林を計画的に伐採するために、伐採面積を増やす必要性も生じています。上流域での伐採箇所数や面積が下流の水質にどのように波及するのか、その期間はどれくらいなのか、流域サイズの拡大にともなう水質変化も考慮して、下流域への影響を検討する必要があります。

(森林環境部環境グループ)

### 引用文献

- 福島慶太郎(2012) 森林生態系の物質循環および渓流水質からみた攪乱影響評価の可能性. 森林立地 54-2:51-62
- 広瀬 顕・岩坪五郎・堤 利夫(1988) 森林流出水についての広域的考察(1). 京大演報 60:162-173.
- 長坂晶子・長坂 有・速水将人(2018) 保残伐の導入は水土保持機能への影響を緩和できるか. 光珠内季報 187:10
- 長坂 有・長坂晶子(2015) 山地溪流の水質に及ぼす、林相、地質の影響 —イルムケップ山塊の事例— 北方森林研究 63:59-62
- 尾崎研一・明石信廣・雲野 明・佐藤重穂・佐山勝彦・長坂晶子・長坂 有・山田健四・山浦悠一(2018) 木材生産と生物多様性に配慮した保残伐施業による森林管理—保残伐施業の概要と日本への適用— 日本生態学会誌 68:101-123

柴田英昭・福澤加里部（2010）北海道北部の天然林生態系における窒素循環プロセスの特性 環境科学  
会誌 23(4) : 277-283

# 市町村担当者の GIS 活用方法によって異なる技術ニーズ

## —空知管内市町村の実務担当者アンケートから示唆されたこと—

長坂 晶子

### 森林計画制度の中で増す市町村の役割

森林は土地利用割合にして北海道の面積の約 70%を占め、再生資源として、また自然環境の構成要素として重要な役割を果たしています。この森林の公益性に鑑み、適切に管理・育成するための森林づくり計画をルールとして定めたものが森林計画制度です。1951 (昭和 26) 年に森林法の下で制度化され (法第 4 条-24 条)、以降、何度か改正されながら運用されてきました。

森林計画制度は、全国森林計画、地域森林計画<sup>1)</sup>、市町村森林整備計画、森林経営計画、の 4 つの階層から構成されますが (図-1)、直近の森林法改正 (2011・平成 23 年) により、それぞれの階層の役割がより明確化されることになりました。とくに、『市町村森林整備計画』は地域の森林のマスタープランとして位置づけられることになり、どの林分をどのように保全/利用していくかという空間配置を定めた『ゾーニング』とそれに応じた施業方法について、市町村が主体的に決定する役割を担うこと、さらには計画全般の図示化 (=マップ化) を求められることになったのです。

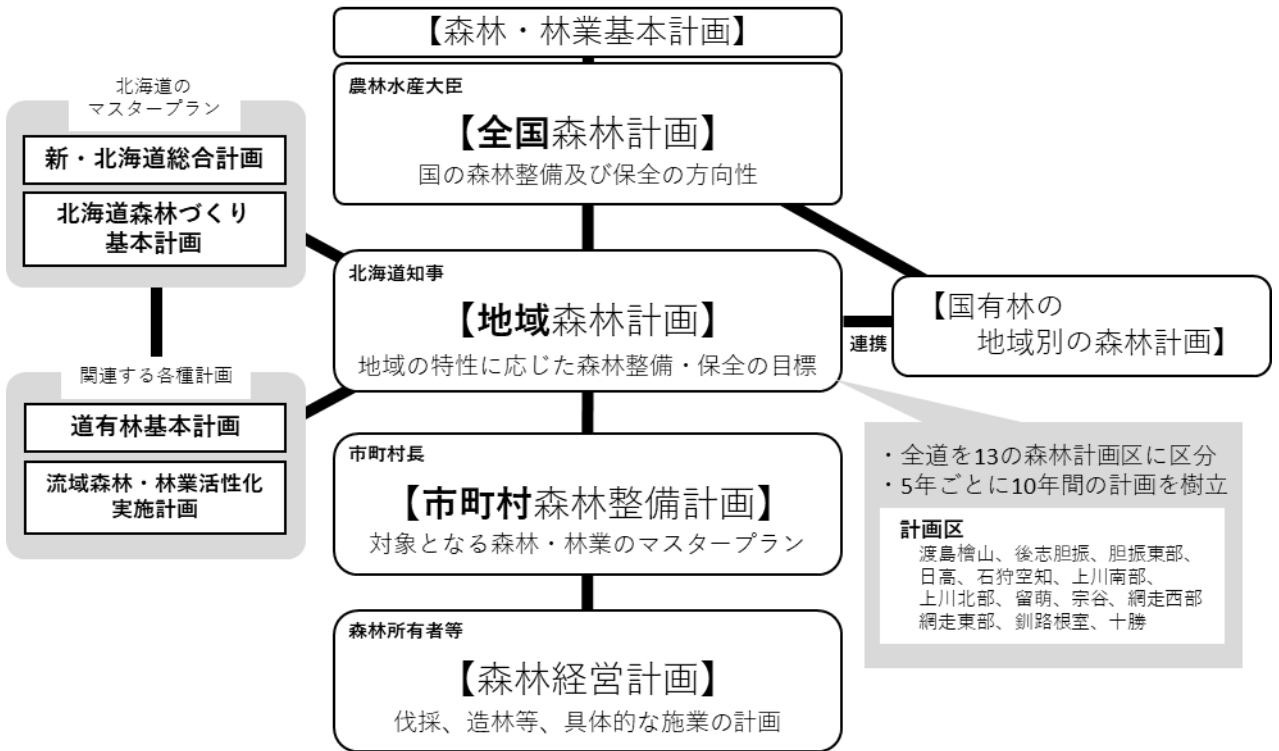


図-1 北海道における森林計画制度の体系

北海道水産林務部森林計画課 HP 掲載図を元に作成したもの。

現行の多くのゾーニングは、1977 (昭和 52) 年の林野庁通達「森林の機能別調査実施要領」に依って設定されたものと考えられています。実施要領の策定から 30 年以上が経過した現在、地図情報を扱う道具として地理情報システム (以降、GIS) が広く普及し、民有林等の森林情報も GIS で扱えるようデータ

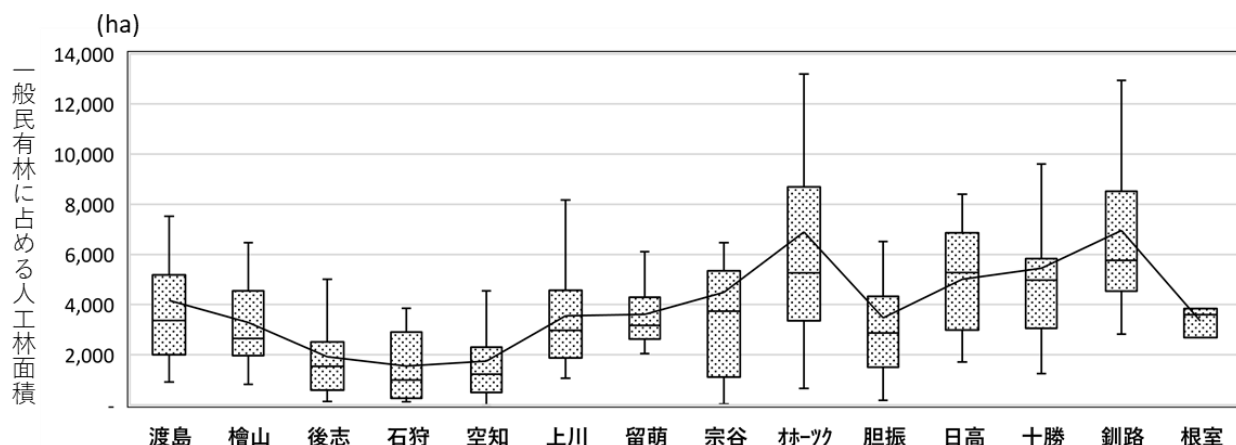
整備が進んでいます。森林の機能評価、ひいてはゾーニング作業を進める上で森林 GIS は大きな力を発揮すると予想されますが、実務を担う市町村における普及・活用状況によっては「主体的な」森林整備計画策定のハードルも大きく変わってくると考えられます。また、自治体ごとに管理対象となる森林の規模や、地域産業として林業の位置づけも異なると考えられるため、実務担当者がどのようなツールを必要としているのかといった技術ニーズも一様ではないことが予想されます。そこで、森林整備計画の樹立年を迎えた空知管内の市町村担当者を対象に、各自治体における森林 GIS の使用状況と、今後ゾーニングを見直す際に、どのようなツールが取り入れやすいかについて意見収集を行ってみました。

- 1) 森林計画区において作成する計画。全国で 158 の計画区が設定されており、国有林は森林管理局長が、民有林は都道府県知事がそれぞれ作成することになっている。

### 空知管内市町村の林業実務における GIS 使用状況

アンケートは、平成 29 年度第 1 回空知地区市町村森林整備計画実行管理推進チーム会議の場で、空知管内の市町村担当者にアンケート用紙を配布し、後日、回収させていただく形で実施しました（回答総数 24 市町村）。

今回対象とした空知管内の市町村一般民有林は、面積でみると道内では小規模なほうに位置づけられます。さらに一般民有林に占める人工林の面積規模も同様の傾向であり、道内市町村全体の平均面積が 3854ha であるのに対し、空知管内市町村では 1750ha、中央値は 1226ha と、14 ある振興局のなかで 2 番目に小さい（図－2）という地域特性があります。



図－2 振興局別にみた道内市町村一般民有林に占める人工林面積の概況

平成 30 年度北海道林業統計のデータを用いて振興局別に作成したもの。

箱ヒゲ内の横棒は中央値を示し、折れ線は平均値を結んだもの。

図－3 は、対象市町村の林業実務に携わる職員数および経験年数を示したのですが、7 割近くの 16 市町村で 1 人体制、経験年数も 3 年未満が 17 市町村を占め、経験年数が浅く、少ない人員で業務を行っていることがわかります。

また各市町村における森林 GIS の使用状況を見ると、11 市町村で「導入していない」という結果でした（図－4）。また森林 GIS を導入している 13 市町村でも、うち 7 市町村が「閲覧用としてのみ」の利用と回答し、業務のなかで実際に GIS を操作、活用しているのは、6 市町村（全体の 4 分の 1）に留まりました。

さらに、「閲覧のみに使用」と回答した市町村に対し、「今後、GIS を活用してみたいですか？」と尋

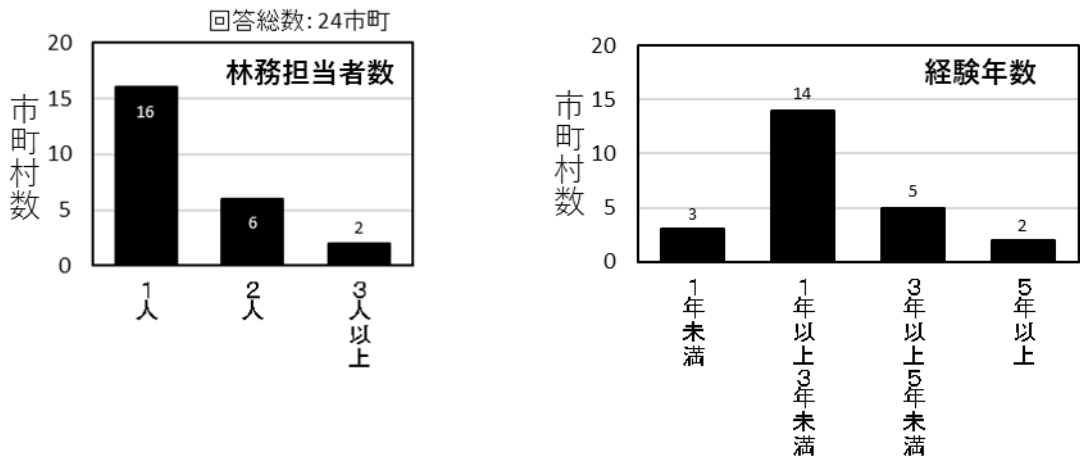


図-3 空知管内市町村の林務担当者数（左）と経験年数（右）

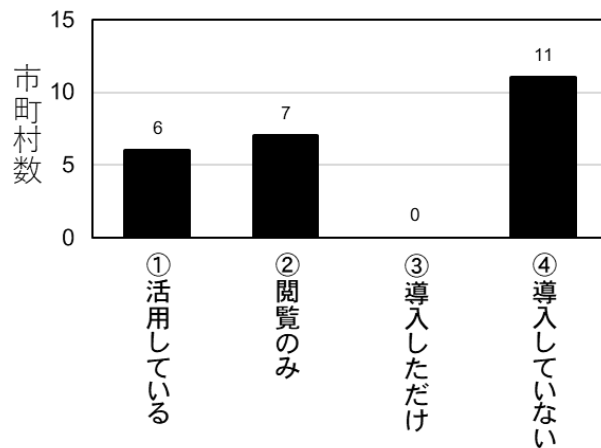


図-4 Q. 業務でGISを使用していますか？ に対する回答の内訳

Q. 今後、GISを活用してみたいですか？ Q. 今後、GIS導入の予定はありますか？



図-5 GISの活用希望および導入予定についての各自治体の意向

左：図-4で②閲覧のみ，と回答した市町村にGISの活用意欲を尋ねた質問への回答  
 右：図-4で④導入していない，と回答した市町村に今後の導入予定を尋ねた質問への回答  
 ( )内は市町村数を示す。

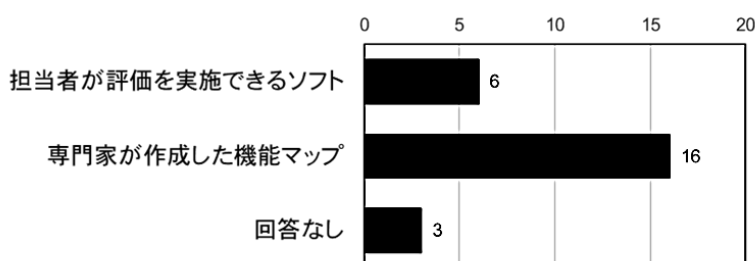


ねたところ、ほとんどの市町村が「活用してみたい」と回答しており（図－5左）、GIS 使用への意欲やその機能に対して期待を持っていることが窺えました。

いっぽう、GIS を導入していない自治体は 11 市町村で、これは空知管内全体の 45%にあたります。それらの市町村に今後、GIS を導入する予定があるかどうか尋ねたところ、8 市町村で未定もしくはその予定はない（図－5右）との回答があり、GIS 導入意向について市町村間で温度差がありました。

さらに、現段階で市町村担当者はどのようなツールを求めているのか尋ねてみました。『森林の区分（ゾーニング）の見直しに便利だと思うツール』について、①担当者が自分で機能評価を実施できるようなソフト、②専門家が作成した機能評価マップ、③その他、の 3 つを選択肢として示し、意向を聞いたところ、全体のほぼ 7 割にあたる 16 市町村が「②専門家が作成した機能評価マップ」を選択、「①担当自身機能が機能評価を実施するソフト」を選択したのは 6 市町村でした（図－6）。

Q. 「森林の区分（ゾーニング）」の見直しにあたって  
どんなツールがあれば便利だと思いますか？



図－6 「森林の区分（ゾーニング）」の見直しにあたって  
どんなツールがあれば便利か？に対する回答

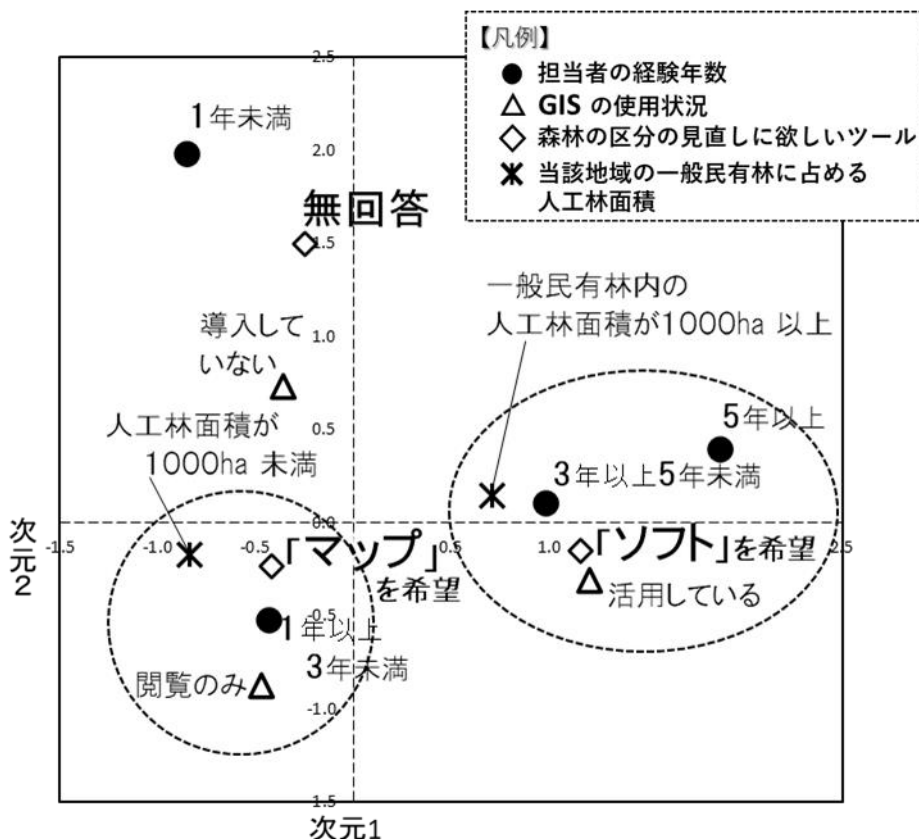
### GIS の使い方によって異なるニーズ

これまで見てきたように、同じ空知管内でも、市町村間で GIS の活用度合いが異なり、技術ニーズにも違い（機能評価マップ or 機能評価ソフト）が見られることがわかりました。そこで、それらの関係をより具体的に探索するため、市町村ごとの『担当者の経験年数（図－3右）』、『業務における GIS の使用状況の実態（図－4）』、『一般民有林に占める人工林面積が 1000ha より大きいかな否か（図－2のデータ原本より）』を要因として設定し、これらと『欲しいツール（図－6）』との対応関係を多重対応分析（Multiple Correspondence Analysis）という方法を使って調べてみることにしました。

図－7にその結果を示しました。この図では、「マップ」の近くに「経験年数 1 年以上 3 年未満」「閲覧のみの使用」「人工林面積 1000ha 未満」の要素がプロットされ、それぞれの要素の結びつきが強いことが明瞭に表されました。同様に、「ソフト」の近くには「経験年数 3 年以上 5 年未満および 5 年以上」「GIS を活用」「人工林面積 1000ha 以上」の要素がプロットされました。

すなわち、ツールとして森林の機能が予め示されている「マップ」を求めるのは、GIS は導入しているが閲覧用のみに使っている市町村であること、さらにそうした市町村は、管理対象となる森林の規模が小さく、経験年数を重ねた職員が配置されていないという共通の条件をもっていることも浮き彫りとなりました。

それに対し、GIS を活用している市町村は、職員自らが評価を実施する「ソフト」を希望していることがわかりました。これらの市町村は一般民有林に占める人工林面積が 1000ha 以上という条件とよく符合し、少なくとも 3 年以上継続して林務に携わっている職員が配置されているということがわかりました。



図ー7 空知管内各市町村における①林務担当者の経験年数, ②GIS 使用状況, ③一般民有林に占める人工林面積と、求めるツールとの対応関係  
アンケートに回答した24市町村のデータを用いて解析したもの。

冒頭で触れたように、2011年の森林法改正により市町村の果たす役割が増したことは、森林整備計画の策定にあたり、地域の実情に合ったきめ細やかな検討ができるようになったことを意味しています。一方で、市町村ごとに管理する森林規模には幅があり、地域産業の中で果たす役割も様々であるといえます。今回のアンケート結果は、北海道内の一事例に過ぎないかもしれませんが、一般民有林に占める人工林面積の規模と、自治体ごとのGISの使い方・技術ニーズの特性が明瞭に対応していることを示していました。技術開発を担う研究者の側から見た場合には、成果の受け手となるユーザー側のニーズが、どのような地域特性を背景として出されているかにも留意して成果の提供形態を検討する必要がありますでしょう。

本アンケートは、北海道空知総合振興局森林室普及課の皆様のご協力を得て実施しました。ここに記して御礼申し上げます。

(森林環境部環境グループ)

---

## 光珠内季報 NO. 196

発行年月 令和2年10月

編 集 林業試験場刊行物編集委員会

発 行 地方独立行政法人北海道立総合研究機構  
森林研究本部 林業試験場

〒079-0198

北海道美唄市光珠内町東山

TEL (0126) 63-4164 FAX (0126) 63-4166

ホームページ <http://www.hro.or.jp/fri.html>

---