

光珠内季報



- ・遊休農地化した水田に侵入した樹木と土の様子
佐藤 弘和 …… 1
佐藤 孝弘
- ・森林公園の利用者数データの活用方法
佐藤 孝弘 …… 5
棚橋 生子

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. 177
2015. 12

抄 録

遊休農地化した水田に侵入した樹木と土の様子

佐藤弘和・佐藤孝弘

遊休農地化した水田において、天然更新した樹木の状況と土壌の貫入抵抗を調査した。更新木は、ヤナギ類とハンノキ類が多かった。深さ0.6メートルまでの土壌の貫入抵抗からは、根や水を通しにくい硬い層がみられた。硬い土壌の影響が想定される遊休水田において、天然更新や植栽等を通じて林地転換を図る場合には、耕うんのような土壌改良が必要である。

森林公園の利用者数データの活用方法

佐藤孝弘・棚橋生子

森林公園の効率的な運営・管理手法づくりの一環として、本稿では森林公園の利用者数に着目し、利用者数の計測方法、利用者数の変動と背景要因、安全管理への利用者数データの活用方法、利用者数の予測手法をご紹介します。

遊休農地化した水田に侵入した樹木と土の様子

佐藤弘和・佐藤孝弘

遊休農地化した水田の現状

水を引き入れ水稻などをつくる耕作地として位置づけられる水田は、米作りの場としてのみならず、一時的に大量の水を貯留することから水源涵養機能に貢献するといわれています。しかし、ひとたび遊休農地化した水田は、食糧自給率の低下のみならず、外来種も含めた有害生物発生の温床、景観の悪化、ゴミの不法投棄など、さまざまな問題を抱えることとなります。遊休農地とは「農地であって、現に耕作の目的に供されておらず、かつ、引き続き耕作の目的に供されないと見込まれるもの」（農業経営基盤強化促進法第5条第2項第4号で定義された法令用語）であり、遊休農地と同義語的に使われている耕作放棄地の定義は「過去1年間以上耕作せず、この数年の間に再び耕作する意志のない土地」（農林水産省の農林業センサスで定義されたもの）とされています。

北海道の耕作放棄地面積は総計17,632ha、耕作放棄地のある農家数は4,778戸に及びます（2012年1月公表「2010年農林業センサス 第1巻都道府県別統計書 北海道」より）。2005年農林業センサスの値では、耕作放棄地面積が総計8,760ha、耕作放棄地のある農家数が4,066戸ですから、5年で面積が倍増、耕作放棄地のある農家数も増えています。耕作放棄地の増加原因として、①農業従事者数の減少、②農業従事者の高齢化、などがあげられていますが、③土地持ち非農家（農家以外で、耕地及び耕作放棄地を5アール以上所有している世帯）の耕作放棄地面積の増加も大きく影響しています。

こうした遊休農地の縮減に向けた取り組みでは再び農地として活用することが最も好ましいのですが、農地とは別の土地利用として、バイオマス燃料等にする樹木の生育場としての活用も期待されています。しかし、遊休農地では、農作業機械の走行によって土壌表層部に硬い層（硬盤）が形成されていることがあります。また、水田は漏水防止のために粘土を主体とした不透水層を地盤としているため、遊休水田では透水性の悪い地盤が地下に残ります。

しかし、樹木も負けてはいません。遊休農地で天然更新を行い、成長している樹木もしばしば見かけます。遊休農地化した水田で植栽などの利用を考える前に、どのような樹種がどのような成長を遂げているのかについて、遊休水田（ここでは、遊休農地化した水田をこのように呼びます）を対象に調べました。

上富良野町の遊休水田で調査しました

遊休水田における天然更新状況について、北海道の中央部に位置する上富良野町の個人所有の水田で調査しました（ここでは、詳細な位置や地名は明記しません）。この水田は、現在耕作されておらず草地化しています。

ここで、遊休水田2面分に測線を設けて、侵入した天然更新木（測線から幅2m以内にある個体）の樹種判別とサイズ（樹高、胸高直径）の測定、縦断面地形測量、簡易貫入試験器（写真-1）による土壌貫入抵抗を調べました。土壌貫入抵抗は、重さ5kgのおもりを50cmの高さから自由落下させ、コ



写真-1 貫入試験の様子

ーン状になっている先端が土中に10cm入るのに何回おもりを落としたか（打撃回数で表す方法で、この回数をNc値といいます）で判断します。硬い地盤ほど、おもりを落とす回数が増えるため、Nc値は高くなります。

遊休水田に侵入した天然更新木の特徴

遊休水田の活用については、森林土壌とは異なる土壌物理性（硬さや透水性など）を有するため、そのまま林業用途（特に経済林造成）へ転換することは難しいかもしれません。しかし、遊休水田では、木質バイオマス燃料とする初期成長の早いヤナギの短伐期施業植栽地としての利用などが期待されます（これらの用途では、天然更新木が利用できるかもしれません）。

実際に遊休水田でみられた樹種の構成はすべて先駆樹種で、初期成長の早いヤナギ類とハンノキ類がほとんどを占めていました（表-1、図-1）。ヤナギ類・ハンノキ類は、河畔域や湿地等で特徴的な過湿土壌になりやすい立地でよくみられます。

表-1 遊休水田に出現した樹種の本数、平均樹高、平均胸高直径、平均形状比

| 樹種 | 本数 ^{*1} | 平均樹高 (m) | 平均胸高直径 (cm) ^{*2} | 平均形状比 ^{*2} |
|---------|------------------|----------|---------------------------|---------------------|
| オノエヤナギ | 41 (12) | 1.67 | 0.72 | 416 |
| エゾヤナギ | 7 (1) | 2.04 | 0.67 | 428 |
| ケヤマハンノキ | 35 (0) | 2.83 | 1.78 | 174 |
| ハンノキ | 3 (1) | 1.56 | 1.0 | 179 |
| シラカンバ | 2 (1) | 2.79 | 0.4 | — |

^{*1} 括弧内の数値は、樹高1.3m以下の個体数

^{*2} 樹高1.3mを超える個体の胸高直径および形状比（＝樹高/胸高直径）の平均値

天然更新木のサイズでは、ケヤマハンノキとシラカンバの平均樹高が2.8mと最も高い値で、その他の樹種は2.0m前後の値を示していました（表-1）。平均胸高直径は、ケヤマハンノキの1.8cmを除いて1.0cm以下でした（表-1）。形状比（＝樹高/胸高直径）の平均値は、ヤナギ類が400を超え、ハンノキ類が170～180の範囲でした。図-1からは、両樹種ともに混み合っている様子が窺えます。本数密度にして5,500本/haと混んでいるため、その影響を受けた両樹種は、ひと言でいえば「ひよろ長い」形状でした。

遊休水田の微地形と天然更新木の対応をみてみましょう（図-1）。遊休水田の微地形は、水平距離4～19mのL面と、23～34mのR面に区分され、それぞれの面の両側には畦があります。L面とR面には傾斜があります。天然更新木の出現位置をみると、L面にヤナギ類が多く、R面ではハンノキ類が多い結果でした。これは、それぞれの面の近くに母樹となりうる木があり、その影響を受けたと考えられます。

樹高と胸高直径に着目すると、L面のうち水平距離5～10mの区間と、R面のうち水平距離23～25mの値が低い傾向にありました。これは傾斜のため、上記の区間では相対的に滞水しやすい環境下にあり、その影響を受けたことが想定されます。

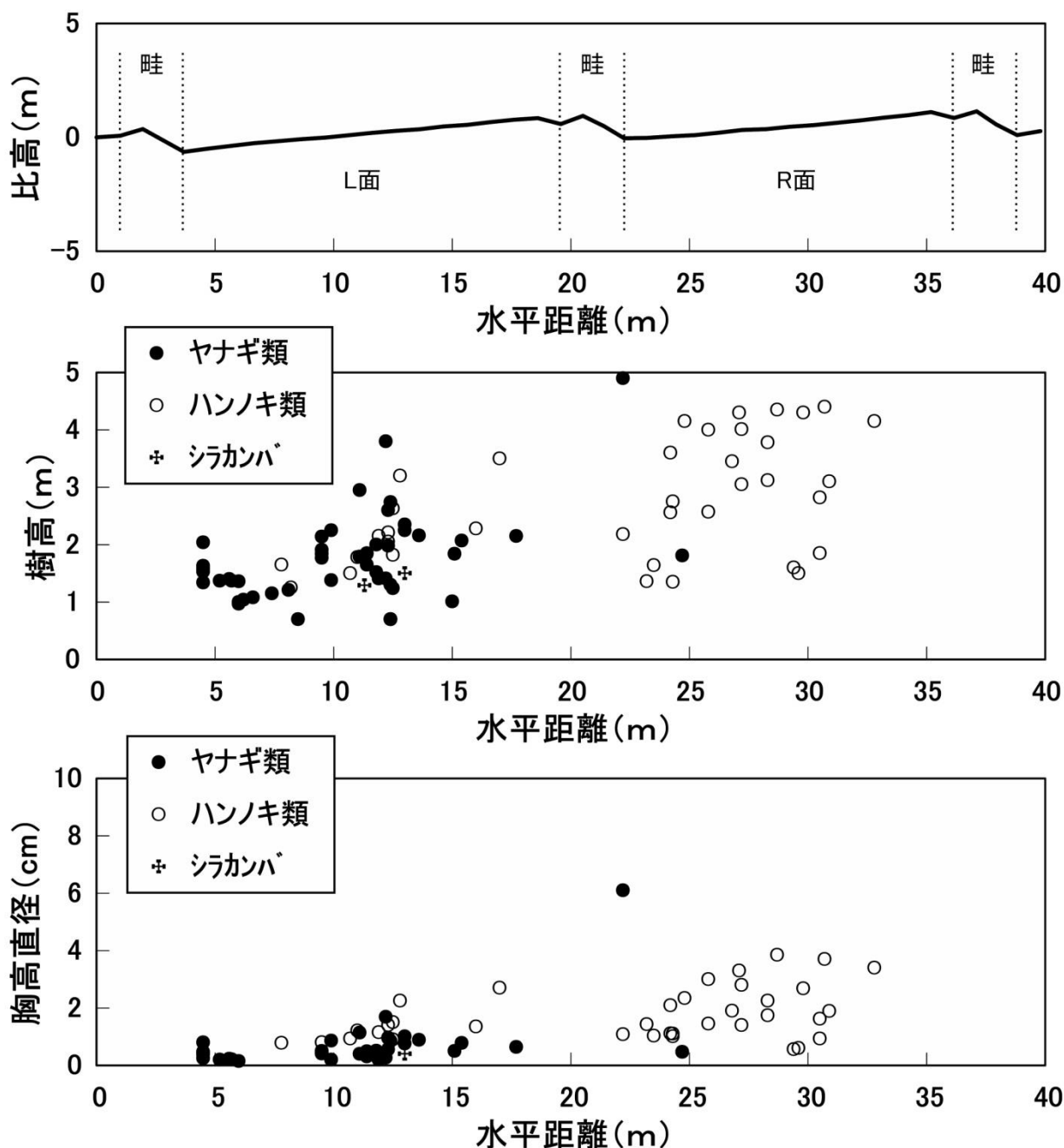


図-1 遊休水田の微地形と天然更新木の樹高および胸高直径

遊休水田の土壌物理性

遊休水田における簡易貫入試験の結果を図-2に示します。この図では、1箇所につき3回繰り返したNc値の鉛直プロファイルすべてを表記しています(線の種類を変えて表記しています)。

畦(地点B,Fが該当)では、0.6mまでの深さまでNc値が5以下と、軟らかい結果でした。また、畦とR面の境に位置する地点Fも畦の地点と同様の傾向を示しました。L面にある地点C,D,Eでは、深さ0.3~0.4mでNc値が20に達する層が出現しました。Nc値が20になると「水文学的基盤」とされており、水を通しにくくなるといわれています。R面の地点G,Hでも深さが0.3~0.5mでNc値が20に達する層が見受けられます。地点A(基点)や地点Gの黒い実線では、深さ0.2~0.3mおよび深さ0.2~0.4mの層で、

一時的に Nc 値が増加している層が顕著に現れています。Nc 値は、5 以上で根が貫入しにくいとされています。これに従うのであれば、この遊休水田では地表面の深さ 0.2 ~0.4m で、Nc 値が 5 以上に達しています。天然更新木も成長を続けたとしても、このままでは十分な根張り空間が期待できません。根の貫入の阻害や滞水を引き起こしかねない硬い層は、更新木の成長にも影響を及ぼすことが懸念されます。

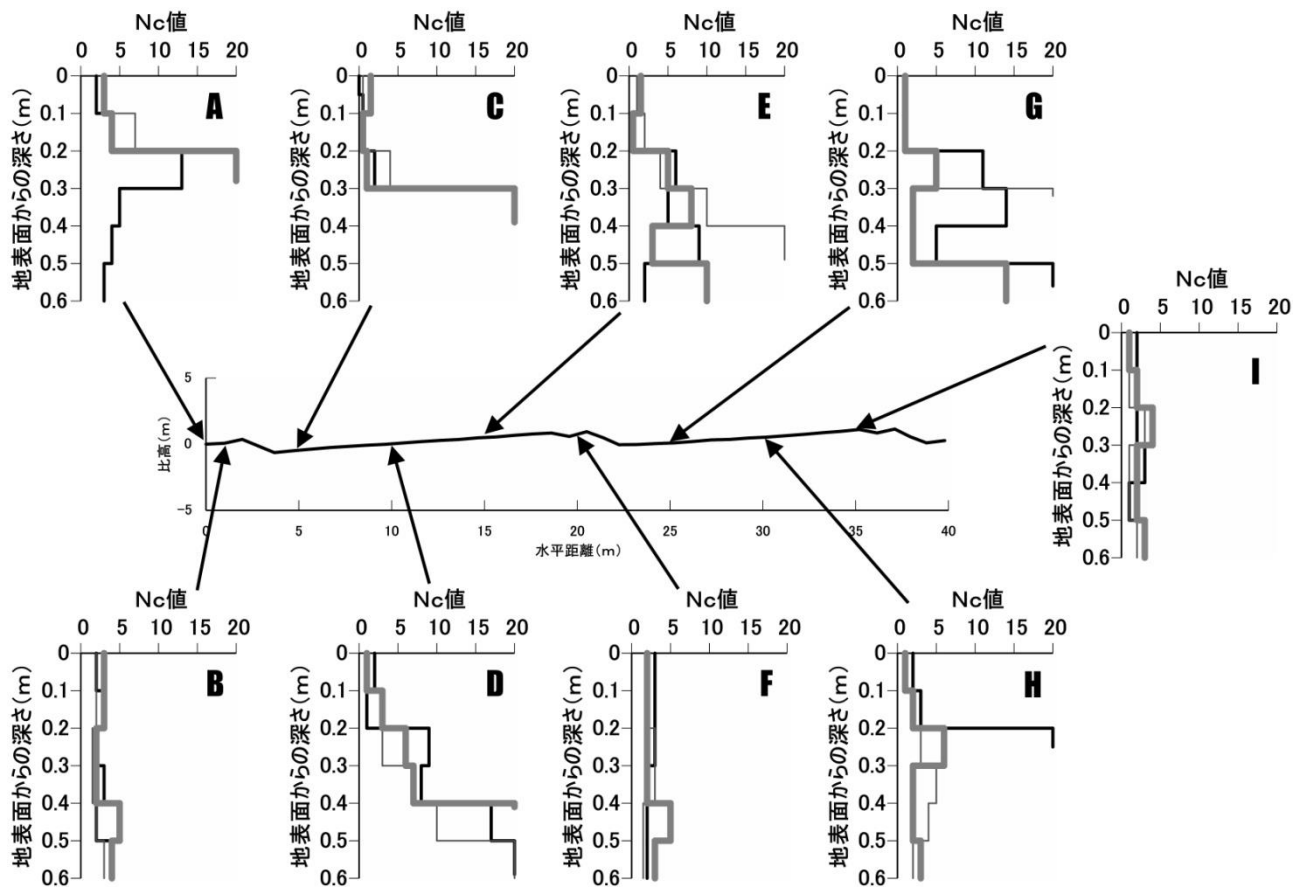


図-2 遊休水田における土壌貫入抵抗 (Nc 値) の鉛直プロファイル

遊休農地の林業用途への転換に向けて

遊休水田では、ヤナギ類やハンノキ類の天然更新がみられました。これらは成長が早く、木質バイオマス燃料として活用することが期待される樹種でもあります。一方で、遊休水田では、Nc 値の高い硬い土の層がみられました。硬い土層では、根張りの阻害や透水性の低下による滞水が生じる恐れがあります。硬い土の層は、水田のみならず遊休化した畑地でも出現することがあります。そのため、遊休農地において天然更新や植栽等を通じて林地転換を図る場合、心土耕で硬い層を破砕する土壌改良を行えば、更新木や植栽木に対する根張り空間の確保や滞水環境が改善されることが期待されます。

(環境 G・道東支場)

森林公園の利用者数データの活用方法

佐藤孝弘・棚橋生子

利用者数データの活用とは？

1. 民間企業における来客数データと森林公園の利用者数データ

店舗での商品販売によって収益を上げる民間企業では、来客数データは経営との直結性が高く、これに関する情報を詳細に収集して経営の戦略・戦術に反映させる取り組みが進められています。一方、公的機関が設置する森林公園は、その性格から、市場を対象とした考え方が全てあてはまるものではありませんが、利用者数の把握を積極的に進めることによって、利用者主体の公園運営のあり方を考えたり、各公園の社会的貢献や存在意義を解りやすく伝えるための基礎資料として非常に重要であると位置づけられます。

2. 森林公園の利用者数データの活用策

森林公園は広大な屋外空間を有するため、園内各区域の利用者数を全て把握することには困難が生じます。しかし、キャンプ滞在時の利用申請や施設の使用料金の支払いなど、利用者と運営者が直接的に接する場面でやりとりされる書類などを頼りに、限定的であっても利用者数を把握することができます。

森林公園を含む屋外の自然空間で得られる利用者数データの活用策として以下の事柄が考えられます。

(1) 指定管理者の業務のモニタリング

指定管理者による利用者へのサービス提供が成されているか否かについて受託者および委任した自治体、第三者機関などが日常的にチェックを行う場合、評価指標の一つとして利用者数は有用なデータとなります。具体的には、事業・業務の実施状況（施設の利用状況（利用者数や稼働率））や事業の実施状況（イベントの開催状況、参加者実績）などがこれに相当します。

(2) 自然環境への利用インパクトの評価

森林公園の利用は自然の回復力の範囲で行われることが望ましく、運営者は環境への影響を確認しつつ管理を行うことが重要です。過剰なレクリエーション活動は、しばしば、公園の自然環境のほか、芝生の空間、その他の便益施設に影響を与えることがあります。こうした課題の解決には、当該地が有する適正な収容力の評価や利用体験の保全を基本とする管理計画の策定が必要です。これらについて検討を行う場合には、対象地域を訪れる利用者数を的確に把握することが求められます。

(3) 森林公園がもたらす便益性の評価

公的機関によって設置されている森林公園は「公共財」に位置づけられます。したがって、そこで利用者へ提供されるサービスやレクリエーション経験は、市場で取引される一般の商品とは異なる性質を有することになります。利用者の充足や環境改善の効果を通じて当該公園の社会的価値は高まりますが、そのことが運営主体に利益をもたらすことはありません。社会への貢献を通じて生じた当該公園の社会的価値の増大部分をきちんと把握・評価することは、公的資金で運営されている森林公園の社会的役割の説明に重要であり、こうした場合にも利用者数データを活用することが考えられます。

利用者数の計測方法は？ 一目視調査と自動計測

森林公園の利用者数を把握は、先に述べた利用者と運営者が直接的に接する場面でやりとりされる書類を基に把握する方法が一般的ですが、広大な園内には利用申請や使用料金の支払いなどを行わなくても利用者が立ち入ることのできる場所が多くあります。ここでは、そうした場所を対象とした利用者数の計測方法としてよく用いられている2つの方法をご紹介します。

1. 目視調査

目視調査は目視で利用者数を計測する方法で、同時にヒアリング調査や簡易なアンケート調査を行う場合もあります。目視調査は比較的場所を選ばず簡易に行える点が長所で、経験・訓練を積んだ調査員を充てることで、概ね問題のない精度の結果が得られると言われています。

目視調査はこうした長所を持つことから、森林公園・都市公園のほか、鉄道、道路の交通量、歩行者の通行量など、幅広い場面で用いられています。ただし、経験・訓練を積んだ調査員を充当できない場合、

①誤差が生じやすい、②視界外の利用者の挙動を見落とす可能性がある、③調査担当者間でのカウント対

象の認識にズレが生じる、④継続的に観測を行うことに困難が伴う点が挙げられ、調査実施時には現地の事前踏査を踏まえて実施の可否を検討することが必要です。

2. 自動計測

目視調査は経験・訓練によって、概ね問題のない精度でデータを得ることができます。しかし、長期にわたるデータ収集には、機械を用いた自動計測の方が適しています。

写真-1に筆者らが使用した自動計測装置を示します。本機は太陽電池パネル・電池ボックス・赤外線センサーで構成されています。太陽電池パネルは太陽光を受けて電気をつくり、これを電池ボックス内のバッテリーに充電します。また、赤外線センサーは左右2箇所があり、往来する人たちの進行方向を別々に識別できます。識別結果は、装置内部のCFカード（記憶デバイス）に進行方向・年月日・時刻別に記録され、表計算ソフトに読み込んで処理することができます。特に、時刻については秒単位まで記録されるので、目視調査に比較すると高精度で利用者の動きを捉えることができます。ただし、センサーの前を利用者が並んで歩いた場合など、正確なカウントが行われない場合もあるので、実際の利用者数とカウント数の間には差が生じることが考えられます。こうした場合を想定し、目視調査による実利用者数を把握し、適宜、補正を行う必要があります。

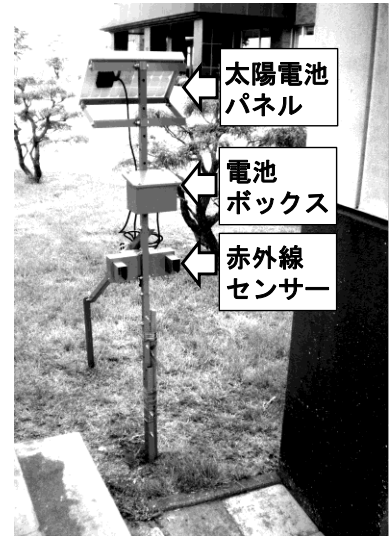


写真-1 自動計測装置

利用者数の変動と背景要因の関係は？

1. 来客数・利用者数と背景要因

来客数や利用者数の変動に影響を与える要因としては、天気や曜日などが考えられ、これに関する研究も多く見られます。例えば、スーパーマーケットへの来客数・購買行動と天気の関係性に関する研究では、曜日・降水量・気温・湿度・風速・日照時間・降雪量などの気象要因と来客数・客単価・売れ始める商品の種類などとの関係性や顧客の購買行動への天気の影響を明らかにすることが試みられています。また、自然空間を対象とした研究では、過剰利用が問題視されている日光国立公園における利用規制の効果を検証するため、社会要因（年月日や曜日など）、自然要因（気温・風速・降水量など）、規制要因（規制日・規制強化日）などと利用者数との関連性を検討する研究事例があります。このように、利用者数の変動に影響を与える要因を探索することは、収益の増加や自然環境の保全など、企業・公共空間の運営に大きく貢献するものと捉えることができます。

2. 森林公園の利用者数の変動の調査事例

先行研究を踏まえ、森林公園内に設置した自動計測機のデータと背景要因との関係性を分析した事例を紹介します（図-1）。

自動計測機を設置したのはキャンプ場の近くにある森林散策路の入口で、そばには、遊びやすい河川空間もあります。また、背景要因としては、「キャンプ利用者数」「キャンプ利用一組当たりの人数」「天気」（晴天・曇天・雨天など）「気温」「風」「日照時間」「曜日」「学休日」「近郊都市でのイベント」の9項目を選びました（天気や気温などはアメダスのデータを用いました）。図-1では、右側の白い帯が長い項目ほど、利用者数の増加に関係が深いことを表します。

図-1から森林公園内の散策路の利用者数の変動と背景要因について以下のことが考えられます。

- 1) 「キャンプ利用者が多い」「日曜日」の影響が最も大きく、こうした時に散策路の利用は増加する。

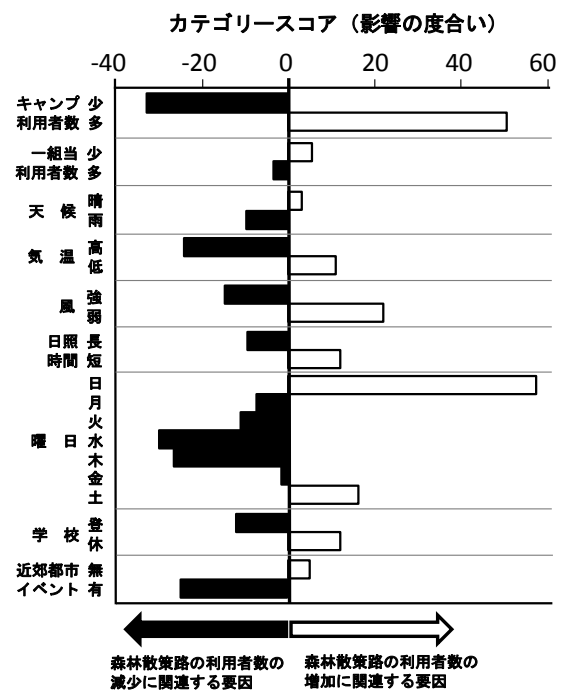


図-1 森林散策路の利用者数と背景要因

- 2) 「気温が低いこと」「風が弱いこと」「日照時間が短いこと」「土曜日」「学休日」などの要因も利用者数の増加に関連している。
- 3) 「気温が低い」「日照時間が短い」ことについては、調査対象とした森林公園が河川空間を有しており、気温が高い時や日照時間が長い時にはこちらで過ごす利用者が多くなることが推察される。
- 4) 森林公園周辺にある都市（市町村）で開催されるイベントが「無い」ことも利用者数の増加に影響している。

調査事例では、キャンプ利用者の数・曜日が与える影響が最も大きく、ほかには、気温・日照時間などの要因との関連が見出されました。今回の調査結果を踏まえ、今後、カウンターの計測精度や背景要因として取り上げるべき項目を検討することで、さらに詳細な結果を得ることができると考えています。

安全管理に利用者数データを用いる方法は？

森林公園で提供されるレクリエーションは、キャンプや森林散策のように家族で楽しめるものから、登山のように本格的な自然体験を行うものまで多様です。ここでは登山利用を例に、利用者の安全管理に向けた利用者数データの活用方法について考えます。

1. 登山計画書・登山者名簿

森林公園の中には山麓部に位置するものもあり、こうした公園には登山道が設けられている場合があります。中高年層への登山の広まりを背景に、登山を目的に森林公園を訪れる人たちも増加しています。

登山を行う場合には事前に登山計画書の提出や登山者名簿への記載（以下、届け出と呼びます）が求められます。届け出は基本的に任意ですが、自治体によっては登山条例によって義務づけられている場合があります（群馬県谷川岳、富山県劔岳など）。こうした届け出をきちんと行うことにより、事故発生時の捜索活動が行いやすくなることから、日帰りでも低い山に登る場合であっても届け出は是非行うべきです。

遭難などの問題が発生した時、森林公園の運営者は事態に対応する必要が生じます。何よりも人命に関わる事柄なので、運営者は日頃より、届け出の励行を登山者に促すことが非常に重要です。しかし、一方で、届け出を行う登山者は必ずしも多くないともいわれており、そうした実態を把握することは安全管理のあり方を考える上で有意義といえます。

これを踏まえ、筆者らは登山口に登山者名簿を設置している森林公園に自動計測装置を設置し、実際にどれくらいの人が名簿への記載をしているのか、自動計測装置の値との比較から検証しました。

2. 登山者数の調査事例

図-2は、2011年の6月～10月の各日の自動測定器の測定値と名簿記入数の関係を示したものです。

両者の間には相関関係が認められ（ $R^2=0.5818$ ）、測定値と記入数はある程度まで一致していると捉えることができます。ただし、直線の傾きが1.7394と1より大きな値を示したことから、自動計測機の値が記入数より大きくなる場合が多く、仮に自動計測機の値が正しいとすると、登山者名簿への記入をしないで入山している人たちが一定程度存在することが考えられます。

今回の結果については、①自動計測機の精度をきちんと検証する必要がある点、②登山者用名簿への記入の実態が未解明である点が課題として残されており、未だ断定的とはいえません。したがって、今後はこうした点を調査して、さらに精度を高めた結果を出していく必要があると考えられます。

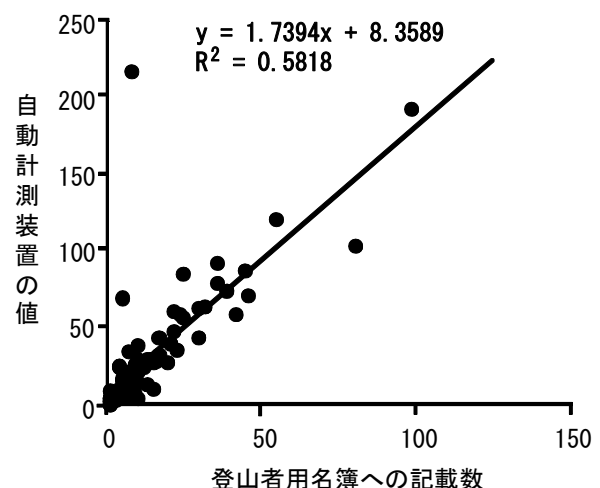


図-2 自動計測機の値と名簿への記入数

利用者数を推測する手法とは？

1. 利用者数を推測することの意義

企業では来客数のデータは商品販売のマネジメントにとって基底的であり、その活用の如何が経営に大きく影響します。同様に、森林公園においても、事前に各日の利用者数を推測できれば、施設運営の効

率化につながる事柄が多く出てくると考えられます。利用者数の推測によって効率化が図られる事柄としては以下の点が考えられます。

(1) 公園内施設の維持管理のあり方

公園内には様々な便益施設（トイレ・休憩施設など）が存在し、これらの維持管理は公園運営者の業務として重要です。各日に訪れる利用者数を適切に推測できれば、これら便益施設の使用頻度を推定でき、これに応じた維持管理のあり方（例えば清掃の回数・程度など）を検討できます。

(2) イベントへの参加者

公園運営者側が主催するイベントは事前の申し込みが伴う場合は参加者数の把握が可能ですが、事前申し込みがない場合は、推測した利用者数を活用することによって、準備や態勢づくりを無駄なく行えます。

(3) 物販施設での商品管理

物販施設を有する場合は、予想される利用者数に合わせて商品構成を考えることができます。

(4) 安全管理

登山利用や山菜採りなどへの安全管理では、日単位の利用者数を把握することにより、重点的に注意を呼び掛けるべき時期や場所を事前に把握したり、事故が起きた時の対応策づくりにも役立ちます。

2. 利用者数を推測する試み

森林公園での調査から得られたデータから利用者数の推測を試みました（表-1）。

調査対象地は、森林公園内の遊具広場で、入口に自動計測機を設置して往来する人たちの人数を測定しました（2011年6～10月 2012年7～10月）。

推測作業では往来数を目的変数（推測したい数値）とし、現地の「最高気温」「降水量」「最大風速」「日照時間」「学休日」を説明変数（推測に使うパラメータ）にしました。

これらのデータに統計手法を適用した結果を表-1に示します。推測の精度を示す決定係数は0.442～0.742

であり、精度の高さを示す基準値（決定係数<0.500：精度が低い 0.8>決定係数≥0.500：精度がやや高い 決定係数≥0.800：精度が高い）を踏まえると、精度がやや良い場合と低い場合が混在しています。

また、実測値（往来数）と推測値を日単位で布置した図-3（2011年6月の例）を見ると、実測値が大きな値を示している日の推測値が小さいことや推測値が負の値を示す場合も見られるなど、さらに検討や改善が必要と理解できます。

表-1 推測の結果（精度の高さ）

| 年 月 | 決定係数 | 年 月 | 決定係数 |
|---------|-------|---------|-------|
| 2011.06 | 0.619 | 2012.07 | 0.618 |
| 07 | 0.619 | 08 | 0.442 |
| 08 | 0.638 | 09 | 0.468 |
| 09 | 0.464 | 10 | 0.552 |
| 10 | 0.742 | | |

決定係数<0.500 → 精度が低い
 0.8>決定係数≥0.500 → 精度がやや良い
 決定係数≥0.800 → 精度が高い

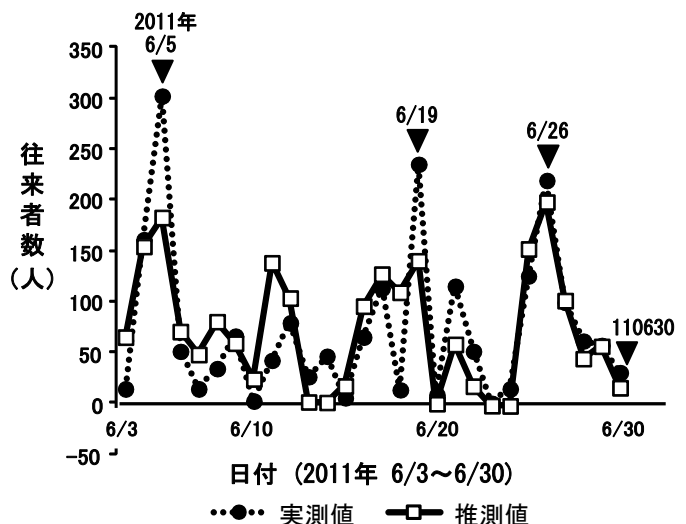
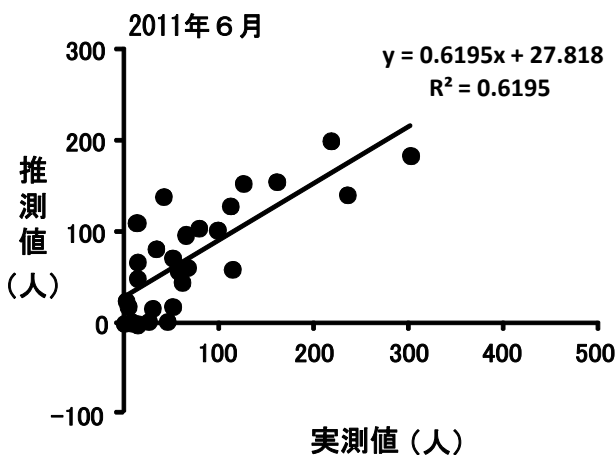


図-3 利用者数推測の結果（2011年6月の例）

今回の試みでは推測の精度にばらつきがあり未だ検討が必要な状況です。しかし、これまでに示したように、店舗の来客数や観光地の入れ込み客数などの予測技術に関する研究事例は比較的多く、これらを参考に推測精度を向上させていくことや、情報として入手しやすいパラメータをさらに検討することで、簡便で精度の高い推測方法を作り出すことが可能になると考えられます。

おわりに

森林公園は「建設の時代」から利用者の満足度を重視した「運営・管理」が重視される時代へと移り変わっています。こうした変化に対応するためには、基盤となるハード面に加え、ソフト面を重視した公園運営とともに、経営的視点を取り入れた森林公園の運営・管理が必要ですが、具体的な手法は未だ作られていません。この報告では、そうした手法づくりの入り口として、森林公園の利用者数に着目し、その測定方法や活用策を紹介しました。また、今回の報告は、限られた数の利用者や施設を対象としたので、内容の普遍化にはさらなる調査が必要です。この種の調査が道内の多くの施設で実施され、本報告内容の修正や、よりの確な提言が行われることを強く望みたいと思います。

最後に、この研究を進めるにあたり、道内各地の森林公園担当者の方々から長きにわたって多大なご協力を得ました。ここに深く感謝の意を表します。

(道東支場・緑化G)

光珠内季報 NO. 177

発行年月 平成27年12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>
