

# 河道内樹木管理支援のための多時期航空写真画像等による土地被覆履歴の把握

環境リモートセンシング研究室 山谷幹樹

## 1. はじめに

河道内樹木とは、堤外地に生育する樹木のことを言い、樹林化すると河川管理上様々な問題の原因となる。そのため、河道内樹木管理が必要となり、伐採等の前に現地調査によって、河道内樹木の情報が収集されている。例えば、樹木群繁茂形態調査では、樹木群の面積、樹高、密生状況、樹種が調査されている。しかし、近年の河道内樹林の生長によって、伐採が必要な箇所が増加している。そのため、既存の調査では以下のような問題が発生している。それは、1)密生状況の評価が定性的であること、2)点観測で面的な把握が容易でないこと、3)調査結果に調査員の個人差が影響することである。そして、この問題により、河道内樹木伐採の優先順位が不明確となっているのが現状である。そのため、面的定量的な河道内の植生状態の把握が今後の河道内樹木管理に求められている。したがって、遠方から広範囲に対象物の情報を計測可能なリモートセンシング技術を活用した土地被覆の把握が有効である。

本論文では、河道内樹木管理上の情報のうち、樹林化予防の参考情報、倒木の危険性、流下の阻害情報を収集するため、多時期航空写真画像と地上レーザースキャナーデータを活用し、土地被覆解析から樹林化の要因、林齢、樹高、密生状況を把握した。そして、得られた情報から植生状態を総合的に評価し、河道内樹木管理を支援することを目的とした。

## 2. 研究の流れ

研究の流れを説明する(図1参照)。まず、既存の多時期航空写真から土地被覆を把握した。次に、各時期の土地被覆を集計した経年把握から樹林化の要因を把握した。次に、樹木領域のみの経年把握から森林履歴を集計し、林齢を推定した。また、地上レーザースキャナーで計測した3次元点群データを用いて、樹高の分布及び地表植生の3次元分布解析を行なった。これにより、樹高と密生状況を把握した。

以上の結果から、総合的な植生状態の評価を行い、3次元空間把握から流下の阻害情報を収集した。なお、現地調査データ及び河川調査資料は、必要に応じて適時参照した。

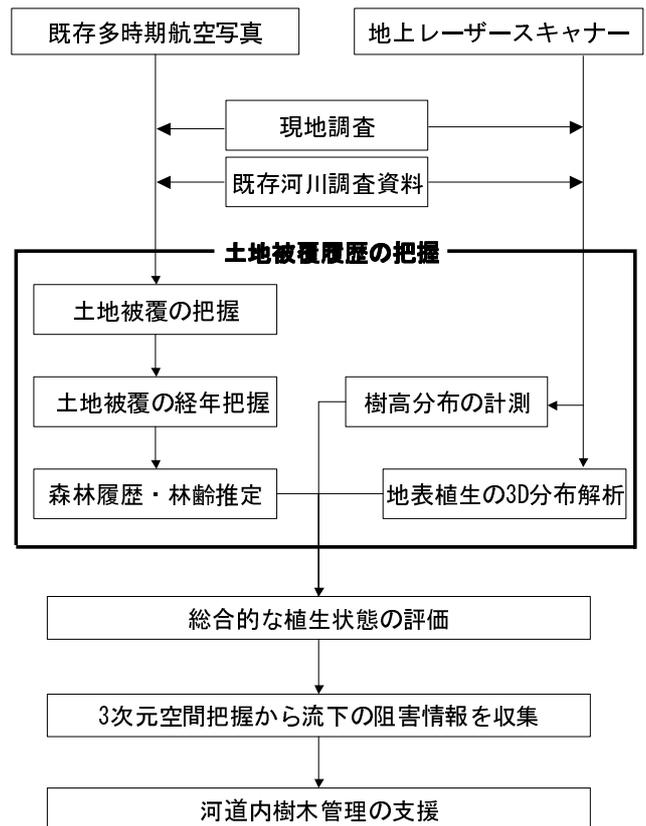


図1 研究フロー

## 3. 研究対象領域と使用データ

本論文では近年、国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所で問題となっている信濃川の長岡周辺地区を対象とした(図2(c)参照)。

研究対象領域は、五辺地区と大田川合流地区である。五辺地区は、高木林が広範囲に繁茂している地区であり、大田川合流地区は、3~4年前に大規模な伐採が行われた地区である(図2(a)、(b)参照)。

使用データは、既存する多時期航空写真、河川調査資料と本研究によって観測した地上レーザースキャナーデータ、現地調査データである(表1参照)。

表1 多時期航空写真の撮影年月日

撮影年月日			
①	昭和22年(1947年)10月13日	⑤	昭和63年(1988年)11月1日
②	昭和33年(1958年)10月24日	⑥	平成10年(1998年)11月4日
③	昭和43年(1968年)10月21日	⑦	平成18年(2006年)8月14日
④	昭和52年(1977年)7月30日		

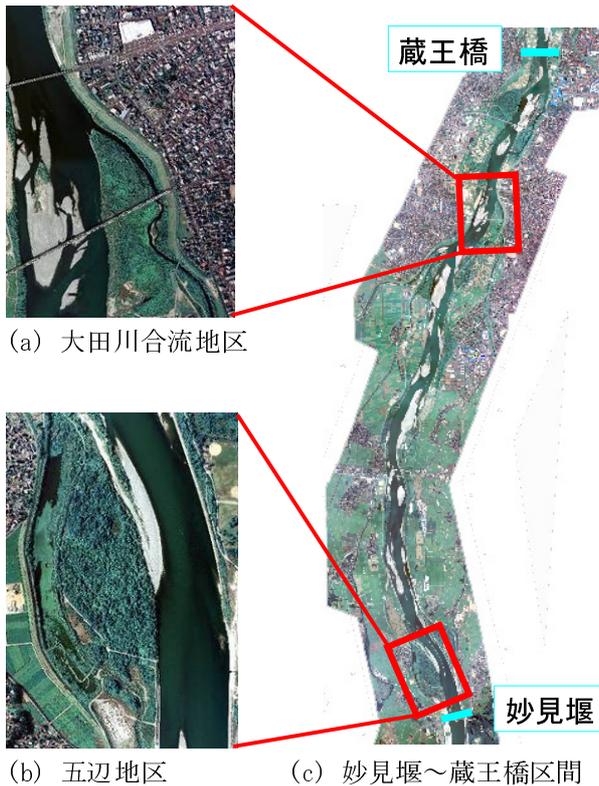


図2 H18年の妙見堰～蔵王橋区間の航空写真と研究対象地区

### 3. 研究方法

#### 3-1 土地被覆の把握

デジタル化した航空写真画像を用いて、教師無し分類を実施した。分類項目は、水域、砂州、裸地、草地、樹木の計5項目である。使用バンドは、カラー画像の場合は、可視光3バンド(赤、青、緑)、葉緑指標、影指標の標準偏差の計5バンドで、白黒画像の場合は、単バンドである。葉緑指標は、植生の緑色を強調するために使用し、影指標の標準偏差は、樹木の構造上の影を空間的に抽出するために使用した((1)式、(2)式参照)。なお、標準偏差フィルタのサイズは、最小の3×3に設定した。分類結果は、目

視で確認し、明らかに誤分類と判断した箇所のみ修正を加えた。

$$Greenness = \sqrt[4]{(G - R + 128)^2 \times (G - B + 128)^2 + 1} \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$SI = \sqrt[3]{(256 - R) \times (256 - G) \times (256 - B)} \cdot \cdot \cdot (2)$$

#### 3-2 土地被覆の経年把握

7 時期の土地被覆分類画像を用い、土地被覆の経時変化を調べた。まず、樹林化の発生時期を推定するため、土地被覆分類画像を使用し、全画素数と各分類項目の画素数の集計から占有率を算出した。次に、樹林化の要因を推定するため、航空写真と河川調査資料を用い、対象時期の周辺環境を把握した。

#### 3-3 森林履歴・林齢推定

7 時期の土地被覆分類画像の樹木領域分類結果を用い、平成18年の樹木領域を基準として、森林履歴を段階的に集計した。なお、航空写真が存在しない時期については、過去と現在の同箇所に樹木領域が存在していれば、過去と同じ樹木が現在も存在すると仮定した。

#### 3-4 樹高分布の計測

デジタル表層モデル(DSM: Digital Surface Model)とは、地物の高さ情報を含めた地表面のデータである。地上レーザースキャナーは、対象物にレーザー光を照射して距離を計測するため、3次元点群のDSMが出力される。本論文では、周囲より標高の高い複数地点から計測したDSMを用い、1)微小領域内(1m×1m)のDSMの最大値を代表値としてラスタライズDSMを作成(図3参照)、2)横断面を線形補間しラスタライズ地盤高を生成、3)ラスタライズDSMからラスタライズ地盤高を減算する手順で樹高を抽出した。

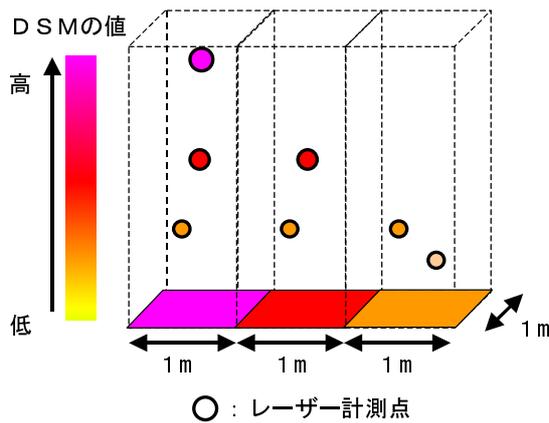


図3 ラスター化DSM作成方法

### 3-5 地表植生の3D分布解析

レーザー計測点を用い、密生状況を水位高別のデータ個数の合計から評価した。解析手順を説明する。まず、微小領域内のDSMの最大値を代表値としてラスタライズDSMを作成した。微小領域のサイズは、対象領域最遠方のレーザー計測ピッチとレーザー拡がり角を考慮し、20cmに設定した。次に、対象領域内のデータ個数の合計から遮蔽率を算出した(図4、式(3)参照)。対象領域は幅100m、奥行き10mに設定した。最後に、水位高別の遮蔽率を算出した。水位高は、高水敷から計画高水位までを等間隔に分けた標高値を用い、高水敷と計画高水位の標高値は、対象近隣の横断面図を参考とした。

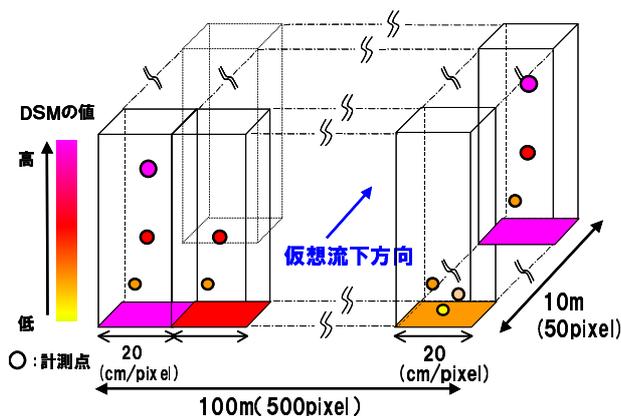


図4 レーザー計測点数の集計方法

$$\text{遮蔽率}(\%) = \frac{\text{計測点数}}{(500\text{pixel} \times 50\text{pixel})} \dots (3)$$

## 4. 結果

### 4-1 土地被覆の把握

7 時期の航空写真画像を用いて、教師無し分類を実施した結果を以下に示す(図5、6参照)。分類結果を航空写真と照合した。画像上で約40箇所を照合した結果、五辺地区、大田川合流地区共におおむね8割以上照合した。

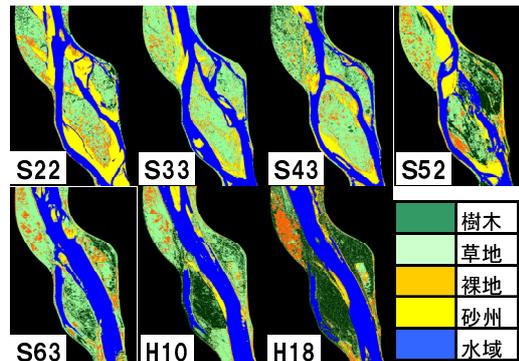


図5 時系列土地被覆分類画像(五辺地区)

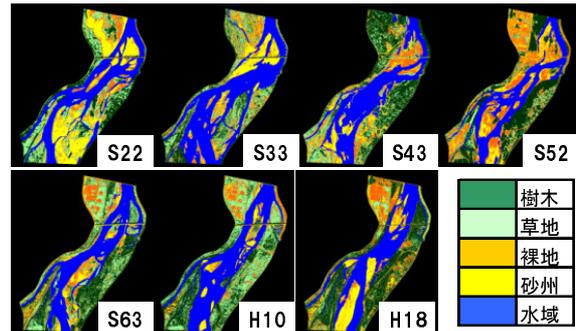


図6 時系列土地被覆分類画像(大田川合流地区)

### 4-2 土地被覆の経年把握と林齢の推定

五辺地区の土地被覆経時変化を集計したところ、草地と砂州の減少と共に樹木と水域が増加する結果となった(図7参照)。これは、昭和22年以降の耕作放棄と昭和52年~63年の低水路護岸工事による流路の拡大が要因だと推察した。よって、樹林化の要因は耕作放棄と流路の固定化が要因であると推察した。また、森林履歴の集計から現在の最大林齢は40年~49年だと推定した(図8参照)。

伐採前の大田川合流地区の樹林化は、昭和58年から昭和62年に建設された導流堤による流路の変化後、昭和63年までに植生が発生し、その後樹林化が進行したと推察した(図9参照)。

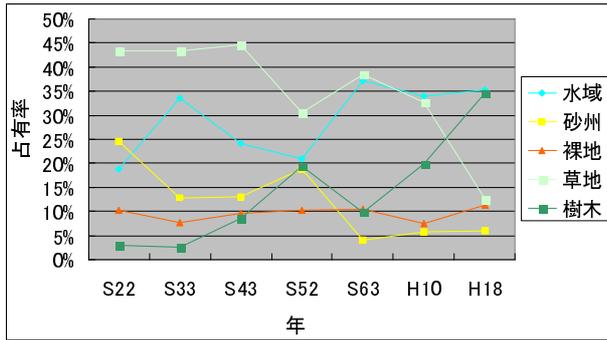


図7 五辺地区における各分類項目の占有率

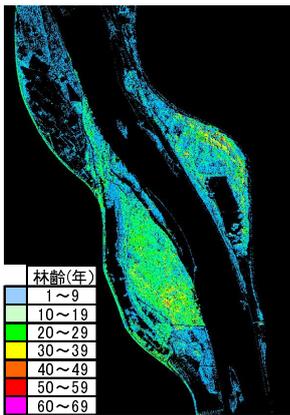


図8 五辺地区森林履歴

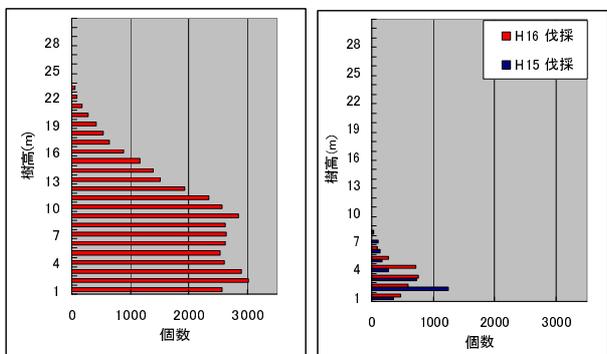


図9 導流堤 (赤点線)

#### 4-3 樹高分布計測及び地表植生の三次元分布解析

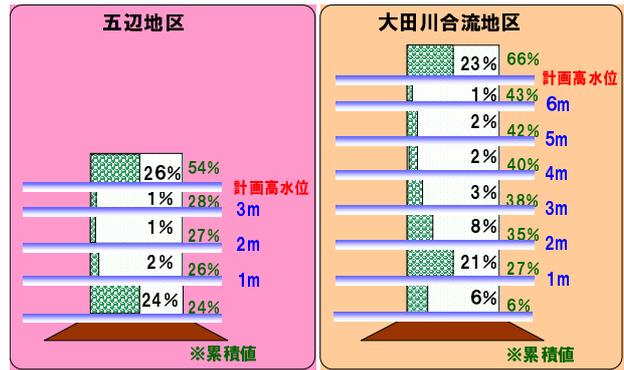
ラスター化樹高及び遮蔽率を集計した結果、五辺地区の最大樹高は25mで、遮蔽率は水位高1m以下が24%、計画高水位以上が26.4%、その他は3%以下となった。

大田川合流地区は、最大樹高9mで、遮蔽率は水位高3m以下が35%、計画高水位以上が22.8%となった(図10、11参照)。



(a) 五辺地区 (b) 大田川合流地区

図10 樹高分布の集計結果



(a) 五辺地区 (b) 大田川合流地区

図11 遮蔽率の算出結果

#### 5. 総合的な植生状態の評価

土地被覆履歴解析結果から植生状態を総合的に評価した。五辺地区の地表植生は、高木林による林床照度の低下によって陽樹が減少し、現在は幼樹と林床植生が生育する状態だと推察した。

大田川合流地区の地表植生は、伐採による林床照度の増加によって陽樹が成長し、現在は草地と樹木が混在する状態だと推察した。

#### 6. まとめ

土地被覆の経年解析から樹林化の要因を把握した結果、樹林化は人工的な工事による流路の固定化によって起こったことがわかった。また、最大林齢の把握から樹林帯の倒木の危険性が把握できる可能性が示唆された。

地上レーザースキャナーを用いて、樹高及び密生状況を把握した結果、伐採数年後も流下の阻害状態にあり、樹高が高いからといって一概には流下の阻害状態が高いとは言えない可能性が示唆された。

#### 7. 参考文献

- 1) 長谷川達也：信濃川河道内樹木の伐採計画(案)について、信濃川河川事務所,平成18年度国土交通省国土技術研究会
- 2) 馬場雅明：樹齢から見た河道内樹木の発達過程に関する調査,信濃川河川事務所,2007