

## 開葉前後 2 時期のデジタル航空写真の 標高データ差分によるニセアカシアの抽出

北海道立林業試験場 寺田 文子・菅野 正人

(株)シン技術コンサル 志村 一夫・齋藤 健一・澤田 雅代

### はじめに

ニセアカシア (*Robinia pseudoacacia* L.) は北アメリカ原産のマメ科落葉広葉樹で、日本には明治 6 年(1873 年)に輸入され、以来街路樹・庭木・治山砂防施工地など緑化の分野で広く植栽されてきた。近年では、良質なはちみつの採取源としても利用され、フローリング材としても注目されている面がある一方、野生化により分布域が拡大することで在来生物相のかく乱が問題視されており、ニセアカシアの分布域を把握しつつ適正な管理方法を提示することが求められている。

ところが、管理方法の決定に重要な要素となる分布域については、森林管理の現場で利用されている森林調査簿にデータがないため把握することができず、現地調査による確認も多大な時間と労力を必要とするため困難である。

そのため、リモートセンシングによる解析が行われており、ニセアカシアが他の樹種に比べて 2 週間程度開葉が遅いことに着目し衛星画像を判読した分布把握(1, 2)や、夏期の空中写真をリモートセンシング解析ソフトにより判読した分布把握(3)、開花時期の空中写真を目視判読した分布把握(4)など、リモートセンシングの有効性を確認している。しかし、衛星画像は必要な時期・場所の撮影が行われているか不確実であり、空中写真は開花時期の年変動により撮影時期・期間をあらかじめ決められないなど画像入手に関する課題や、判読に技術・経験が必要となるなど人的な課題がある。

そこで、これまでとは違った視点から、作業者の経験・技術に基づく判断を頼りとしないう解析方法として、ニセアカシアの開葉が遅いという特性をもとに、デジタル航空写真の撮影時に得られる画像と高さに関するデータから、GIS 解析ソフトを利用したニセアカシア分布域の抽出が可能か検討した。

### 研究方法

研究対象地は、北海道美唄市を流れる美唄川で、流域面積約 94km<sup>2</sup>、流域延長約 3km のうち、堤外地の特にニセアカシアが多く存在する範囲、幅 0.5km・長さ 1.5km、面積約 78km<sup>2</sup>で解析を行った。

解析対象地の河岸周辺には、研究対象のニセアカシアのほか、ヤナギやケヤマハンノキなどの落葉広葉樹、ニセアカシアと同様に開葉が遅いヤマグワが存在している。ニセアカシアの樹高は、点在する 26 本を測定したところ 9.2m から 19.7m であった。

また、2009 年の撮影後に伐採された伐根の樹齢は 10 年程度であった。



図-1 研究対象地

撮影に使用したデジタル航空カメラは、VEXCEL ULTRA CAM D (UCD) である。ニセアカシア開葉後の撮影は 2008 年 9 月 4 日 (以後、開葉後とする) に、開葉前の撮影はその他の広葉樹がほぼ開葉を終えた 2009 年 5 月 20 日 (以後、開葉前とする) に行った。撮影の飛行高度は約 700m で撮影縮尺は約 1/6,667 であった。

撮影時に取得できるのは画像と高さに関するデータで、画像データは、白黒画像が 11,500×7,500 ピクセル (地上分解能 6cm)、カラー画像は 4 バンド (青・緑・赤・近赤外) の 3,680×2,400 ピクセル (地上分解能 18cm) である。高さに関するデータは、国土地理院の電子基準点を参照局として、カメラの位置や傾きなど (GSP/IMU データ) から自動計測により物体の表面高 DSM (digital surface model) を得ており、0.5m メッシュで作成した (以後、高さに関するデータを DSM データとする)。

本研究で使用したのは、カラー画像と DSM データである。ESRI JAPAN 社の GIS ソフトウェア ArcGIS9 を

Fumiko TERADA, Masato KANNO (Forestry Resource Analysis Section, Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai 079-0198)  
Kazuo SHIMURA, Kenichi SAITOU, Masayo SAWADA (Shin Engineering Consultants CO., LTD., Sapporo 003-0021)  
Extraction of *Robinia pseudoacacia* L. area using differential digital elevation data created from aerial photographs before and after leaf emergence.

使用して次のとおり解析を行った。

- 1) 自動計測で得た開葉前後の DSM が現している位置を確認する。
- 2) 1) で確認したデータから差分 DSM(以後、 $\Delta$ DSM とする)を計算する。  

$$\Delta \text{DSM} = (\text{開葉後の DSM}) - (\text{開葉前の DSM})$$
- 3) 2) で求めた  $\Delta$ DSM から 1m 毎のコンターラインを作成する。
- 4) 3) で作成したコンターラインと開葉前の画像との重ね合わせ(図-2)と目視により閾値を決定し、比較データをもとに精度検証を行う。

精度検証で使用した比較データは、開花期の空中写真の目視判読と現地調査をもとに作成した樹種分類図における「ニセアカシア」と「その他広葉樹」の面積のみを使用し、草地や道路等は当初より解析対象外とした。また、森林域や樹冠とは考えられない微小領域(10m<sup>2</sup>以下)も対象外としている。

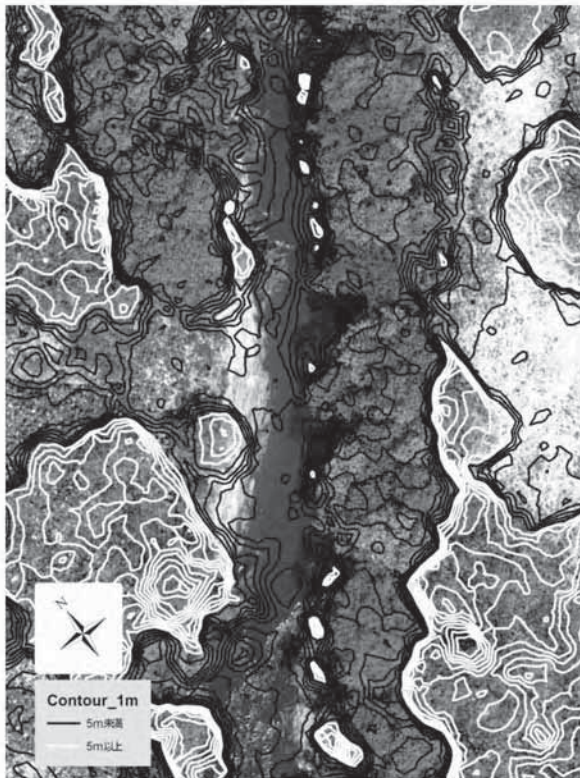


図-2 作成コンターと撮影画像

### 結果と考察

開葉前後の DSM データについて、自動標高計測時に DSM の位置を確認したところ、開葉後は樹冠高を表しているが、開葉前は枝や幹の高さではなく地表面の高さを表していることが判明した(図-3, 4)。

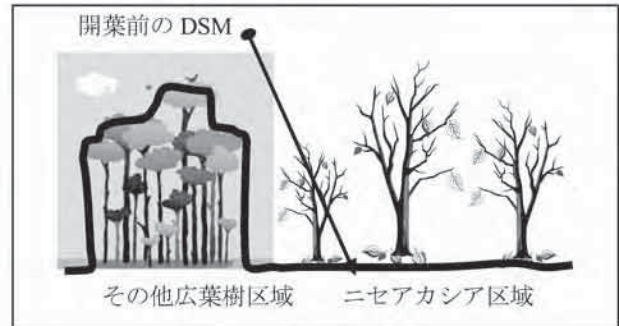


図-3 開葉前の DSM

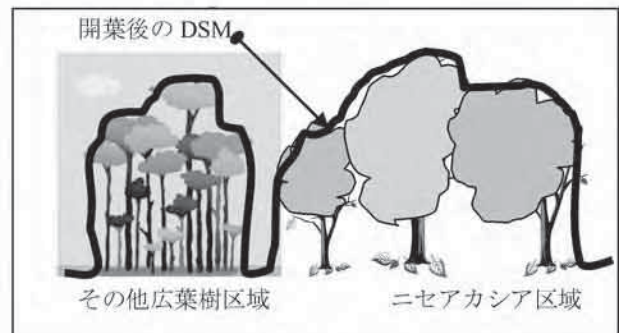


図-4 開葉後の DSM

ニセアカシアを抽出する  $\Delta$ DSM の閾値の決定では、各コンターラインと開葉前の画像との重ね合わせと目視から  $\Delta$ DSM  $\geq$  5m 区域がニセアカシアの分布域とほぼ一致していることを確認した後、 $\Delta$ DSM 3, 5, 7m の各区域面積で精度検証を行った(表-1)。

表-1 各  $\Delta$ DSM の精度の比較

	ニセアカシア 区域と $\Delta$ DSM 以上の区域が 一致した精度	その他広葉樹 区域と $\Delta$ DSM 以下の区域が 一致した精度	全体の分類 精度
3m	91.6%	71.6%	81.2%
5m	86.3%	81.2%	83.7%
7m	76.2%	89.3%	83.0%

$\Delta$ DSM  $\geq$  3m のラインは 5m よりも外側にあるためニセアカシアをより多く抽出してしまい、ニセアカシアの区域と一致する割合が高くなるが、その他広葉樹の区域では精度が落ちている。 $\Delta$ DSM  $\geq$  7m では反対に、ニセアカシアと一致する精度が低く、その他広葉樹と一致する精度が高くなった。このことから、本研究対象地では、両者をより十分に抽出し全体の分類精度も一番高い  $\Delta$ DSM  $\geq$  5m を使用することが適当と判断した。

$\Delta$ DSM  $\geq$  5m の区域は図-5 に示す。



図-5  $\Delta$ DSM $\geq$ 5mの区域



図-6 樹種分類図

精度検証に用いた $\Delta$ DSMと比較データとした現地調査結果より作成した樹種分類図(図-6)の区域の考え方は図-7のとおりである。 $\Delta$ DSM $\geq$ 5mの面積は57,926m<sup>2</sup>、 $\Delta$ DSM<5mの面積は54,885m<sup>2</sup>、樹木分類図のニセアカシアの面積は54,416m<sup>2</sup>、その他広葉樹の面積は58,394m<sup>2</sup>である。また、 $\Delta$ DSM $\geq$ 5mかつ樹種分類図でニセアカシアとした面積56,947m<sup>2</sup>、 $\Delta$ DSM<5mかつ樹種分類図でその他広葉樹とした面積は47,415m<sup>2</sup>である。

これらの数値を用いて検証した結果を表-2に示す。 $\Delta$ DSM $\geq$ 5mの全体の分類精度は約84%であった。これまでの成果と比べると、開花時の空中写真を目視判読で分布把握をした約95%(4)には劣るが、開葉前や夏期の空中写真をリモートセンシング解析ソフトで分布把握をした約65~77%(1, 2, 3)に比べると高い精度となっている。

表-2 ΔDSM と現地調査結果

	現地調査結果での分類 (㎡)			精度
	ニセアカシア	その他広葉樹	計	
ΔDSM ≥5m(ニセアカシアと判断)	46,977 (i)	10,979 (iii)	57,926	81.1%
ΔDSM <5m(その他広葉樹と判断)	7,469 (ii)	47,415 (iv)	54,885	86.4%
計	54,416	58,395	112,811	-
精度	86.3%	81.2%		83.7%

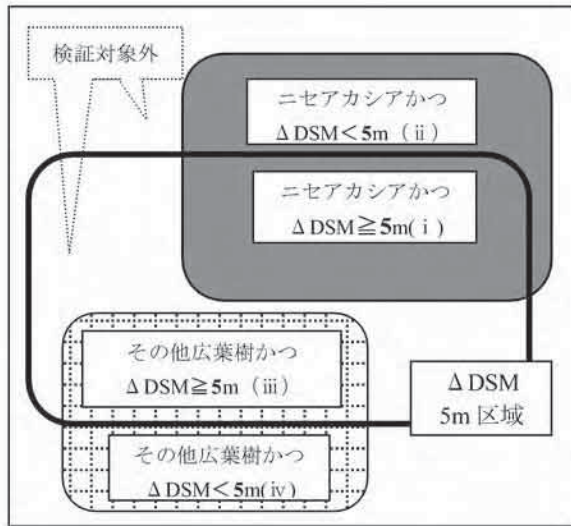


図-7 精度検証の分類模式図

また、 $\Delta\text{DSM} \geq 5\text{m}$  の区域のうち現地調査結果がその  
他広葉樹に分類されている面積は約 19%で、この部分は  
ニセアカシアと同様に開葉が遅いヤマグワなどが存在し  
ていたためである。

$\Delta\text{DSM} < 5\text{m}$  区域のうち現地調査結果がニセアカシア  
であった箇所は約 14%で、開花時期の約 12% (4)  
と同程度であるが夏期の約 6% (1) に比べると精度が劣  
っている。単木でのニセアカシア抽出など詳細な分布  
把握には課題が残る結果となった。

まとめ

本研究では、ニセアカシアが他の樹種と比べて開葉時期  
が遅いという性質を利用し、開葉前後に撮影したデジタル  
航空写真から得たDSMデータの差分を用いて、分布域を  
客観的に効率よく把握できるかについて検討した。

その結果、樹木が存在する地域のうち、開葉前後の  $\Delta\text{DSM}$   
が5m以上であれば、本対象地でのニセアカシアの分  
布域を十分に抽出することが可能であった。

また、その精度は84%であり、衛星画像やデジタル航空  
写真の画像分類による研究成果と比べて精度がよいほか、  
機械的に行うことで、作業者の経験や技術の影響がより少  
なく客観的な短時間での作業を行えることが確認できた。  
費用や分類精度の向上などの課題はあるが、本手法はニセ  
アカシアの分布把握に有効だと考えられる。

なお、本研究は北海道立林業試験場と(株)シン技術コン  
サルとの共同研究により実施した。

引用文献

- (1)菅野正人・志村一夫・齋藤健一 (2009) 春期に撮影  
したデジタル航空写真によるニセアカシアの分布把握.  
日本リモートセンシング学会第 47 回 (平成 21 年度秋  
季) 学術講演会論文集(印刷中)
- (2) 山田健四・真坂一彦 (2008) 北海道の旧産炭地に  
おける侵略的外来種ニセアカシアの分布状況とその  
歴史的背景. 保全生態学研究 12 : 94-102
- (3)菅野正人・志村一夫・齋藤健一 (2009) 夏期に撮影  
したUCDによるニセアカシアの分布把握. 日本リモ  
ートセンシング学会第 46 回 (平成 21 年度春季) 学術  
講演会論文集 : 177-178
- (4)菅野正人・対馬俊之・志村一夫・齋藤健一 (2008)  
開花期に撮影したUCDによるニセアカシアの分布  
把握. 日本リモートセンシング学会第 45 回 (平成 20  
年度秋季) 学術講演会論文集 : 219-220