

山地食害の現況把握における衛星リモートセンシングの活用に関する研究

日大生産工(院) ○和具 良平 日大生産工 西川 肇
日大生産工 工藤 勝輝

1. はじめに

近年、イノシシ・クマ・シカなどの野生動物による農作物等の被害(食害)が全国的に広がりを見せ大きな社会問題となっている。その被害は深刻で、樹木の立ち枯れやササ等の下層植生の衰退・鳥獣の不嗜好植物の増加や剥被害・田畑への侵入による農作物の踏みつけや掘り返しなどがある。これらは森林生態系へ強い影響を及ぼしており、農作物の被害金額は全国で約200億円に上るとされている(図-1参照)。有害獣による農林業被害に対しては駆除・防護柵などによる未然の防止策によって対処しているが、生息数や被害状況の的確な把握が前提となる。これまで農林被害については聞き取り調査・現地調査および航空測量などで把握する手法がとられていたが、日々増大する被害への早急な対策が急がれている現状を考慮すると、広域な地表面被服状態(地被状態)を周期的に観測し、且つ経費・労力・期間が大幅に削減できる地球観測衛星によるリモートセンシングデータの活用が有効であると考えられる。

本研究はリモートセンシング技術を活用し、被害地域の衛星画像から過去と現在の環境や植生状況変化の比較によって、被害箇所および被害状況について検討した。

2. 研究対象地域

研究対象地域は千葉県市原市(高滝ダム周辺域)である。市原市は房総半島西部を流れる養老川の流域を市域としており北は東京湾に面する臨海工業地帯、南は房総丘陵に連なる山間部で南北に非常に長い市域を持っている。

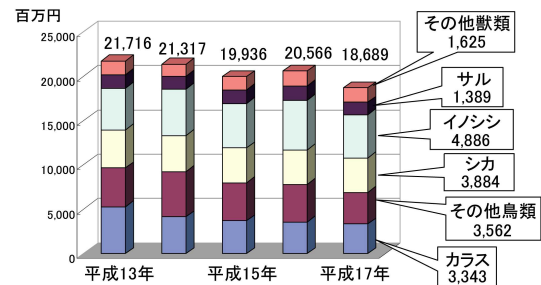


図-1 野生鳥獣による農作物被害金額の推移

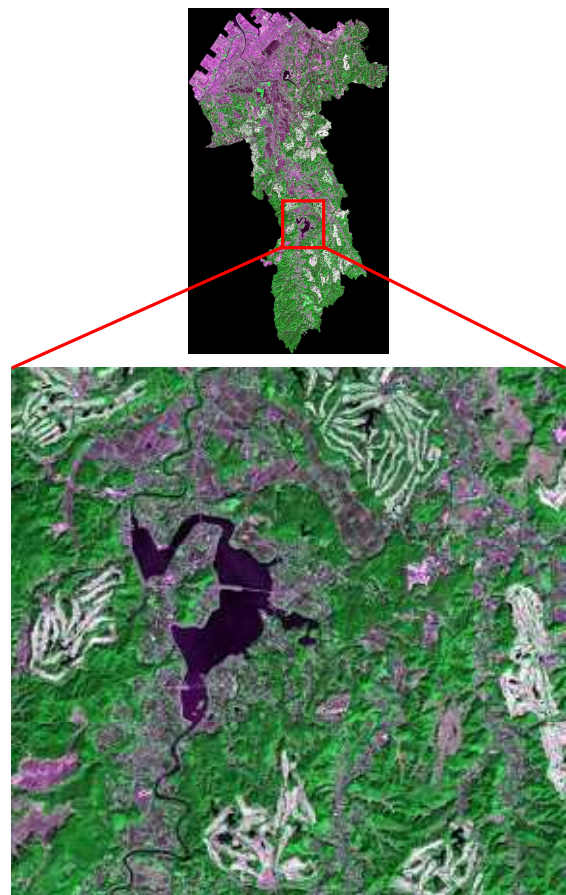


図-2 ALOS-Pan sharpen(Natural Color)

市原市の面積は 368.2km² であり、関東では非常に広い行政域である。図-2 は、2008 年 4 月 1 日撮影の ALOS-Pan sharpen(Natural Color)画像である。四角で囲まれている部分が高滝ダム周辺域である。

2.1 対象地域の選定理由

高滝ダム周辺域は市原市の中でも特に被害が集中した地域であり、2007年・2008年共に被害が出ている地域があるため対象地域に選定した。被害状況は、市原市提供の被害状況地図(図-3)のとおりである。赤丸が平成18年度、青丸が平成19年度被害地となっている。

2.2 植生概況

高滝ダム周辺の植物は、清澄山系の植物が多く、暖地性の植物と山地系の植物が混在している。常用広葉樹・落葉広葉樹が共に南部で多く見られる。図-4は、高滝ダム周辺の植生分布図を示したものである。

2.2. 食害状況

高滝ダム周辺域ではイノシシやシカによる被害が多く見られ、農業では季節に応じてとれる農作物が被害にあっている。春はタケノコやシイタケ、夏は水稻、秋はイモ類が被害にあっている。林業では、造林木の摂食・踏みつけ・スギやヒノキの苗木や成木がツノ研ぎによって幹の皮が剥げて樹木が枯死するなど林齢や季節に係わりなく被害を受けている。

3. 野生動物による食害の特性

a) イノシシによる食害

イノシシは雑食性であり、ほとんどの農作物が対象となる。反芻胃を持たないイノシシにとって、消化の良い農作物は格好の餌である。山に餌が少なくなる夏季に水田に侵入し、乳熟期をむかえるイネを食害するほか、踏み倒すことで大きな被害を出す。稲以外には野菜・イモ類・マメ類・ムギ類等も食害する。シカと異なり、農作物の地下部(根系)も食害することが多い。農地周辺で見られるイノシシの痕跡として、足跡・掘り返し跡・食痕などがある。

b) シカによる食害

反芻動物であるシカは、一部の有毒な植物(アセビなど)を除き1000種を越える植物の葉、芽、樹皮、果実を餌としている。シカにとっては農地の農作物だけでなく、集落周辺の雑

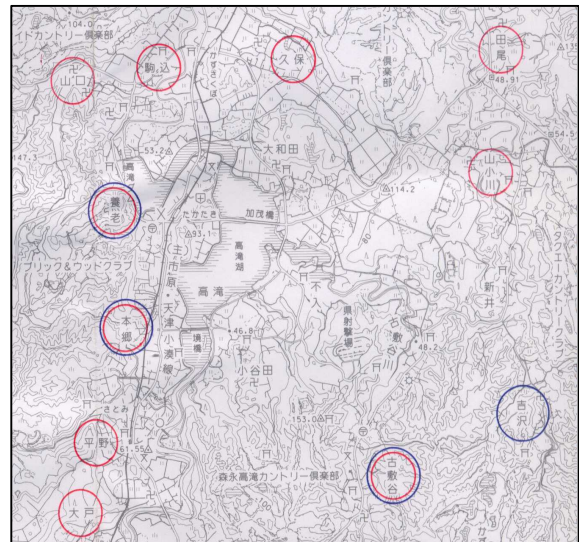


図-3 高滝ダム周辺被害状況図

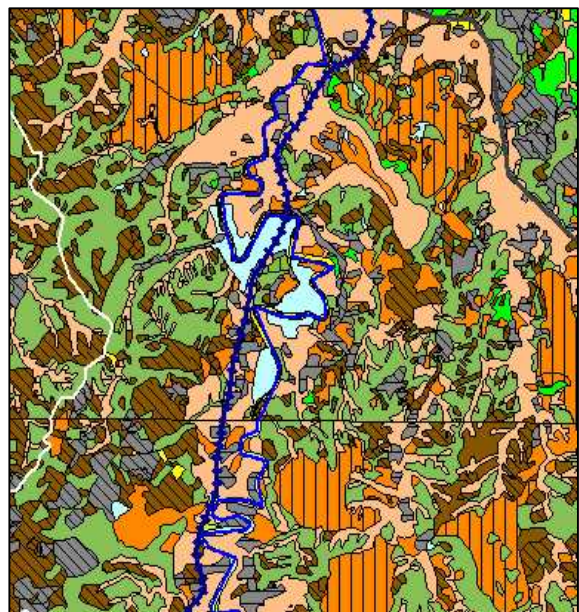


図-4 高滝ダム周辺植生図

草の大半が餌となる。特にシカの餌が乏しくなる冬～早春の農地、林道や農道ののり面、果樹園などに茂る青草は格好の餌資源である。農地周辺で見られる鹿の痕跡として、足跡(イノシシと異なり副蹄跡は残りにくい)、糞、食痕などがある。また、樹皮はぎ跡などが見られる。特にシカの密度が高い地域の森林では、シカの食害によって高さ2m以下の林床がほとんど消失し、都市公園のような景観を呈している場合がある。

4. 植生情報を抽出する画像解析

本研究では、2007年11月15日、2008年4月1

日観測のALOS/AVNIR-2衛星データを利用し、NDVI(正規化植生指標)を用いて2時期の植生状況の変化を比較した。衛星データの前処理として以下のことを行った。

a) 幾何補正

緯度・経度などの正確な位置情報を衛星データに反映させるためには、衛星データの幾何学的な歪みを補正する必要がある。この歪みは、センサ内部の走査機構や集光系・分光計に起因するもの、プラットフォーム(衛星)の位置や姿勢などに起因するもの、地球の曲率や地形などに起因するものなどがあり、これらに起因する画像データの歪みを取り除くことを幾何補正という。本研究では、国土地理院発行の1/25000の数値地図を利用し、時間的な位置及び形状変化の影響を受けがたい橋梁や道路の交差点などの地上検証地点(GCP)を用いて画像座標系と幾何学的歪みのない地図座標との変換式を求め、幾何補正を行った。なお、本研究では最近隣内手法を用いた。

b) 輝度補正

以下に示す変換式を用いて、衛星データの輝度値(DN値)から放射輝度(Radiance)への変換を行った。

$$R=(v/D_{\max})\times(R_{\max}-R_{\min})+R_{\min}$$

ここに

R：絶対放射輝度

V:DN値

D_{max}:255

R_{max}：検出器の最大放射輝度

R_{min}：検出器の最小放射輝度

c) 放射輝度から反射率への変換

以下に示す変換式を用いて衛星データから変換した放射輝度(Radiance)を反射率(Reflectance)へと変換を行った。

$$\rho_p=(\pi \cdot L_\lambda \cdot d^2)/(ESUN_\lambda \cdot \cos\theta_s)$$

ここで

ρ_p：反射率

L_λ：放射輝度

d：地心 - 太陽距離(天文単位)

ESUN_λ：平均太陽の放射輝度

cosθ_s：太陽の天頂角

d) NDVI画像の作成

NDVI(正規化植生指標)は、リモートセンシングの多バンドデータから求められる植生の有無・多少・活性度を示す指標である。植物の葉に含まれるクロロフィルは、可視光赤波長域を強く吸収し、葉の細胞構造は近赤外の波長帯を強く反射する。この特性を利用し、2つの波長帯データを用いて以下の式によって算出した。

$$NDVI = \frac{(NIR-VR)}{(NIR+VR)}$$

ここに

NDVI：正規化植生指標

NIR：近赤外波長域(Band4)

VR：可視光赤波長域(Band3)

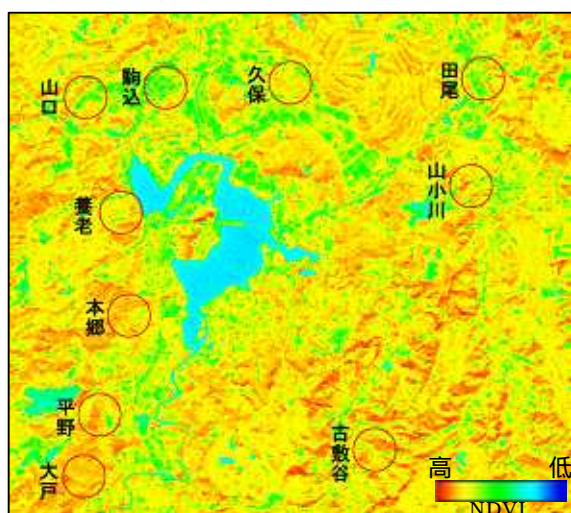
NDVIは植物の葉の量が多いほど値は高くなる。

本研究では作成されたNDVI画像の各画素に青から赤の配色を施した。青に近づくほど値が低く、赤に近づくほどNDVIの値が高くなっている。

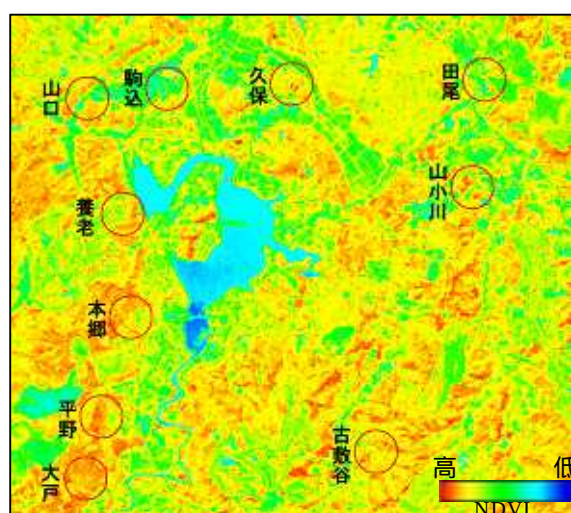
7. NDVI画像における比較結果

図-5は作成したNDVI評価画像を示したものである。この画像から各被害地点のNDVI評価の比較を行った結果、全体的にNDVIの低下が見られた。

2つの画像を比較し最もNDVIの変化が見られた本郷地域のNDVI評価画像を図-6に示す。2つを比較してみると2つの地点においてNDVIの低下が見られ、2007年から2008年にかけて緑から水色・オレンジ色から黄色へと変化していることが分かった。この地点を衛星画像で確認してみたところ、農耕地であることが分かった。このことからイノシシの侵入による田畑の掘り返し・踏みつけによる土壌の減衰によるものと考えられる。またNDVIの低下が見られた地域をALOS-Pan sharpen(True Color)画像と重ね合わせることによって被害地の確認を行った(図-7)。同様のことを他の地域でも行った結果、7地域でNDVIの低下が見られ養老地域以外は、農耕地であることがわ



a) 2007 年



b) 2008 年

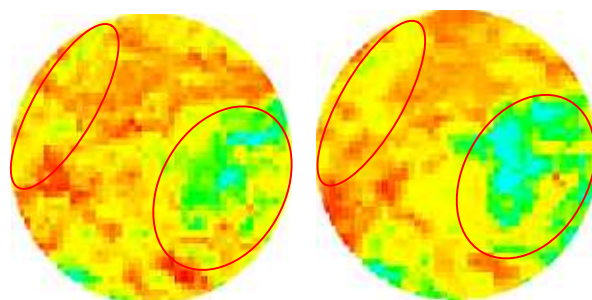
図-5 高滝ダム周辺域 NDVI 評価画像

かりイノシシによる被害が深刻であると考えられる。

8. おわりに

食害地域における NDVI 評価を行った結果植生の低下は、農耕地帯に集中していることが分かった。このことから高滝ダム周辺域における主な被害状況はイノシシによるものだと考えられる。また今後の課題として以下のことが挙げられる。

- 1) 画像解析だけではなく実際に被害地域に赴き、被害地域の調査(分光反射特性など)をし、衛星画像と現地の分光反射特性をリンクさせることで被害地域の特徴などが分かり、より詳細な被害状況の把握ができると考えられる。
- 2) 植生の低下が農耕地帯に見られるので、今後は正規化土壌指標 NDSI・正規化水指標 NDWI を用い、NDVI と組み合わせることにより詳細な農耕地における土壌や植生の時系列変化を捉える事が出来ると考えられる。
- 3) 被害状況が常に変化するため、同時期・同位置での継続的な解析が必要である。
- 4) 多くの住民に被害状況を認知してもらい、リモートセンシング技術だけではなく野生動物の被害縮小のためにも地域住民の積極的な参加が不可欠である。



a) 2007 年

b) 2008 年

図-6 本郷地域 NDVI 評価画像



図-7 NDVI の低下が見られた地域

参考文献

- 1) 野生鳥獣被害防止マニュアル
イノシシ・シカ・サル実践編
- 2) 市原市食害被害状況地形図
- 3) 宇宙からの地球観測
- 4) リモートセンシング用語辞典