

河川における外来種管理のための オオキンケイギクの開花推移に関する新たな把握方法

小栗ひとみ・畠瀬頼子・松江正彦・栗原正夫

1. はじめに

河川の堤防のり面や高水敷では、5月から7月にかけて、特定外来生物¹⁾ オオキンケイギク (*Coreopsis lanceolata*) が一面に黄色い花を咲かせる光景が広がる (図-1)。オオキンケイギクは、平成3年より5年に1回の頻度で実施されている河川水辺の国勢調査において、確認河川及び確認地区の割合が経年的に増加し、分布が拡大していることが報告されている (図-2)。河川においては、平成18年2月の国土交通大臣を主務大臣等とする防除の公示を踏まえ、オオキンケイギク等陸生植物5種について、除草等の河川管理行為を「外来生物法」第11条に基づく防除と位置付けた取り組みが行われている。

河川の維持管理における除草は、堤防の強度保持や状態把握のために、出水期前と台風期の点検に支障が生じないように、概ね5~7月頃と8~10月頃の年2回、機械による刈り取りが行われている。刈り取りによる管理では、オオキンケイギクの株そのものを除去する効果は低いものの、結実前に刈り取りを行えば、種子の拡散を防止することができる²⁾。しかし、堤防延長は極めて長大であるため、延長に沿って順次刈り取りを進めていく場合、区間によっては管理適期を逸してしまう可能性がある。オオキンケイギクは、5mm程度の種子を1頭花あたり100個程度結実する³⁾。運搬時の逸出防止に努めるとされているものの、管理時期が結実後となった場合には、除草作業時や運搬時に種子のこぼれ落ちが生じ、拡散を助長してしまう危険性もある。より効果的、効率的な防除を行うためには、当該地域におけるオオキンケイギクの開花結実の時期を正確に把握し、それを踏まえて、オオキンケイギクの生育箇所の除草が適期に合わせられるような作業工程の設定が重要である。しかし、これまでに、開花から結実までの推移を

定量的に捉えたデータは見あたらない。

植物の開花結実の時期は気候に影響を受けており、南北に長い日本では開花結実の時期は大きく異なる。そのため刈り取りに効果的な時期も、地域によって異なるものと予想される。気候と開花結実の時期の関係を把握できれば、刈り取りに最適な時期を広域で推測することができる。

そこで、筆者らは、推定に必要なデータの取得を目的として、平成22年度よりインターバルカメラを用いたオオキンケイギクの開花結実調査を実施している。本稿では、インターバルカメラにより連続撮影した画像からオオキンケイギクの開花量の推移を定量的に把握する手法について、頭花数の現地計測との比較によりその有効性を検証した結果を交えて紹介する。

2. インターバルカメラによる連続撮影

2.1 撮影方法

調査対象地は、気候条件の異なる岩木川 (青森県弘前市駒越地先)、鬼怒川 (栃木県さくら市氏



図-1 河川区域に広がるオオキンケイギクの群生

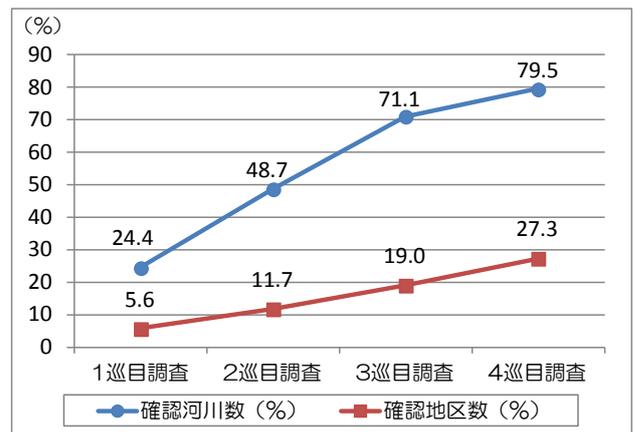


図-2 河川水辺の国勢調査におけるオオキンケイギクの分布の推移

家地先)、木曾川(岐阜県各務原市川島笠田町地先)、重信川(愛媛県東温市南野田地先)の4河川の高水敷とした。各河川のオオキンケイギク生育地に、インターバルカメラ2台を設置した。インターバルカメラは、環境省のモニタリングサイト1000⁴⁾等で実績があり、価格が安く、また取扱も容易なBrinno社製Garden Watch Camを使用した(図-3)。設置にあたっては、調査区もしくは調査区近傍の範囲で、できるだけ多くのオオキンケイギクの個体が、個々の花が識別できる範囲で写り込むよう位置を調整し、撮影間隔2時間で頭花の連続撮影を行った。撮影期間は、オオキンケイギクの開花の始まりを捉えられるよう河川ごとに開始時期を調整し(岩木川:6月上旬、鬼怒川:5月中旬、木曾川:5月上旬、重信川:4月下旬)、いずれも8月31日までの基本として設定した。

図-4に撮影された画像の一例を示す。これらの画像からは、開花が開始から1週間~10日程度でピークを迎える様子や、結実が進んでいく様子を観察することができる(図-4)。

2.2 撮影画像の解析方法

画像の解析は、Adobe Photoshopを用いて開花色を抽出する方法で行った(図-5)。まず、AVI形式で記録された連続画像の中から、各日で最も撮影状態の良い画像を選び、JPEG形式に変換した。次に、オオキンケイギク以外の地物などの影響を排除するため、解析対象範囲の切り出しを行った。なお、切り出し面積は、インターバルカメラごとに一定とした。さらに、天候の違い等に



図-3 インターバルカメラ

よる明るさのバラツキを補正するため、Adobe Photoshopにより輝度の平均値を256階調の中央値付近に調整することによって標準化を行い、解析用画像を作成した。

続いて、各画像について、Adobe Photoshopの自動選択ツールを用いて開花色エリアを画面上で選択し、選択された範囲を黒色、それ以外の範囲を白色に二値化して、各画像の全ピクセル数に占める開花色エリアのピクセル数の割合(開花色面積率)を算出した。それらの解析結果は、図-6のように時系列に整理することで、開花量の推移を定量的に把握することができる。木曾川の例では、平成22年における開花色面積率は、5月22日頃か

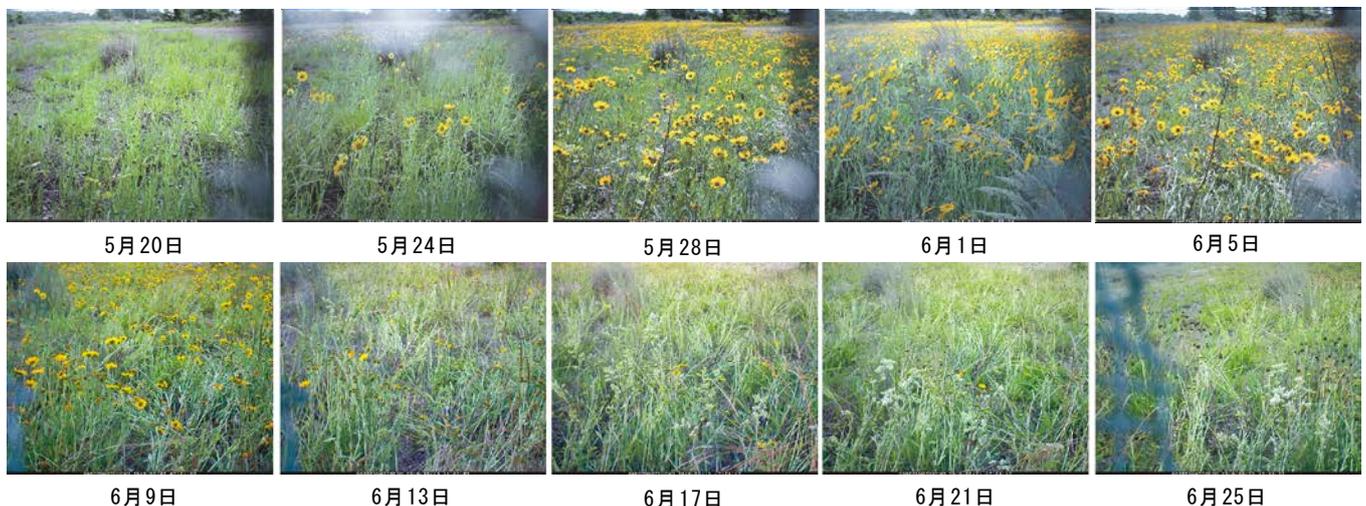


図-4 インターバルカメラで撮影された画像
木曾川で平成22年5月20日~平成22年6月25日に撮影された画像を4日間隔で並べた例。

ら急激に増加して6月3日に最大に達し、その後、急激に低下して6月中旬には0に近い値で横ばいとなった。

3. 頭花数の現地計測との比較

インターバルカメラの設置位置近傍に、1m×1m調査区を5区（生育数が少なかった岩木川は2区）設置し、「未開花」、「開花」、「開花終了（初期）」（花卉がしおれ、花卉の色が濃い黄色に変色したもの）、「花卉なし」の4分類により、頭花数の計測を行った。調査は、6月～8月にかけて、1週間に1回の割合で実施した。平成22年のデータを見ると、木曽川では、開花頭花数は図-7のように推移しており、開花色面積率の推移傾向と良く対応する結果となっている。この傾向は、岩木川、鬼怒川でも同様であった。なお、重信川は、調査開始時に開花がほぼ終了していたため、今回の分析からは除外した。

また、カウントデータを扱うことのできるポアソン回帰分析を用いて、カメラごとの開花頭花数と開花色面積率の関係を解析したところ、いずれのカメラで撮影した場合にも、開花色面積率が高いほど頭花数も有意に多いことが明らかとなった（表-1，図-8）。

これらの結果により、オオキンケイギクの開花量を定量的に把握する手法として、インターバルカメラによって連続撮影された画像から、開花色面積率を算出する方法が有効であることが確認された。

4. インターバルカメラ設置上の留意点

本手法の適用にあたっては、インターバルカメラ設置の際に、以下の点に留意することにより、効果的な画像解析を行うことができるので、参考

表-1 カメラごとのポアソン回帰分析の結果

カメラ	標準回帰係数	S.E.	z値	p値
岩木川No.1	0.508	0.061	8.29	<0.001
岩木川No.2	0.308	0.072	4.29	<0.001
鬼怒川No.1	0.719	0.029	25.11	<0.001
鬼怒川No.2	0.791	0.033	24.17	<0.001
木曽川No.1	1.090	0.040	27.05	<0.001
木曽川No.2	1.134	0.045	25.02	<0.001

平成22年のデータを用いた。開花頭花数に対する開花色面積率の標準回帰係数を示している。S.E.は回帰係数の標準偏差。z値は回帰係数を標準偏差で割った値で、この値を使って回帰係数の有意性検定であるWald testを行っている。その結果、いずれも有意水準1%で、有意な差が認められた（ $p<0.001$ ）。

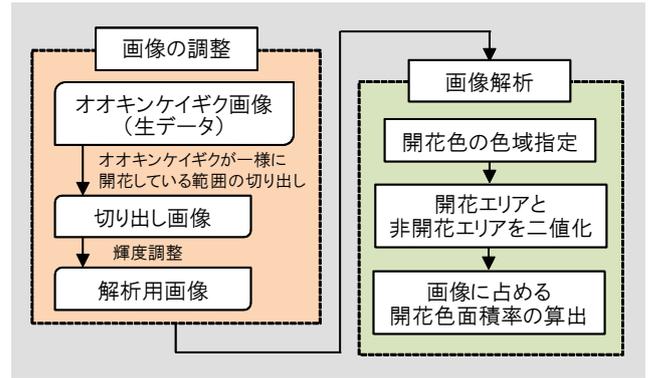


図-5 画像解析の手順

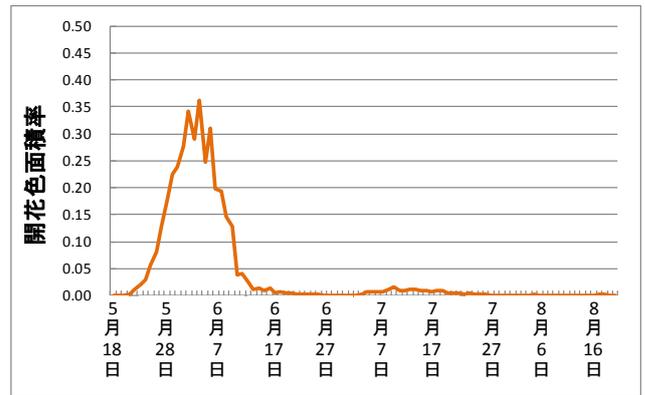


図-6 開花色面積率の推移（木曽川・平成22年）
木曽川における平成22年5月18日～平成22年8月19日の撮影画像を解析した結果

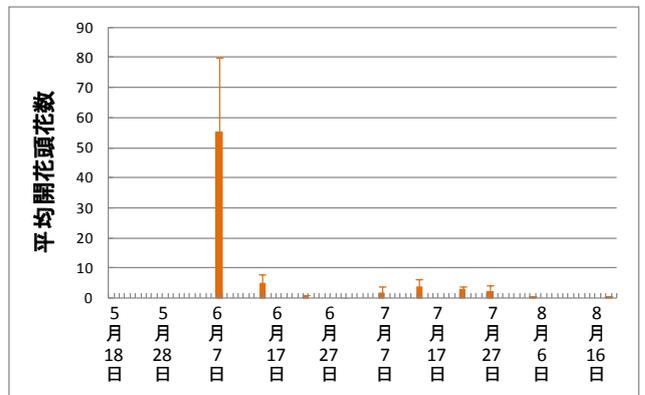


図-7 平均開花頭花数の推移（木曽川・平成22年）

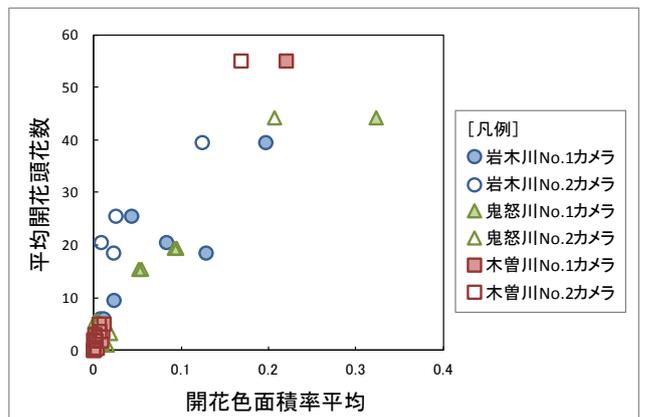


図-8 平均開花頭花数と画像解析値との関係
平成22年のデータを用いた。

とされたい。

- ①インターバルカメラの設置位置とオオキンケイギクの個体との距離が接近していると、特定の花が大写しになって開花面積を過大に評価することになるため、個々の花が識別できる範囲で、できるだけ多くの個体が写り込むよう位置を調整する。
- ②オオキンケイギクの開花色の誤推定の原因になる黄色系統の色（標識ロープなど）が写り込まないようにする。
- ③画像の切り出しにかかる労力を軽減させるために、できるだけ人工構造物等の地物や背景の空などが入らないように画角を調整する。
- ④強い光が当たると、花に当たった光の色調と、葉や果実など花以外の植物体に当たって反射した光の色調の差異が少なくなり、開花色の誤推定の原因になるため、設置方向は昼間の反射の強い南向きを避ける。
- ⑤USBメモリからのデータの回収等の作業時に、インターバルカメラの画角にずれが生じないようにする。

5. おわりに

本稿では、簡易に使用できるインターバルカメラと一般的な画像編集ソフトを使って、オオキンケイギクの開花量の推移を定量的に把握する手法を紹介した。4河川におけるインターバルカメラでの連続撮影は、平成25年度まで継続して実施しており、データの蓄積を図っている。今後、それらのデータをもとに開花結実時期と気象条件との関係を解析し、管理に最適な時期の推定を行うことで、効率的な河川管理に寄与していきたい。

「生物多様性国家戦略2012-2020」（平成24年9月）では、愛知目標の達成に向けたわが国の国別

目標を設定しており、外来種対策の具体的な施策のひとつとして、河川における外来種の急速な分布拡大を踏まえた外来種対策の推進が挙げられている。オオキンケイギクのみならず、外来種の管理を効果的・効率的に進めるためには、地域によって異なる開花結実特性を把握することが必要であり、その際に本手法が役立つものと期待する。

謝 辞

調査にあたっては、東北地方整備局青森河川国道事務所、関東地方整備局下館河川事務所、中部地方整備局木曽川上流河川事務所及び四国地方整備局松山河川国道事務所に大変お世話になった。ここに感謝の意を記します。

参考文献

- 1) 特定外来生物は、生態系、人の生命・身体、農林水産業へ被害を及ぼす、又は及ぼすおそれがあるとして、「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」（略称：外来生物法）に基づいて指定されており、その飼養、栽培、保管、運搬、輸入は原則禁止、野外へ放つ・植える、まくことは禁止とされ、必要な場合には防除を行うとされている。
 - 2) 畠瀬頼子、小栗ひとみ、松江正彦：刈り取り管理の時期および回数が特定外来生物オオキンケイギクに及ぼす影響と防除効果、ランドスケープ研究 73(5)、pp.421～426、2010
 - 3) 畠瀬頼子、小栗ひとみ、松江正彦：木曽川の礫河原に侵入した特定外来種オオキンケイギクの生育・開花特性と種子生産、ランドスケープ研究 70(5)、pp.467～470、2007
 - 4) 正式名称は、「重要生態系監視地域モニタリング推進事業」という。全国の様々なタイプの生態系に1000ヶ所程度の調査サイトを設け、長期継続してモニタリングを行っている。
- この他に、本調査の関連論文として、
- 5) 小栗ひとみ、畠瀬頼子、松江正彦、栗原正夫：インターバルカメラを用いたオオキンケイギクの開花量の推定方法、ランドスケープ研究 76(5)、pp.493～496、2013

小栗ひとみ



国土交通省国土技術政策
総合研究所道路研究部緑
化生態研究室 主任研究
官
Hitomi OGURI

畠瀬頼子



国土交通省国土技術政策
総合研究所道路研究部緑
化生態研究室 招聘研究
員、学術博士
Dr. Yoriko HATASE

松江正彦



神奈川県国土整備局
都市部参事（前 国土
交通省国土技術政策総
合研究所環境研究部緑
化生態研究室長）
Masahiko MATSUE

栗原正夫



国土交通省国土技術政策
総合研究所道路研究部緑
化生態研究室長
Masao KURIHARA