

【1-1602】フィールド調査とロボット・センサ・通信技術をシームレスに連結する水域生態系モニタリングシステムの開発 (2016～2018 99,276 千円)

研究代表者 海津 裕 (東京大学)

1. 研究実施体制

- (1) ロボットボートによる生態系モニタリングおよびマネジメント (東京大学)
- (2) ドローンを用いた空中からの生物相モニタリング (酪農学園大学)
- (3) センサネットワークによる地上・水面からの生物相モニタリング (北海道大学)
- (4) モニタリング技術の適正運用に向けたマニュアル・ガイドラインの作成
(宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団)

2. 研究開発目的

サブテーマ1の目的は、最新のロボット・情報通信技術を応用し、保全現場にとって扱いやすい水生植物の刈払い用ロボットボートを開発し、開発したロボットボートによる自動管理作業の有効性を実証することである。ここで開発するロボットボートは、刈払いだけでなく、画像処理を用いた近接リモートセンシング技術により障害物回避や水草の種判別を行う研究期間における刈払い対象は夏季の伊豆沼に生育するハスとするが、最終目的としては日本全国の湖沼、ため池、河川等のハスやヒシ、オオカナダモなどの水生植物の低コストな管理手法を提供することである。

サブテーマ2では水鳥類および生息域の周辺植生を対象として、ドローンを用いた効率的なモニタリングシステムの開発、検証を行うことを目的とした。

水鳥類や植生のモニタリングに適したドローンのセンサやカメラの設定、撮影方法などの検証、個体数の計測やインベントリーの作成を自動化する水鳥のモニタリングシステムの開発・検証、湿地生態系の劣化要因である開放水面の減少や外来植物の侵入など植生を含めた周辺の土地被覆の把握とデータの蓄積、そして、今回開発するモニタリングシステムの実用可能性について、利用可能性、ユーザビリティ、機器の汎用性から検討する。

サブテーマ3では湿地の代表的な生物である水鳥、昆虫類、水生生物を対象として、高解像度のネットワーク型全周魚眼カメラと画像処理による自動個体数計測を組み合わせたモニタリングシステムの開発を行うことを目的とした。その際、最新のセンサおよび通信モジュールを用い、小型で低コスト、なおかつ、耐久性、ユーザビリティの高いシステムの開発を目指した。

サブテーマ4では、サブテーマ1から3で開発される各システムの構築に資する環境情報の収集やハス刈りロボットボートやネットワークカメラの開発初期段階の試験におけるシステム運用に関する情報収集、ドローンによる監視が水鳥などの野生生物に及ぼす影響の評価、またそれに基づく「ドローンを活用したガンカモ類調査ガイドライン」

の作成を目的とした。

3. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

(サブテーマ1)

これまで、ハスの刈り取りは主に手刈りによって行われてきた。しかし、手刈りは重労働であり、広い面積を効率的に刈り取りすることは非常に困難であり、有効な手段がなかった。本研究では電動のパドルで駆動される小型ボートにバリカンタイプの水草カッターを取り付けてGPSで自動航行可能なロボットボートの開発を行った。これにより、ハスの刈払いの省力化や低コスト化、省エネルギー化が実現した。また、畳み込みニューラルネットワークを用いた画像処理により、水面の植物の種類認識や障害物の検知がリアルタイムで行うことが可能となった。

(サブテーマ2)

これまでに日の出前や日没後の低照度の時間帯にドローンからの撮影画像を用いて個体数をカウントする研究は殆どなかった。本研究で提案する方法によりマガンを対象とし、個体数カウントが可能であることを示した。また、ハクチョウやチュウサギなど特定の種のサンプリング調査、植生など湿地生態系のモニタリングについては、開放水面面積の把握、外来種のマッピング、等、環境保全対策の実施に有効な調査方法についても確立することができた。

(サブテーマ3)

定点カメラを用いた監視法が普及しつつあるが、遠隔での映像の取得から個体群の定量化までを自動で実行できる統合されたシステムはない。また、本研究成果であるねぐら入りマガンの自動モニタリングは世界初の試みである。そのモニタリングシステムを実用レベルまで進歩させたことは、モニタリング技術としてだけでなく、監視機器技術としても意義深い。これまでに画像処理による水鳥や昆虫類、魚類の自動検出・計数は実用化には至っていない。本研究では、生物の検出のほか、従来のポイントセンサスで得られる個体数に近い値を得ることに成功しており、画像処理の研究分野に対しても貢献度が高いと言える。本成果のモニタリング技術を全国に展開し、マガン中継地や越冬地のデータを連携させることでフライウェイ上での移動量の把握など個体群管理に重要な知見を提供する可能性がある。

(サブテーマ4)

モニタリング対象生物の量的な情報を収集したことにより、ハス刈りロボットボートの活用範囲や作業効率、ネットワークカメラやドローンによる監視システムの有効性等の検証が可能となった。また、各種接近試験によりドローンに対するガンカモ類の忌避反応を明らかにし、その結果を踏まえて、離陸地から群れまでの距離、水平飛行高度及び垂直接近高度の目安を提示した。鳥類を対象としたドローンの接近試験としては、国

内では過去最大規模の試験である。さらにドローンを活用したガンカモ類調査ガイドラインを発行し、ドローンを使ったガンカモ類モニタリング調査の指針を示した。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

サブテーマ1, 2, 4については特に記載すべき事項はない。

(サブテーマ3)

公益財団法人日本野鳥の会から環境省委託業務の「保護計画に関するモニタリング手法の情報収集」として鹿児島県出水市への派遣依頼およびヒアリングを受け、本研究成果をもとに助言を行った。北海道美唄市「宮島沼の水環境の保全と再生に関する検討会議」の委員として参画し、本研究成果をもとに宮島沼保全のためのモニタリング法について助言を行った。北海道美唄市と公益財団法人宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団で、本研究成果であるモニタリングシステムの運用が実施された。鹿児島県出水市クレインパークとの共同試験を実施し、カメラを用いたツル類のモニタリング法について助言を行った。

<行政が活用することが見込まれる成果>

(サブテーマ1)

本研究で開発したロボットボートは、小型で運搬が容易で、製造コストが安く、省エネルギーである。電動のため、環境負荷も少ない。その一方で通常の船では航行不可能な水草の密集した中を独自のパドル機構によって航行可能である。本研究成果は、今後日本全国の水草の異常繁茂問題に困っている湖沼の管理に活用が見込まれる。自動航行が可能のため、人手をかけずに水草の管理を行うことが可能である。ハスだけではなく、ヒシやオオカナダモの刈払いにも適用可能である。

(サブテーマ2)

湿地生態系の保全対策に必須であるモニタリングにおいて、本研究で開発した各種の手法が活用し、ドローンが有効である局面を示すことができた。今後の実際の活用にあたっては現場へのドローンの配備を行い、現場で定期的な撮影を実施したうえで、本研究の成果を活かすことが可能と考えている。システムの導入が進めば、全国の状況をリアルタイムで共有することが期待できる。また、水鳥モニタリングについては、アジア地域のネットワークを通じて国外への展開も期待できる。

(サブテーマ3)

本研究では、無線通信を用いた遠隔操作と自動的なモニタリングを可能とする低コストで耐久性の高いモニタリングシステムを開発した。さらに、画像処理を用いて時間分解能の高い個体数の自動計測を可能にした。人口減少時代に突入し、監視者不足や労働コスト削減が懸念されるなか、モニタリング対象やサイトが増大するという行政のジレ

ンマに対して、本研究で開発したシステムや手法はその打開策のひとつとなると見込まれる。

(サブテーマ4)

ラムサール条約湿地などガンカモ類が多く越冬する重要な湿地においてドローンを用いたモニタリングをする際に、今回発行したガイドラインを配布することで、ガンカモ類へ影響を与えずに省力的かつ効率的に調査することが可能となる。

4. 委員の指摘及び提言概要

本課題は湿地生態系の広域のモニタリング・管理を効率的に行うため最新のロボット・通信技術をシームレスに繋いで行う技術開発を目的とし、自動刈りはらいボート、ドローンによる水鳥計測、定置型の魚眼カメラによる水生昆虫等の把握などが具体的内容となっている。個々の技術開発においては当初目的を達成している成果もあるが、表題にあるフィールド調査と新規技術のシームレスな連結に関しての成果が見えず、体系的で新規性のある成果が得られたとは言い難い。自動ボートを使った切り払い方式を採用しているが、これは水質悪化の要因となり、抜本的な保全管理手法とはなりにくい。刈り取りの際にどのように障害検知システムが働き、回避行動がとられたのか、等が示されていない。

5. 評点

総合評点：B