

博 士 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

氏名	岩本啓己
学位名	博士（農学）
学位番号	乙 第 2 5 号
論文題目	Analyses of spatial dynamics and photosynthesis in kudzu community by remote sensing (リモートセンシングによるクズ群落の空間動態および光合成の解析)
論文審査委員	主査 渡邊 修 萩原 素之 齋藤 勝晴 大窪 久美子 滝澤 謙二（自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター）

(博士論文審査の結果の要旨)

本学位論文はリモートセンシング技術を高度に活用し、多年生強害雑草クズの効率的な管理に向けた新しい情報収集・評価法を示したものである。日本在来種のマメ科雑草クズは資源植物として利用されるケースもあるが、野生状態では河川敷等の難防除雑草であり、分布拡大や管理コストの増大が問題となっている。また、クズは緑化目的でアメリカに導入され、ルーデラル（人里から都市近郊）環境で侵略的な外来種として扱われており、国内外で問題を引き起こしている。侵略的な雑草の群落動態を管理スケールでモニタリングし、分布拡大をモデリングすることは、拡大を抑制するための最適ナリソース配分を検討する上で実用的な知見をもたらすと考えられる。本論文では UAV（ドローン）を用いたフィールドでの面的な調査法、画像処理による検出法、群落動態のモデリングを行い、さらにフィールドでの大規模フェノタイピングによるクズ群落の光合成パラメータの網羅的な取得を行い、クズの光合成特性の一面を明らかにした。ここでは UAV とクロロフィル蛍光測定器による新しいセンシング技術を活用し、クズ群落の生態学的特性と最適な管理方法を検討した。第 2 章では UAV によるクズ群落の検出法とマルチスペクトルカメラによる LAI（葉面積指数）の推定を実施した。人の目の認識に近い柔軟な分類法である SVM（サポートベクトルマシン）を用いた手法を用い、正解率 0.9 以上の分類精度を得た。UAV マルチスペクトル画像の演算で 3 種類の植生指数から各時期のクズ群落の LAI を推定する重回帰モデルを構築した。2018 年 6～8 月は決定係数 0.42～0.57 の範囲で LAI を植生指数から推定した。第 3 章ではグリッドごとの占有状態に対し隠れマルコフモデル（HMM: hidden Markov model）を適用し、時期ごとのクズ群落の空間動態を評価した。モデルは各グリッドの占有状態の判別過程を表す観測モデルと占有状態の時間的変化を表すシステムモデルからなり、クズの出現および拡大に関するパラメータをマルコフ連鎖モンテカルロ（MCMC: Markov chain Monte Carlo）法によって推定した。モデリングの結果、7 月の刈り取り後は 8 月の刈り取り後より群落の拡大しやすい傾向にあった。クズの空間占有動態のモデリングから、残存した越年茎や根冠から生じた茎が急速に成長し、除草などによる攪乱のダメージを補償することが示唆された。以上からクズ群落の拡大を抑制するには、盛夏期の特に群落周縁部の高次の分枝を除去することによって、着根および貯蔵器官への養分の蓄積を減らすことが有効と考えられた。第 4 章では、葉の調位運動がクズ群落の受光態勢および光合成効率に及ぼす影響を調べた。フィールド実験でクズの調位運動を制限し、群落内の層位ごとの光強度および光合成パラメータを測定した結果、下位葉のリニア電子伝達（LEF: linear electron flow）が増加した一方、表層葉の LEF の減少は比較的小さく、光の透過によって群落としての光合成効率が高まることが示唆された。直達光を受けた下位葉は、非光化学的消光（NPQ: non-photochemical quenching）によって過剰なエネルギーを消去していた。クズの調位運動には表層葉の光障害を回避するとともに、群落としての光合成効率を高める効果があるものと考えられた。第 2 章の UAV センシング画像によるクズ群落の検出法と植生指数によるクズ群落 LAI の推定と空間分布に関する研究結果は日本雑草学会の学術論文に 2 報受理され、新しい雑草調査法として評価された。

以上のことから、本論文は博士学位論文として適切であると判断した。

(公表主要論文名)

1. 岩本啓己・渡邊修、UAV 画像の教師あり判別に基づくクズ群落の検出と空間占有の評価、雑草研究 65 巻 3 号、p95 - 102、2020 年.
2. 岩本啓己・渡邊修、分光反射特性に基づくクズ優占群落の葉面積指数の推定とその空間分布の経時的評価への応用、雑草研究 66 巻 3 号、2021 年（印刷中）.