

令和元年6月20日現在

機関番号：80122

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K07816

研究課題名(和文) グリーンインフラの利用による汚濁負荷削減を目的とした耕作放棄地の再生システム

研究課題名(英文) Regeneration system of unused agricultural land for reducing pollution load by using as a green infrastructure

研究代表者

木塚 俊和 (KIZUKA, Toshikazu)

地方独立行政法人北海道立総合研究機構・環境・地質研究本部環境科学研究センター・研究主任

研究者番号：50570628

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：釧路湿原周辺では近年、主に排水不良等によって耕作が困難な農地(ここでは未利用農地と呼ぶ)が顕在化しており、未利用農地の有効活用が課題となっている。本研究では、衛星リモートセンシングを用いて未利用農地の空間分布を広域的に把握する手法を開発するとともに、雪裡川に隣接した未利用農地を対象に水質浄化機能に係る現地観測を行った。その結果、釧路湿原流域における未利用農地の空間分布特性や、栄養塩(窒素・リン)の有機・無機成分ごとの浄化量及び流出量等が明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで国内では知見が限られていた再湿地化した農地における水及び栄養塩動態について定量的データを収集し、グリーンインフラとしての活用可能性や留意点を提示した。また、未利用農地の分布情報に基づいた具体的な土地利用転換案を提示した。これらの成果は、釧路湿原への汚濁負荷削減や未利用農地の有効活用策を検討する際に活用が期待される。

研究成果の概要(英文)：Recently, abandoned meadows (here called “unused agricultural land (UAL)”) have been becoming evident due to their poor drainage and wet condition in the margins of the Kushiro Mire, eastern Hokkaido. Effective utilization of UAL has become an important issue in the area. In this study, we developed a method to grasp the spatial distribution of UAL widely using satellite remote sensing and conducted the on-site observation concerning the water purification function for the UAL adjacent to the Setsuri River. As a result, the spatial distribution characteristics of UAL in the Kushiro Mire basin, and the amount of purification and runoff for each organic and inorganic component of nutrients including nitrogen and phosphorus were clarified.

研究分野：流域環境管理学

キーワード：未利用農地 グリーンインフラ 衛星リモートセンシング 土地利用 栄養塩 汚濁負荷 水質浄化
釧路湿原

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

北海道東部の釧路湿原では、流域開発に伴って増大した土砂や栄養塩の流入等によって湿原生態系が劣化してきており、水質汚濁負荷の削減が重要な課題となっている¹⁾。一方、近年では、湿原や河川近傍において排水不良に伴う未利用農地が顕在化してきている。未利用農地の発生は農業経営を圧迫するだけでなく、エゾシカ等の野生鳥獣の侵入や、農村景観の悪化など、様々な弊害をもたらすと考えられ、未利用農地の有効活用が課題となっている。

湿地化した未利用農地では、植物や微生物による吸収や堆積等による水質浄化機能が期待され、“グリーンインフラ”として積極的に利用することによって、未利用農地の有効活用と汚濁負荷削減を同時に達成できる可能性がある(図1)。ここで、“グリーンインフラ”とは“グリーンインフラストラクチャー”の略で、水質浄化、治水、生物多様性保全等の自然が持つ多様な機能を賢く利用することで持続可能な社会に寄与するインフラや土地利用計画のことをいう²⁾。

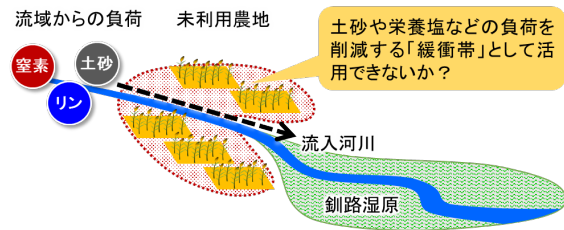


図1 釧路湿原と未利用農地の位置関係

2. 研究の目的

釧路湿原流域を対象に、未利用農地における栄養塩の動態やその浄化機能を調べ、浄化に効果的な水文や植生等の環境条件を明らかにする。さらに、緩衝帯として期待できる湿潤な未利用農地の空間分布を広域的に推定し、緩衝帯として利用した際の流域全体での栄養塩の浄化量を計算する。これらを踏まえ、汚濁負荷削減を目的とした未利用農地の有効性と利用可能性をまとめる。

3. 研究の方法

(1) 未利用農地における水質浄化機能の解明

釧路湿原の流入河川の一つである雪裡川に隣接した未利用農地を対象地とした。本未利用農地は元々湿原だった場所で、1970年代に牧草地として開発され、現在は、ヨシ等の湿生植物が優占する。四方を明渠排水路に囲まれた約100m×175mを試験区とし、地下水位観測管、ピエゾメータ、自記水位計、雨量計、降水採水容器を設置した。2015年8月～2017年8月の非結氷期を対象に水位観測及び地表水・地下水等の水質調査を行い、主成分分析により複数の水質項目を集約化し、地点間の違いや経時変化から栄養塩の供給源を推定した。さらに、水移動とともに試験区を出入りする栄養塩の量を推定し、その差し引きから栄養塩浄化量を見積もった。

(2) 釧路湿原流域における未利用農地の空間分布の把握

釧路湿原の流入河川である幌呂川、雪裡川及び久著呂川の3流域にまたがる鶴居村を対象に、農地の区画を表すポリゴンデータと多時期の衛星画像を用いた農地分類手法を開発した³⁾。具体的には、3時期のLandsat-8 OLI 地表面反射率(1~7バンド)と植生指数(NDVI)を用いて、農地区画を未利用農地、草地、耕作地、樹林地の4クラスに分類した(図2)。教師付き分類の分類器として最尤法とRandom Forestを適用し、最も精度の高かった分類手法を用いて釧路湿原流域全体で農地分類を行った。さらに、推定した未利用農地の分布情報を基に、具体的な土地利用転換案を検討した。

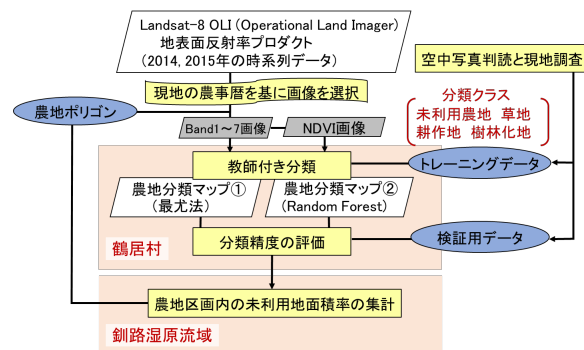


図2 農地分類のフローチャート

4. 研究成果

(1) 未利用農地における水質浄化機能の解明

水位の連続観測の結果、試験区の水深は大雨による増水で最大90cmほどに達し、試験区全域が冠水した(写真1)。水収支解析の結果、流入・流出水量は河川出水時に大幅に増加しており、試験区の水移動は雪裡川本川の出水に伴う氾濫の影響を受けていると考えられた。

試験区の地表水、地下水及び明渠排水路の水質を対象とした主成分分析の結果、有機物由来の窒素成分(溶解有機態窒素やアンモニア態窒素等)やリン成分(溶解有機態リン)は表層地下水や地表水で比較的高濃度を示したことから、試験区内に供給源が存在し、平水時にはそれらの成分が試験区から外部

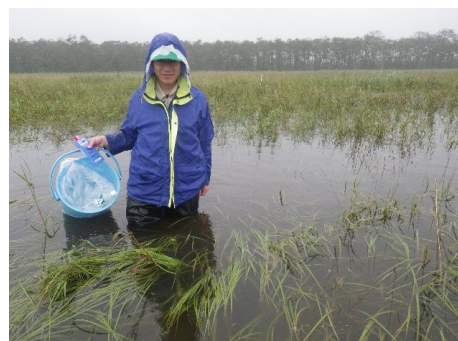


写真1 氾濫により股下まで冠水した試験区(2016年8月22日)

へ流出していると考えられた(図3)。一方、主に無機態の窒素・リン成分(硝酸態窒素やリン酸態リン等)は明渠排水路と地表水で同様の経時変化を示し、これらの成分は氾濫の影響によって外部から試験区内に供給されていると考えられた。

窒素及びリンの各成分の流入・流出量を推定した結果、溶存無機態窒素は正味流入を示す一方、それ以外の成分は正味流出を示し、試験区において水質浄化が期待できるのは溶存無機態窒素に限られることが分かった。

(2) 釧路湿原流域における未利用農地の空間分布の把握

鶴居村を対象とした検証の結果、牧草の収穫時期直前(5月下旬)とデントコーンの収穫時期終盤(10月中旬)の2時期のデータセットを用いて Random Forest で分類した手法が最も高い精度を示し、全体精度 0.92、Kappa 係数 0.79、未利用農地の分類精度は作成者精度 0.82、利用者精度 0.70 を示した³⁾。本手法を用いて釧路湿原流域全体で農地分類を行った結果、未利用農地は流域全体に分布していること、また、特に中山間部の傾斜地や湿原周辺部の低標高地域(釧路湿原の流入河川沿い等)で未利用農地率が高いことが分かった。このように、地盤の傾斜や排水不良等、生産条件の悪い場所で未利用農地が発生しやすいことが示された。

上記により推定した釧路湿原流域の未利用農地の分布情報を基に、その立地条件に応じた土地利用転換案を検討した。その結果、土地利用転換先の候補として、新規農林業(人工林、湿地農業(泥炭を維持しながら湿地生の植物を生産・利用する農業⁴⁾)、自然再生(二次林、湿地、河川)、再開発(社会空間)の3パターンが考えられた。これらの土地利用を GIS 地理情報システム)上で機械的に分類するため、地盤の傾斜、過去の土地利用(湿地だったかどうか)、国立公園境界からの距離及び人口密度を条件とする解析フローを作成し釧路湿原流域に適用した。さらに、同解析フローに将来の人口推計値を適用することにより、2050年頃を想定した未利用農地の土地利用転換案を作成した(図4)。

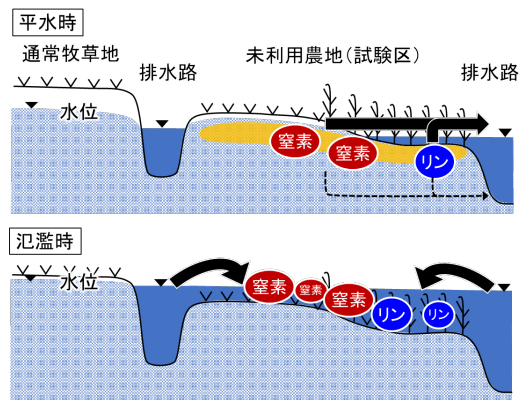


図3 未利用農地における栄養塩動態の模式図

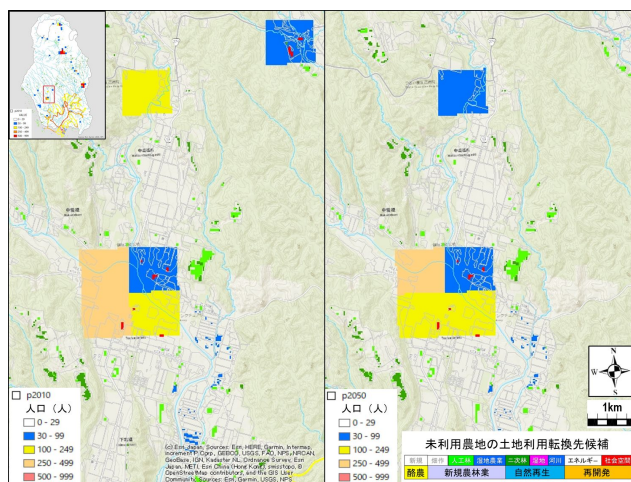


図4 現在(左)と2050年(右)の未利用農地の土地利用転換案の検討結果の一例。基図として ArcGIS 地形図(World Topographic Map)を使用。

(3) まとめと今後の展望

未利用農地は釧路湿原の流入河川沿いに多く分布しており、河川出水時には氾濫の影響により未利用農地内に栄養塩が流入していた。このように、未利用農地は氾濫原湿地が有する緩衝帯としての機能を発揮していることが確認された。しかし、本研究の試験区においては、未利用農地の表層地下水や地表水から外部水域への栄養塩流出が見られ、栄養塩のストック量によっては、窒素・リンの浄化の場所としてあまり期待できない可能性が示された。

このことから、グリーンインフラとしての活用にあたっては、未利用農地の栄養塩ストックを考慮するとともに、ストックの量を減少させるための管理・活用策が必要と考えられる。また、栄養塩の動態は氾濫の影響を強く受けることから、河川出水の規模や頻度の増加等の気候変動の影響も考慮する必要があると考えられる。これらの観点を踏まえて、今後、未利用農地の具体的な活用策の検討や有効性の検証を進めていく予定である。

< 引用文献 >

- 1) 釧路湿原自然再生協議会、釧路湿原自然再生全体構想、2015
- 2) グリーンインフラ研究会 他(編) 決定版! グリーンインフラ、日経 BP 社、東京、2017
- 3) 佐久間 他、Landsat 8 OLI 地表面反射率プロダクトを用いた釧路川流域における未利用農地分布図の作成、日本リモートセンシング学会誌、37 巻、2017、421-433
- 4) Wichtmann et al.(eds.), Paludiculture - productive use of wet peatlands: Climate protection - biodiversity - regional economic benefits, Schweizerbart Science Publishers, Germany, 2016

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

佐久間 東陽、亀山 哲、小野 理、木塚 俊和、三上 英敏、Landsat 8 OLI 地表面反射率プロダクトを用いた釧路川流域における未利用農地分布図の作成、日本リモートセンシング学会誌、査読有、37巻、2017、421-433
DOI : <https://doi.org/10.11440/rssj.37.421>

〔学会発表〕計6件(うち招待講演0件/うち国際学会2件)

木塚 俊和 他、釧路湿原流域の再湿地化した未利用農地における栄養塩動態、第21回日本陸水学会北海道支部大会、2018年

木塚 俊和 他、未利用農地のグリーンインフラ機能 釧路湿原への人為的影響緩和と自然共生型社会実現に向けて、第26回衛生工学シンポジウム、2018年

Toshikazu Kizuka et al., Estimation of nutrients sources for surface and ground water in an abandoned meadow adjacent to mire area, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017年
Asahi Sakuma et al., The detection and evaluation of unused agricultural land using LANDSAT-8 OLI and DEM in Kushiro River watershed, Japan, International Symposium on Remote Sensing 2017, 2017年

佐久間 東陽 他、Landsat-8 OLI 地表面反射率を用いた釧路川流域における未利用農地を含む農地分類、日本リモートセンシング学会第61回(平成28年度秋季)学術講演会、2016年

木塚 俊和 他、湿原に隣接した未利用牧草地における水質浄化機能の評価、日本地球惑星科学連合2016年大会、2016年

〔その他〕

○その他の研究発表(計9件):

・木塚 俊和 他、釧路湿原流域における未利用農地のグリーンインフラ機能～湿原への汚濁負荷削減と未利用農地の有効活用に向けて～、地方独立行政法人北海道立総合研究機構 環境・地質研究本部 2019年度調査研究成果発表会、2019年

・木塚 俊和 他、釧路湿原流域における未利用農地のグリーンインフラ機能 水質浄化機能に着目して、第140回ウェットランドセミナー、2018年

・亀山 哲 他、Eco-DRR・グリーンインフラを考慮した釧路川流域における未利用地の有効活用、いばらき宇宙ビジネスサミット2018、2018年

・亀山 哲 他、釧路川流域における気候変動と人為的影響緩和のための地域創り、平成30年度北海道大学低温科学研究所共同利用研究集会 雪氷の生態学(12)、2018年

・亀山 哲 他、釧路湿原への人為的影響緩和と自然共生型社会実現のための土地利用の検討、平成29年度北海道大学低温科学研究所共同利用研究集会 雪氷の生態学(11)、2018年

・亀山 哲 他、釧路湿原への影響緩和と自然共生型地域づくりのための未利用農地の再評価、森林GISフォーラム 平成29年度 地域シンポジウム in つくば、2017年

・佐久間 東陽 他、衛星画像を用いた釧路湿原集水域における未利用農地率分布図の作成、第10回記念茨城大学学生サステイナ・フォーラム、2017年

・亀山 哲 他、釧路湿原への人為的影響の緩和を目的とした未利用農地の再評価、平成28年度北海道大学低温科学研究所共同利用研究集会 雪氷の生態学(10)、2017年

・木塚 俊和 他、釧路湿原周辺の未利用牧草地の実態について 栄養塩類の動態に着目して、平成28年度環境・地質研究本部調査研究成果発表会、2016年

○釧路湿原自然再生協議会地域づくり小委員会への参加及び研究成果の報告(計4件):

・第2回(2016年9月28日): 木塚・亀山 参加

・第5回(2018年7月2日): 木塚・亀山 参加及び研究成果の報告

・第6回(2018年10月24日): 木塚・亀山・小野 参加

・第7回(2019年3月20日): 亀山 参加

開催記録 <http://www.kushiro.pref.hokkaido.lg.jp/ss/srk/kanko/iinkai.htm>

○関係団体への研究成果報告(計26件):

・国: 2016年1回、2018年2回(環境省釧路自然環境事務所、国土交通省北海道開発局釧路開発建設部農業開発課)

・道: 2018年2回(北海道釧路総合振興局産業振興部、北海道釧路総合振興局釧路建設管理部)

・市町村: 2016年2回、2018年7回(鶴居村産業振興課、標茶町農林課・農業委員会、別海町産業振興部、中標津町農林課、厚岸町環境政策課、浜中町農林課)

・農業団体等: 2016年3回、2017年2回(農家、JAくしろ丹頂、JAしべちゃ)

・研究機関等: 2018年2回(北海道立総合研究機構酪農試験場、釧路市立博物館)

・NPO法人等: 2018年3回(NPO法人トラストサルン、釧路国際ウェットランドセンター、NPO法人環境把握推進ネットワーク(PEG))

・協議会等: 2017年1回、2018年1回(釧路湿原自然再生協議会地域づくり小委員会事務局、下雪裡地区農業振興懇話会)

○ホームページ等：

・えこころ北海道第55号「特集 湿地の機能を活かす 未利用農地のグリーンインフラ機能」
<http://www.hro.or.jp/list/environmental/research/ies/develop/publication/Eco/Eco55.pdf>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：亀山 哲

ローマ字氏名：KAMEYAMA, Satoshi

所属研究機関名：国立研究開発法人国立環境研究所

部局名：生物・生態系環境研究センター

職名：主任研究員

研究者番号（8桁）：80332237

研究分担者氏名：小野 理

ローマ字氏名：ONO, Satoru

所属研究機関名：地方独立行政法人北海道立総合研究機構

部局名：環境・地質研究本部環境科学研究センター

職名：主査

研究者番号（8桁）：20557285

研究分担者氏名：三上 英敏

ローマ字氏名：MIKAMI, Hidetoshi

所属研究機関名：地方独立行政法人北海道立総合研究機構

部局名：環境・地質研究本部環境科学研究センター

職名：研究主幹

研究者番号（8桁）：80442622

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。