

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 10 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(B) (特設分野研究)

研究期間：2017～2020

課題番号：17KT0078

研究課題名(和文) 管理放棄による農林地土壌の機能低下と経済的損失の影響評価

研究課題名(英文) Estimation of functional degradation and economic loss of agricultural and forest land due to land abandonment

研究代表者

小林 政広 (Kobayashi, Masahiro)

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等

研究者番号：50353686

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,800,000円

研究成果の概要(和文)：管理放棄による農林地の水源涵養機能等の低下が懸念されている。近年の豪雨頻度の増加および窒素過剰流入は機能低下の影響を増幅する可能性がある。森林の窒素飽和が確認されている恋瀬川流域では、本流の河川水中の硝酸イオン濃度は夏期に低下し、上流に位置する森林の渓流水中の濃度を顕著に下回った。これは下流の水田で起きる脱窒作用により、窒素が浄化されているためと考えられた。同流域では、針葉樹人工林の間伐が遅れたため、過密な樹冠により乾性沈着量が増大した状態が続き、窒素過剰流入による窒素飽和の影響を増幅したと考えられる。同流域では水田の耕作放棄が増加しており、霞ヶ浦の富栄養化を抑制する効果の低下が危惧される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

管理放棄による農林地の機能低下については、農地、森林のそれぞれについて個別の評価がなされてきたが、中山間地においては両土地利用が一体となって流域として機能を発揮しており、これを評価することが課題であった。本研究では、恋瀬川流域を対象として、下流の霞ヶ浦への窒素負荷に対する森林と農地、特に水田の寄与を一体的、連続的に捉える評価を行った。この成果は、農林地の管理放棄が進みつつある中山間地の流域の機能評価、それに基づく流域管理指針の策定に貢献する。

研究成果の概要(英文)：There are concerns that poor management of agricultural and forestry land may lead to a decline in functions such as water conservation. The recent trend of heavy rain and excessive nitrogen may amplify this. In the Koise River basin, where nitrogen saturation of forests has been confirmed, nitrate concentration in the main river decreased during the summer and was markedly lower than that in the forest stream water. The denitrification in the paddy fields thought to purify the nitrogen from the forest. High rate of dry deposition by crowded canopy of coniferous plantations, which have not been thinned, may have amplified the negative effects. The abandonment of rice paddy is increasing in the basin, there are concerns about the reduced ability of paddy fields to control eutrophication in Lake Kasumigaura.

研究分野：森林土壌学

キーワード：管理放棄 農地 森林 窒素飽和 豪雨

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

多くの中山間地域において、農地の耕作、林地の間伐が行われ、「管理放棄」の状態が増えており、土壌の物理性・化学性の変化による物質生産機能や水源涵養機能等の低下が危惧されている。近年、豪雨の頻度が増加する傾向にあり、甚大な災害が多発している。管理放棄により農林地の洪水緩和機能が低下した場合、災害リスクが増大する可能性がある。また、大気中に大量に放出された産業由来の窒素化合物の過剰な流入により、大都市圏周辺の森林生態系が窒素飽和の状態になり、土壌の酸性化・塩基流亡による生産基盤の劣化、硝酸イオンの流出量増加など水質浄化機能の低下が問題となっている。針葉樹人工林において本来実施されるべき間伐の実施が遅れている状況では、林冠が過密となり乾性沈着増加により窒素過剰流入がさらに生じやすくなり、森林の窒素飽和リスクが増大する可能性がある。このように豪雨頻度の増加および森林の窒素飽和は、管理放棄による農林地の諸機能の低下を増幅する恐れがある。中山間地の農林地の管理放棄による機能低下の実態を豪雨頻度の増加や窒素過剰流入の実態と関連付けて明らかにし、機能低下の経済的損失を評価する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、管理放棄による農林地の水源涵養機能等の低下を豪雨頻度の増加および窒素過剰流入と関連付けて解明し、その経済的損失を評価することを目的とした。そのため、管理放棄による農林地土壌の物理・化学性、物質移動流出特性の変化を文献調査や現地調査に基づいて明らかにする。また、統計資料を用いた解析により、豪雨頻度の増加による農林地の災害リスク増大の実態を明らかにする。さらに、窒素過剰流入がもたらす森林の窒素飽和が、土壌の酸性化や森林からの窒素流出増加の実態を明らかにするとともに、間伐無実施の影響を評価する。加えて、農林地の管理放棄による機能の低下による環境インパクトの変動を、豪雨頻度の増加や窒素過剰流入を考慮して流域スケールで評価するとともに、これら機能低下による経済的損失を評価する。

3. 研究の方法

(1) 農林水産省の作物統計調査の被害統計から、1954年から1981年の農地の水害被害面積と被害額を抽出した。また、1996年から2016年について、被害面積が大きい事例と、その被害に関わる降雨をアメダスデータから抽出し、最大降雨強度および降水係数との関係を調べた。また、大きい水害被害を受けた地域を市区町村ごとにマップ化し、地質図と重ねて解析した。

(2) 環境省の公共用水域水質測定データの全国の河川約8000地点における全窒素濃度データ、国土地理院のDEM(10B,ラスターデータ)、高解像度土地利用土地被覆図(ALOS AVNIR-2、10mメッシュデータ)を用いたGIS解析を行い、都道府県別に水田、畑、森林、都市等の土地利用ごとの全窒素の負荷強度を示す濃度係数(mg/L)を算出した。

(3) 既往の調査で森林の窒素飽和化が確認されている恋瀬川流域において、本流の河川水、流域内に位置する筑波共同試験地の窒素飽和が確認されている森林の渓流水を定期的に採取して硝酸イオン濃度を測定し、濃度の季節的な変動を比較した。また、恋瀬川流域内の複数の地点のスギ人工林において、林外雨および林内雨を採取し、窒素流入量と樹冠の開空度との関係を整理した。これらデータと流域における農地および森林の管理状況に基づき、恋瀬川から霞ヶ浦への窒素負荷について考察した。

4. 研究成果

(1) アメダスデータを用いた解析からは、農地の水害被害面積と最大降水強度、および関連する降雨の降水係数の間には、緩い正の関係性が見られたものの、関係性は明確ではなかった。その理由としては、降水量および降雨強度が高い流域と、被害の出た地域がずれることが考えられた。被害面積が大きい事例の発生地域と表層地質を重ねたマップからは、定性的に花崗岩地帯に多い傾向が見られた。

(2) 全国の河川約8000地点における全窒素濃度を取りまとめて全国分布図を作成したところ、関東地方、近畿地方、北部九州の大都市周辺で濃度が高い傾向が認められた。全国平均の全窒素濃度係数は、水田、畑、森林、市街地で、1.84、3.69、0.83、3.26(mg/L)、と算出され、これらは各地目の土地からの流出水中の平均的な全窒素濃度と見なせる。既往の知見から予想される通り、森林の濃度係数は全国平均では他の土地利用に比べて低い値となった。ただし、関東および北部九州の都県では濃度係数が1.0を上回る都県が多かった。これらの傾向は、森林の渓流水を対象にした硝酸イオン濃度の広域調査の結果とよく一致し、大都市周辺の窒素飽和が進んだ森林からの渓流水は農地等の生産活動に伴い負荷される窒素を希釈する働きが十分に発揮できていないことが示唆された。

(3) 筑波共同試験地の森林の渓流水中の硝酸イオン濃度の2018-2019年の平均値は8.46mg/Lであった。これは全窒素に換算すると1.91mg/Lであり、前述の土地利用別の濃度係数の森林の値0.83 mg/Lの2.3倍であり、水田の濃度係数を上回っている。筑波共同試験地の森林からの渓流水と恋瀬川本流の河川水中の硝酸イオン濃度とその季節変化を比較すると(図1)森林からの渓流水は降雨による増水時に濃度が上昇することはあるが、試料採取の大部分を占める無降雨時の濃度の季節変化は

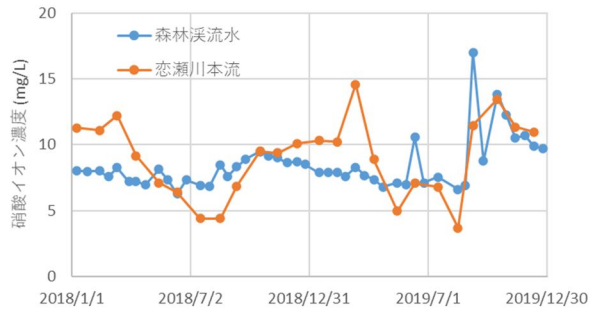


図1 森林渓流水と恋瀬川本流河川水中の硝酸イオン濃度

明瞭ではなかった。一方本流の河川水中の硝酸イオン濃度には、夏期に顕著に低下する明瞭な季節変化が認められ、夏期においては森林からの渓流水中の濃度を下回った。夏期において同流域の森林は、下流の霞ヶ浦への窒素負荷の希釈効果を十分に発揮していないにとどまらず、むしろ面源になっている可能性が示唆された。恋瀬川本流の硝酸イオン濃度の夏期の低下には、流域内の水田における脱窒が関与していると考えられ、森林の窒素飽和が進んだ本流域において、夏期は森林から流出した高濃度の窒素が水田で浄化されていることを示している。

森林の窒素飽和は大気からの過剰な窒素流入が続くことで起こり、森林への窒素流入には樹冠が捕捉する乾性沈着の影響が大きいことが知られている。恋瀬川流域内の複数の地点のスギ人工林における林外雨および林内雨による窒素流入量と樹冠の開空度との関係を整理したところ、林外雨による流入量は地点間の差が小さかったのに対し、林内雨による流入量は地点による差が大きかった。間伐を実施していない開空度の小さい森林では林内雨による流入量が林外雨による流入量の2倍以上となり、過密な樹冠による乾性沈着捕捉の影響が顕著に現れた。また、間伐を実施していない林分で間伐を実施したところ、窒素流入量は開空度の増加に応じて減少した。首都圏の辺縁部に位置する恋瀬川流域には生産活動で排出された人為由来の窒素が長年に渡って多量に流れ込み、森林の窒素飽和化が進行したと考えられる。この間、流域内に多い針葉樹人工林の大部分で本来実施されるべき間伐が実施されずに経過したことは、混んだ樹冠による乾性沈着捕捉効果を高く維持し、同地域の森林の窒素飽和の悪影響を増幅したと考えられる。

同地域の水田は夏期には森林から流出する窒素を脱窒により浄化していると考えられる。恋瀬川流域の集水界と市界の大部分が重なる石岡市では、耕作放棄水田が2010年の152haから2015年の169haへと増加している(茨城県統計年鑑)。霞ヶ浦の窒素による富栄養化を抑制する水田の効果の低下が危惧され、今後も継続的に監視を続ける必要がある。

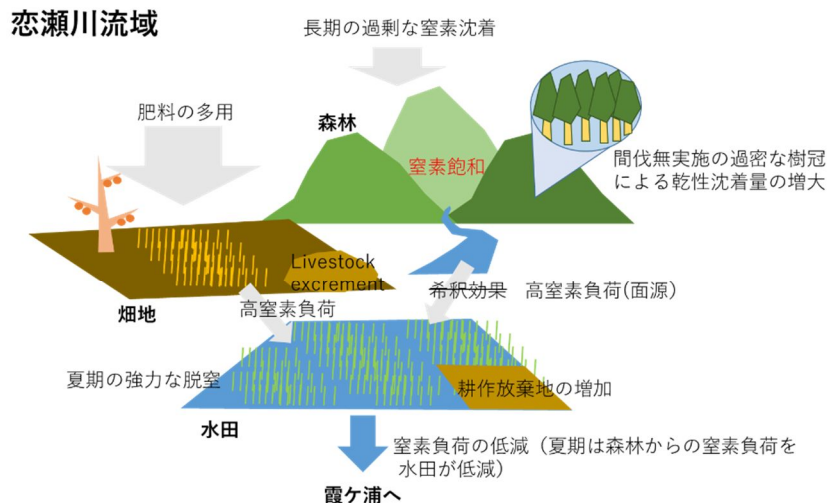


図2 恋瀬川流域本流から霞ヶ浦に負荷される窒素に対する農地と森林の影響

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 YOSHIKAWA Seiko, MA Donglai, SAITO Tamasa, MATSUMORI Kenji, ITOH Yuko, KOHYAMA Kazunori, KOBAYASHI Masahiro	4. 巻 12
2. 論文標題 Calculation of SS, TN and TP Specific Concentration Factors for Land-Use Types Using a Simple Watershed Model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 138-150
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5539/jsd.v12n5p138	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Masahiro Kobayashi, Yuko Itoh
2. 発表標題 Effect of stream water from nitrogen-saturated forests in the Koise River Basin on nitrogen concentrations in the main river
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究分担者	松森 堅治 (Matsumori Kenji) (40414445)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・西日本農業研究センター・再雇用職員 (82111)	
研究分担者	吉川 省子 (Seiko Yoshikawa) (60502937)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農業環境変動研究センター・首席研究員 (82111)	
研究分担者	志村 もと子 (Motoko Shimura) (70502920)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・西日本農業研究センター・上級研究員 (82111)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------