



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Studies on spatial and temporal analysis of hydrological ecosystem services in watershed [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	樊, 敏
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第11794号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59364
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Fan_Min_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士（環境科学）

氏名 樊 敏

審査委員	主査	教授	柴田 英昭
	副査	教授	佐藤 冬樹
	副査	教授	渡辺 悌二
	副査	助教	福澤 加里部

学位論文題名

Studies on spatial and temporal analysis of hydrological ecosystem services in watershed
(流域における水文学的生態系サービスの時空間解析に関する研究)

流域生態系は人間の福利に対してさまざまな生態系サービスをもたらしている。生態系サービスのうち、いくつかの供給および調整サービスは流域における水の量や質といった水文・生物地球化学プロセスと密接に関係することが知られている。土地利用や気候変化が水文学的な生態系サービスに及ぼすインパクトはとても重要であるものの、そのパターンやメカニズムについては十分に解明されてはいない。さらに、土地利用・気候変動下における生態系サービスの効果的な保全計画やリスク分析については不明な点が多い。それらを背景に申請者は、①流域における水文学的生態系サービスは時間的、空間的にどのように変化するのか？②それらの水文学的生態系サービスやその保全優先度を変化させている要因は何か？という研究課題を設定した。研究は北海道北部に位置する天塩川流域を対象として行われ、流域の水文・生物地球化学のプロセスモデル、経験的土地利用変化モデル、全球気候モデルによる気候シナリオ、ゾーニングモデル、経済評価・リスク評価モデルを適用して解析を行った。

申請者はまず、シミュレーションモデルの結果を解析し、流域からの水流出およびその保全優先エリアの時空間分布が、流域における地形、土壌、土地利用の空間分布パターンや、気候要素の季節変化パターンの影響を強く受けていることを示した。流域内における水資源量の空間分布は、その経済価値（農業用水、水力発電、生活用水）の分布とは異なることが示された。また、河畔域における水資源は潜在的な利用可能性があることも示唆された。

次に、土地利用変化シナリオ化におけるモデルシミュレーションの結果から、現在における水田主体の土地利用形態が畑作主体に変化することにより、流域生態系における水文プロセスや養分循環が変化し、流域から流出する全窒素や全リン負荷量が低下することを示した。このことは、作物の養分吸収、微生物の有機物分解・無機化、土壌からの溶脱・排水量などが土地利用変化に伴って変化していることに原因していることが示唆された。一方、気候変動は懸濁物質や栄養塩（窒素・リン）の流出を増加させ、特に融雪期や出水時に顕著であった。このことは、流域の水文学的生態系サービスに対して、気候変動の影響が土地利用変化の影響よりも大きいことを示していた。懸濁物質や栄養塩の多くは全ての土地利用・気候変

動シナリオ化において農地から供給されていると考えられ、それらの地域における適切な肥料管理や河畔緩衝帯の保全が緩和策として有効であることが示唆された。

複数の土地利用・気候変動シナリオにおいて、経済リスク評価として農地における経済収益（粗利益、純収益）パラメーターを、環境リスク評価として流域内農地からの全窒素・リン流出量をパラメーターとして用いてリスク解析を行った。現在の気候状況では、畑作中心の土地利用において水田と比較して、より低いコストと高い収穫を得られるものと示唆された。より高い経済および環境リスクは、水田主体の土地利用下で認められた。気温上昇や降水量増加は作物収穫量を増加させることで、経済リスクを低下させた。同時に、それらの気候変化は微生物による有機物分解、水流出、懸濁物質輸送、栄養塩流出の増加を通じて環境リスクを増加させていた。

また、水文学的生態系サービスの保全エリア優先度を、複数の土地利用・気候変動下において評価した。降水量増加や気温上昇は、流域における無機態窒素・リン、懸濁物質の保持機能を増加する一方で、微生物による有機物分解増加の影響により、流域の有機態窒素・リンの保持機能は逆に低下することが示された。6つの異なる水文学的生態系サービス（水供給、懸濁物質保持、有機態窒素・リン保持、無機態窒素・リン保持）の空間的な保全エリア優先度分布は、流域における地形や土地利用の分布パターンと密接に関連していた。また、水供給、懸濁物質保持、有機態窒素・リン保持に関する保全優先エリアは、無機態窒素・リン保持に関するエリアの分布とトレードオフの関係にあった。

これらの研究成果に基づき、申請者は流域における水文学的生態系サービスに関する保全優先度の空間解析やリスク分析を通じて、異なる土地利用・気候変動下における環境保全と経済成長のトレードオフを考慮に入れた流域管理プランに対する科学的示唆を与えた。

よって、審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。