

ラオス国ビエンチャン市への栄養塩類の生態系サービスモデル InVEST の適用 Application of ecosystem service model in InVEST in Vientiane city, Lao PDR

○加藤亮 口分田彩夏 大倉芙美 乃田啓吾

○Tasuku KATO Ayaka KUMODE Fumi OKURA Keigo NODA

1. はじめに

ビエンチャン市は、ラオス国の首都であり人口およそ100万人程度の規模の都市である。ビエンチャン市は行政区域であり、経済的には観光や軽工業、農業が中心であるため大規模な経済活動が展開されているわけではないが、それでも人口の集中、都市化の進行が進み、商工業や宅地の開発から周辺の水田や湿地帯が減少を続けている。そのような中で、水環境の保全は都市の持続的な発展に必要なものではあるものの、下水道インフラの整備は立ち遅れており、現在ハンガリー国の支援の下、ホテルや官公庁がある中心的な市街化区域での下水処理施設の計画があるが、受益区域は限定的であり、周辺の宅地等は、下水設備は当面計画すら存在しない。

その一方で、周辺の水田や湿地帯は食料生産や水環境の保全のみならず、生活用水、内水面漁業や養殖（魚、アヒル等）といった多様な生態系サービスを供給している。今後の都市開発の進展は、このような生態系サービスが失われることを意味しており、経済的な発展とのトレードオフが見込まれ、定量的な評価が望まれている。このような生態系サービスの評価モデルに InVEST が近年使われるようになってきた。本研究では、InVEST 中の NDR (Nutrients Delivery Ratio) モジュールを利用し、ビエンチャン市の栄養塩類の流達状況と将来的な土地利用変化を予測したシナリオとを比較することで今後の持続的な地域開発について検討を試みる。

2. 対象地域と InVEST

Fig.1 にビエンチャン市を示す。黒い線は市内を流れる排水河川 (MakHiao 川) で、上流部分は都市排水を受けて、水田地帯を通過し、河川下流沿いに広がる湿地帯を抜けて東方でメコン川に合流する。

この地域の2010年時点での土地利用図が得られたため、それを InVEST の NDR への入力としてモデルの適用を試みた。

InVEST における NDR の入力は、標高データ (DEM、USGS の SRTM)、土地利用データ (Fig.2)、年間降雨量および原単位データとなる。

これらをメッシュデータに変換し、流出する栄養塩類のメッシュからの流達率を計算する。流出過程は、表面流出と地下水の流出を想定しており、流達する距離に応じて流出負荷量が減じていくモデルである。メッシュごとに流達率は異なり、メッシュの地形、土地利用、降雨条件等が考慮される。



Fig.1 ラオス国ビエンチャン市

1. 東京農工大学農学研究院 2. (独) 水資源機構 3. 国際農林業研究センター 4. 岐阜大学応用生物科学部
キーワード：生態系サービス、持続的開発、水質、流達モデル、窒素、リン

さらに、土地利用変化についても InVEST の ScenarioGenerator の機能を用い、土地利用変化シナリオを構築した。2010年時点の変化を起こすと予測される土地利用メッシュ（例えば水田や湿地帯）の端のメッシュが、都市域と接していると土地利用変化を起こすと仮定するアルゴリズムである。これにもとづき、2010年の土地利用と都市域の拡大シナリオについて、NDR をそれぞれ適用し、結果を比較した。

3, InVEST の出力結果

Fig.3、4 に窒素の流達負荷についての出力結果を示す。都市域を中心に開発が進み、窒素負荷のポテンシャルが増加していることが示されている。メコン川沿いに発展した都市域での排出負荷が増加する傾向がみられる。一方で、MakHiao 川下流においても、窒素負荷の増加がみられ、河川沿いの水田域が市街域へと変化が進んだことからこのような結果が得られることとなった。

また、都市域の北部や南部に当たるエリアにおいて窒素負荷が高くなることが示され、これは都市のスプロール化に伴う影響が Scenario Generator に反映されたためである。ここで示したのは、出力の一例であるが、ビエンチャン市においては、窒素負荷のポテンシャル増加が全体に見込まれるため、下流の湿地帯への負荷の増加が予見される。

4. おわりに

ここで示したのは、生態系サービスの一つである都市域の拡大と水環境（水質の悪化）のトレードオフであるが、生態系サービス間においてもトレードオフは存在する。例えば、内水面漁業や養殖では、健康被害項目以外の窒素リンといった水質指標そのものは、さほど大きな問題とはならない場合が多く、むしろエサや糞尿の問題から水環境を悪化する場合も考えられる。

このような問題は日本の農村開発の歴史を翻ると、珍しい話ではなく、日本の農村がこのような問題の延長上にあると考えたほうが自然である。現在の日本の農村モデルは、人口減少や高コスト体質といった持続性の観点からは脆弱な状態にあることを考えると、ラオスのような国での持続的な農村開発については独自の道筋を見つける方が自然であり、そのためには InVEST といったツールの活用は有用であると考えられる。

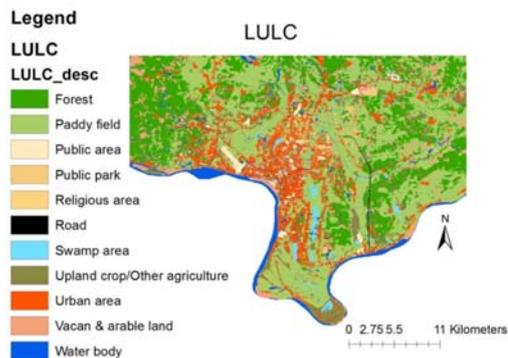


Fig.2 土地利用図

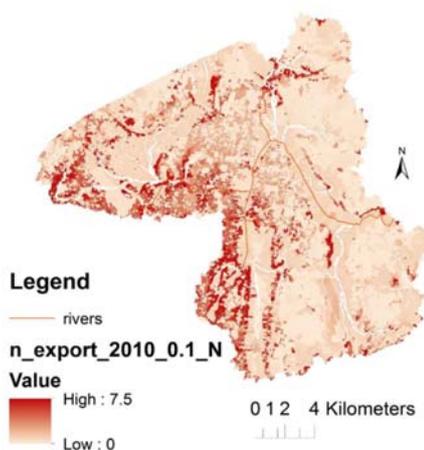


Fig.3 窒素負荷分布（2010年）

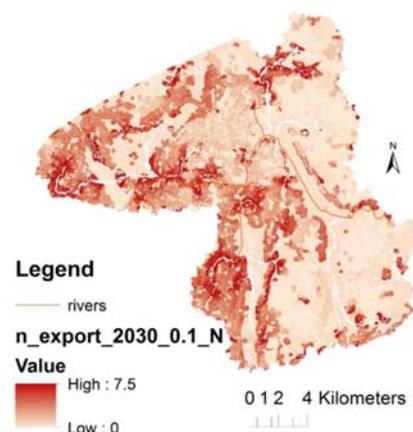


Fig.4 窒素負荷分布（2030年）