

三重県における生態系サービス間のシナジーとトレードオフ解析 Synergy and trade-off analysis between ecosystem services in Mie prefecture

○今枝 優介* 大野 研**
Yusuke Imaeda Ken Ohno

1. 序論

人間は生態系から様々な便益を受け取っており、それらを生態系サービスと呼ぶ。世界規模で生態系サービスの変化を評価したミレニアム生態系評価(2005)において、健康や安全などの人間の福利に生態系サービスが大きく貢献していることが示されている。一方で、生態系の改変等により、その多くが劣化していることも同著内で指摘されている。生態系保全のためには、サービスの定量的な評価を行い、その持続可能な利用が福利の向上につながることを示し、意思決定に関わる人々の理解を得ることが重要である。そのためには、サービス間の関係を明らかにする必要があると言われている。サービスを最大化させられるような景観の管理が可能になるからである。

しかし、複数のサービス間の関係を取り扱った事例は少なく、日本を対象にした研究はほとんど行われていない。その少ない事例の一つとして神山ら(2016)がある。石川県を対象にサービス間のシナジー・トレードオフ解析を行った研究で、供給サービスと他の生態系サービスにはトレードオフが成り立つなどの一般的に予想される異なるサービス同士の関係を表す 3 つの仮説を、日本の地方自治体レベルで検証している。

しかし、一事例だけでは意思決定へこれらの関係性を取り入れるには不十分であり、他地方でのさらなる検証が必要である。

そこで本研究では、そのような検証の基礎とするため、三重県における生態系サービス間のシナジー・トレードオフを調べ、先行研究と比較し考察を行うことで、地域固有の関係を明らかにすることを試みた。

2. 研究手法

神山ら(2016)を主に参考に、三重県と石川県の各市町における供給・調整・文化的サービスに関するデータを収集した(表 1)。

表1 使用データ
Table.1 Usage data

カテゴリ	項目名	単位	出典(三重県)	出典(石川県)
供給サービス	コメ収穫量	t	農林水産省(2016)	農林水産省(2016)
	大豆収穫量	t		
	根菜収穫量	t		
	葉茎菜収穫量	t		
	果菜収穫量	t	農林水産省(2006)	農林水産省(2006)
	果物的野菜収穫量	t		
	果樹収穫量	t		
	海面漁獲量	t	農林水産省(2015)	農林水産省(2015)
	採貝・採藻量	t	海面漁業生産統計調査	海面漁業生産統計調査
	素材生産量	m ³	農林業センサス(2015)、三重県森林・林業統計(平成27年度)より推計	Hashimoto et al.(2015)より引用
調整サービス	農地による洪水緩和	m ³	農林業センサス(2015)	
	農地による水源涵養	m ³	過去30年までの平均年間降水量データを	Hashimoto et al.(2015)より引用
	農地による土壌浸食防止	m ³	使用し、Hashimoto et al.(2015)と同様の方法を計算	
	森林年間水資源貯留	m ³		
	森林年間表面侵食防止	m ³		
	森林によるCO ₂ 吸収	m ³	農林業センサス(2015)	農林業センサス(2015)
文化的サービス	送粉昆虫貢献	t	農林水産省(2006)より推計	農林水産省(2006)より推計
	有形文化財数	個	三重県文化財データベースより国・県による	石川県HP(2014年8月時点)
	民族文化財数	個		
	名勝・史跡	個	指定ものを計測(2017年7月時点)	
	天然記念物数	個		
	無形民俗文化財数	個		
	遊歩道数	個	世界農林業センサス(2000)	世界農林業センサス(2000)
	森林スポーツ・レク施設数	個		

全項目の全ての組み合わせにおける相関関係をピアソンの相関係数を用いて解析した。この際、市町の土地面積の影響を排除し、また性質の異なるデータ同士を比較するため、必要なデータに関して各市町の面積で割り、その後標準化を行った。また、ここでは顕著な正の相関をシナジー、顕著な負の相関をトレードオフとみなすこととする。

次に項目の選定を行った。同じデータから算出され、相関係数が極端な値となった農地や森林の調整サービスを表す項目は代表するものを選び、類似する項目についてはその総和を指標とした。これにより 13 種類に絞られた項目に関して再度、相関解析を行い三重県におけるサービス間の関係について考察した。石川県についても同様に相関解析を行った。

*, **三重大学 Mie university

キーワード: 生態系, 環境保全, 生態系サービス

その後、三重県と石川県の相関係数差の二乗の算出と相関係数の差の有意性の検定を行い、地域間のシナジー・トレードオフ構造の違いを検証した。

3. 結果・考察

3.1 三重県におけるサービス間の関係

表2に結果を示した。

3.1.1 同カテゴリサービス間

各種供給サービス間では、「素材生産」と「米生産」でトレードオフ、「畑作物生産」と「米生産」でシナジーとなった。各種調整サービス間では、農地の果たすサービスと森林果たすサービス間でトレードオフとなった。これらは森林と農地の面積のトレードオフによると考えられる。各種文化的サービス間においては目立った関係が見られず、先行研究で示された、文化的サービス同士にはシナジー関係が成り立つという結果とは異なった。

3.1.2 異なるカテゴリサービス間

3.1.2.1 供給サービスと調整サービス

「素材生産量」と農地の調整サービスがトレードオフ、森林の調整サービスがシナジーとなった。逆に「米生産」が農地の調整サービスとシナジー、森林の調整サービスとトレードオフとなり、これも農地と林地の面積のトレードオフによると考えられる。他には「送粉昆虫貢献」と「畑作物生産」がシナジーとなった。同じデータから算出している影響もあるが、施設栽培や品種改良種が増えた現在でも、送粉昆虫の畑作物生産への影響が大きいことを示している。

3.1.2.2 供給サービスと文化的サービス

明確な関係となったのは「米生産」と「文化財数」のシナジーのみであった。日本では米生産が盛んな地域で文化が発展してきたため、シナジーとなったという先行研究の結果に一致した。他は全体的に弱い負の相関となり、供給サービスと他サービスがトレードオフとなる一般的な関係を示唆している。しかし、その中でも「貝・藻類収穫量」が「文化財数」と若干の正の相関となった。三重県では伊勢周辺をはじめとして、貝や藻類の生産が盛んで、米の場合と同様にそのような地域でも文化が発展してきた(海女文化など)背景があるので、シナジー傾向が表れたと予想される。

3.1.2.3 調整サービスと文化的サービス

「文化財数」が農地の調整サービスとシナジー、森林の調整サービスとトレードオフとなり、これも米生産と文化の発展の関わり合いのためだと予想される。

3.2 石川県との比較

相関係数差の二乗はほとんどの組み合わせで0に近い値をとり、また、差の有意性の検定で有意となったのは「素材生産量」と「貝・藻類収穫量」の組み合わせのみで、おおむね石川県と一致する結果となった。

4. 参考・引用文献

- 1) Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystem and human well-beings: Synthesis. Washington, DC: Island Press. (Millennium Ecosystem Assessment. 横浜国立大学 21 世紀 COE 翻訳委員会(訳) (2007) 「生態系サービスと人類の将来」 株式会社オーム社
- 2) 神山千徳, 橋本禪, 香坂玲, 齊藤修(2016), 社会生態学的生産ランドスケープにおける生態系サービス間のシナジーとトレードオフ解析: 石川県下の基礎自治体を事例として 土木学会論文集 G (環境) Vol. 72 No. 6

表2 三重県における生態系サービスの相関分析結果(***, p<0.001; **, p<0.01; *, p<0.05)
オレンジ色は相関係数が0.4以上,青色は-0.4以下を表す。

Table.2 Correlation analysis result of ecosystem services in Mie prefecture(***, p<0.001; **, p<0.01; *, p<0.05)
The orange represent a correlation coefficient of 0.4 or more, and the blue represent -0.4 or less

	素材生産量	米生産量	畑作物生産量	海面漁獲量	貝・藻類収穫量	農地の水源涵養	森林の水資源貯留	森林のCO ₂ 吸収	送粉昆虫貢献	文化財数	天然記念物数	名勝・史跡数	森林レク施設遊歩道数
素材生産量	1												
米生産量	-0.442*	1											
畑作物生産量	-0.252	0.536**	1										
海面漁獲量	-0.072	-0.310	-0.167	1									
貝・藻類収穫量	-0.246	0.086	0.074	0.398*	1								
農地の水源涵養	-0.442*	0.973***	0.531**	-0.325	0.051	1							
森林の水資源貯留	0.543**	-0.652***	-0.276	0.261	-0.090	-0.658***	1						
森林のCO ₂ 吸収	0.747***	-0.611***	-0.350	0.007	-0.342	-0.651***	0.775***	1					
送粉昆虫貢献	-0.087	0.193	0.699***	-0.102	-0.078	0.180	-0.006	-0.051	1				
文化財数	-0.360	0.555**	-0.014	-0.088	0.279	0.525**	-0.488**	-0.427*	-0.063	1			
天然記念物数	-0.066	-0.170	-0.096	0.356	0.208	-0.183	0.290	0.009	0.049	0.051	1		
名勝・史跡数	-0.169	0.190	-0.004	-0.117	-0.018	0.329	-0.248	-0.299	0.030	0.266	-0.142	1	
森林レク施設遊歩道数	-0.074	-0.080	-0.137	-0.055	-0.057	-0.174	0.096	0.160	0.024	-0.141	0.257	-0.185	1