

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 6 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23656311

研究課題名(和文) 生物多様性オフセットの導入を見据えた公共事業のマネジメント・プロセスの再検討

研究課題名(英文) An examination of public investment management process considering the introduction of biodiversity offset

研究代表者

福本 潤也 (Fukumoto, Junya)

東北大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号：30323447

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,400,000円、(間接経費) 420,000円

研究成果の概要(和文)：生物多様性オフセットが我が国に導入される可能性を見越して、公共事業のマネジメント・プロセスのあり方について検討した。第一に、ドイツの道路事業の計画策定プロセスとの対比から、我が国における構想段階での環境配慮手続きのあり方について批判的に検討した。構想段階に環境配慮手続きを上乗せ的に導入するだけでなく、現行の事業段階の環境影響評価の見直しが必要であることを指摘した。第二に、都市経済分析により、生物多様性オフセットの導入が都市内土地利用や社会的厚生に与える影響を明らかにした。第三に、土地制度の変更が都市内土地利用や生物多様性に与える影響について実証的に明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Considering the possibility of introducing biodiversity offset into Japan, we investigated on the management process of public investment. First, comparing with the German road planning process, we critically investigated on the Japanese environmental consideration in the planning stage, and pointed out the necessity of revising the environment impact assessment in the project stage. Second, we analyzed the impact of introducing biodiversity offset on the urban land use and social welfare. Third, we empirically analyzed on the impact of the revision of farmland system on the urban land conversion and biodiversity in the urban area.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学、土木計画学・交通工学

キーワード：公共事業 生物多様性 戦略的環境アセスメント 生物多様性オフセット 土地利用制度 土地税制

1. 研究開始当初の背景

生態系に負の影響を与える開発行為に対して、代償的な保全行為を通じて負の影響をオフセット(相殺)することを義務づける生物多様性オフセットが、生物多様性を保全するための実効的な制度として大きな注目を集めている。遠くない将来、わが国にも本格的に導入される可能性がある。

公共事業の多くは生態系に負の影響を及ぼす。そのため、生物多様性オフセットが導入されると公共事業の実施コストが大きく押し上げられると予想される。ただし、実施コストがどれだけ押し上げられるかは、どのようなオフセット制度を導入するかで大きく変わってくる。公共事業の実施コストが過度に押し上げられることのないように公共事業のマネジメント・プロセスとオフセット制度のあり方について“前もって”議論しておく必要がある。

近年、土木計画分野では制度に関する研究が精力的に行われている。既存研究の多くは公共事業のマネジメント・プロセスを構成する個別の仕組み(e.g. 環境アセスメント・PI・プロジェクト評価・入札・契約)を取り上げ、調査・分析を行っている。これに対し本研究では、生物多様性オフセットの導入という将来の可能性を見据えた上で、公共事業のマネジメント・プロセスの仕組み全体を取り上げ、統合的に分析する。

2. 研究の目的

生物多様性オフセットが今後日本に導入される可能性を見据えた上で、1) 現在の公共事業のマネジメント・プロセスを如何に見直すべきか、2) 生物多様性の保全と公共事業の円滑な実施を両立するオフセット制度は如何にあるべきか、という2つの視点から制度設計に関する定性分析・理論分析を行う。分析結果を踏まえ、制度設計のあり方とその理論的根拠を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 公共事業のマネジメント・プロセスと生物多様性オフセットの比較制度分析

生物多様性オフセットを導入している諸外国の公共事業マネジメント・プロセスと日本の現行プロセスを整理・比較する。特に、ドイツの道路計画における自然環境保護の仕組みに着目する。構想段階および事業実施段階の環境配慮手続きを踏まえ、生物多様性オフセットを導入する場合に生じる課題を明らかにし、望ましい制度のあり方について知見を得る。

(2) 生物多様性オフセットが都市内土地利用に与える影響に関する都市経済分析

都市経済モデルを用いて、生物多様性オフセットの導入が都市内土地利用や社会厚生に与える影響について理論分析を行う。特に、オフセット制度の設計方法(具体的には、代償地点の地理的制約)や代償技術の違いがもたらす影響を明らかにする。

(3) 土地制度の変更が都市内土地利用に与える影響に関する実証分析

土地制度の変更が都市内土地利用と生物多様性に与える影響について、詳細地理情報を用いた実証分析を行う。データが利用可能な1992年の農地制度変更を事例として取り上げる。三大都市圏特定市における宅地並み課税の強化と生産緑地制度の変更が農家の土地転用行动に与えた影響を定量化する。農家の土地転用行动はハザードモデルで定式化する。また、土地利用と環境指標生物の生息確率の関係についても推計する。農家の土地転用行动の上記推計結果と組み合わせることで、農地制度変更が生物多様性に与えた影響も定量的に推計する。

4. 研究成果

(1) 公共事業のマネジメント・プロセスと生物多様性オフセットの比較制度分析 ドイツの道路計画プロセス

ドイツでは、総合的な交通政策を実現するために連邦交通路計画が策定されている。2003年に策定された連邦交通路計画2003では、2001年～2015年を計画対象期間として約1,600の道路・鉄道・内航水運の事業計画をまとめている。各事業について、費用便益分析・環境リスク評価・空間影響評価の3つの分析を行い、分析結果に基づいて各事業の優先順位を決めている。

環境リスク評価は全てのプロジェクトではなく、自然環境に大きな影響を及ぼすと事前にスクリーニングされた一部のプロジェクトを対象としている(道路事業の場合、最初に登録された約1,800の事業のうち約700の事業)。環境リスク評価の目的はプロジェクトの環境リスクを定性的に評価する点にあり、環境影響評価のような詳細な情報は利用していない。サイトとは独立した事業特性による影響とサイトに依存する自然環境等の耐性という2項目について、それぞれ5段階で評価を行い、両者の評価結果を総合化して事業毎に環境リスクを4段階で評価している。環境リスク評価時点では、路線の概略線形は概ね決まっており、路線案から1km程度の幅に含まれる範囲について環境情報の収集と環境リスクの評価を行い、事業全体の環境リスクを評価

している。

連邦交通路計画2003で高い優先順位が付けられた道路事業は、1) 需要計画、2) 予備計画～路線選定手続、3) 予備設計～計画確定手続、4) 用地取得、という4つの手続を経て実施される。予備計画～路線選定手続では、複数の路線について概略線形や構造、概算費用が比較されて、路線が決定する。第一段階の環境影響評価も実施される。予備設計～計画確定手続では、1/1,000程度の道路設計図や横断面図が作成され、計画を確定するための手続が行われる。第二段階の環境影響評価も実施される。また、連邦自然保護法で定められた侵害規則に基づく景観維持随伴計画も作成される。景観維持随伴計画により、道路事業による自然及び景観への侵害が十分に回避され、また回避できない場合には回復・代償・金銭補償が行われているかどうか判断される。公共事業の場合、事業主体と許認可権者が同じ場合、州の環境省等が景観維持随伴計画の内容や実施可能性に基づいて許認可の判断をする。

構想段階における環境配慮手続きのあり方への知見

わが国では1984年に閣議アセスと1997年の環境影響評価法を経て事業実施段階での環境影響評価が行われてきた。また、2011年には環境影響評価法が改正され、計画段階での配慮書手続きが加わった。道路事業の場合、前者では路線案から1km程度の幅に含まれる範囲について環境情報の収集と影響の評価を行う。後者では、複数の路線案を設定した上で、既存資料に基づいて主に環境面から代替路線案を比較する。

上述のドイツの道路事業プロセスの環境評価と大きく異なるのは以下の二点である。第一に、マスタープランレベルでの環境評価が行われていない。わが国では、そもそも個別事業名を含んだマスタープランが、行政の内部資料以外に作成されてこなかった。第二に、わが国では事業アセスを行う段階では予備設計までしか行われていないのに対し、ドイツでは詳細設計までが行われている。後者では、連邦自然保護法が求める侵害規則に適合するため、景観維持随伴計画まで作成する必要があり、路線の線形や基本的構造までを決める必要がある。ドイツでは路線選定手続きにおける環境影響評価と路線確定手続きにおける環境影響評価の位置づけが明確である。一方、わが国では計画段階における配慮書手続きが後から加わったため、元々両者の位置づけが統合的に組み立ておらず、位置づけが不明確になっている部分がある。

生物多様性オフセットを導入し、代償義務を事業主体に課す場合、事業アセスと同時に

概略設計まで行う必要がある。また、仮に生物多様性オフセットの代償義務を導入しない場合であっても、事業アセスの調査結果を直接道路の線形や構造の設計につなげていく仕組みの導入を検討する必要があると考えられる。路線選定後に実施する事業アセスの調査結果を設計に反映させることで、自然環境の保護、道路の質の向上、測量・調査・設計に伴うコストの削減の両立を図ることが期待できる。

(2) 生物多様性オフセットが都市内土地利用に与える影響に関する都市経済分析モデルの概要

土地制度が土地利用に与える影響については、都市経済学分野に膨大な研究蓄積がある。土地制度と都市内土地利用・開発タイミング・都市規模などの関係について、静学・動学の両方の枠組みで様々な分析が行われてきた。本研究では、動学的な線形都市モデルを用いて、開発タイミング・都市規模・地価形成要因の関係を分析した Cappa and Helsley (1989) のモデルを基本とする。彼らのモデルに、アメニティ効用・開発規制・代償義務という3つの要素を取り入れたモデルを構築し、開発規制の内容とオフセット制度の有無が都市内土地利用・都市規模・社会厚生に与える影響について分析する。

また、自然生態系の保全は都市住民に環境アメニティ効用をもたらすと考えられることから、環境アメニティの外部性も明示的にモデルに取り入れる。環境アメニティの外部性を考慮した都市経済モデルについては、2000年代以降に精力的に研究が進められている(例えば、Tajibaevaら)。本研究ではそれらの定式化を参考にモデルを構築する。

具体的には、表-1に示す3種類のモデルを定式化する。日本型開発規制モデルは、我が国の現行制度を表現したモデルである。開発規制が緩く、代償義務が導入されていない状況をモデル化する。日本型代償義務モデルでは、現行の緩やかな開発規制を維持したまま、代償義務を導入した状況をモデル化する。ドイツ型モデルは、ドイツの現行制度を表現したモデルである。厳格な開発規制と代償義務が導入されている状況をモデル化する。

表-1 モデルの分類

| | モデル | 開発規制 | 代償義務 |
|---|------------|------|------|
| 1 | 日本型開発規制モデル | 緩やか | なし |
| 2 | 日本型代償義務モデル | 緩やか | あり |
| 3 | ドイツ型モデル | 厳しい | あり |

分析結果

開発行為を行った地点と同じ地点で代償義務を果たさなければならないケース（オンサイトのケース）と、異なる場所で代償義務を果たしてもよいケース（オフサイトのケース）で分析結果が大きく異なる。

オンサイトのケースの場合、線形都市モデルを解析的に解くことで、以下の命題が示される。

命題 1：日本型代償義務モデルとドイツ型モデルでは、開発規制の内容が異なるが、土地転用が行われるタイミングは等しい。一方、日本型開発規制モデルでは土地転用が早まる。

命題 2：日本型代償義務モデルとドイツ型モデルでは都市内地価分布が等しくなる。最適開発規制水準も等しくなる。

命題 3：日本型代償義務モデルとドイツ型モデルでは一般に前者の方が開発費用が高くなる。

命題 4：日本型代償義務モデルとドイツ型モデルでは都市内平均地価は等しくなる。

上記の結論は、オンサイトで代償義務が課される場合には、開発規制の厳格さが土地利用変化や都市内地価に影響しないという意味での中立性を有するという結果を示している。これより、土地利用規制が緩い我が国に生物多様性オフセットを導入しても、開発事業を著しく抑制することはない可能性が示唆される。ただし、上記の分析結果はオンサイトでの代償義務に限った分析であり、加えて土地取引の取引費用を完全に無視している点に、十分留意する必要がある。

オフサイトのケースの場合、線形都市モデルでも解析的に解くことは容易ではない。数値実験を行った結果、以下の性質が確認された。

性質 1（図-1 参照）：ドイツ型モデルでは都市規模が最も小さく、アメニティ選好が強くなるに従い、都市規模は拡大する。一方、日本型開発規制モデル（図-1 から図-3 の日本型モデル）ではアメニティ選好の強さによらず都市規模は常に変化しない。

性質 2（図-2 参照）：家計のアメニティ選好が強い場合、ドイツ型モデルのもとで最も高い社会的厚生を実現できる。一方、アメニティ選好が弱い場合、日本型開発規制モデルのもとで最も高い社会的厚生を得ることができる。また、日本型代償義務モデル（図-1 から図-3 の日本型オフセットモデル）ではドイツ型モデルより常に社会的厚生が小さい。

性質 3（図-3 参照）：代償義務を果たすべき地点が開発地点から離れるに従って社会的厚生は低下する。

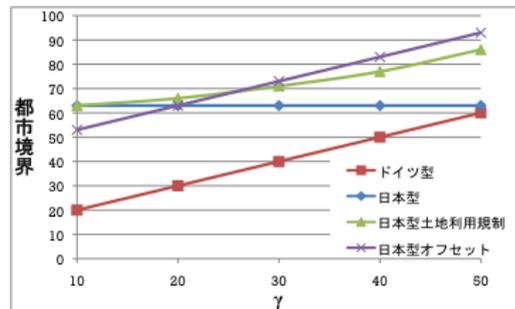


図-1 モデル間での都市境界の違い

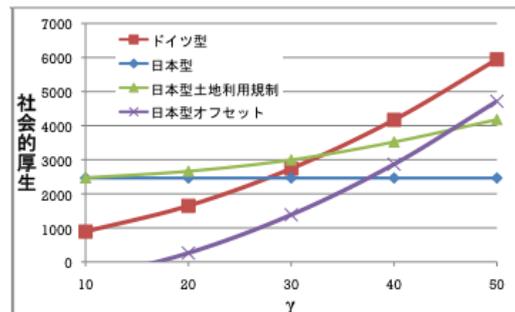


図-2 モデル間での社会的厚生の違い

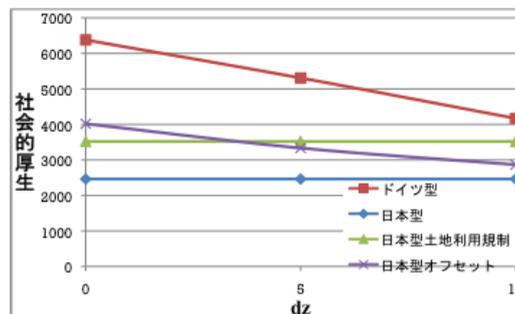


図-3 代償距離が社会的厚生に与える影響

(3) 土地制度の変更が都市内土地利用に与える影響に関する実証分析

農家の土地転用行动の推計手法

農家の宅地転用行动を生存時間解析手法の一つであるCox比例ハザードモデルを用いて定式化する。時点 t まで農地として残存していた共変量 X の土地が時点 t に宅地に転用する確率 $h(t|Z)$ を次式で表現する。

$$h(t|Z) = h_0(t) \exp(\beta X) \quad (1)$$

分析対象地域として、茨城県の3市3町（取手市、坂東市、つくばみらい市、守谷市、利根市、五霞町、境町）と千葉県の上野市、柏市、松戸市、流山市、我孫子市の市街化区域である。土地利用状況は、細密数値情報の10mメッシュデータ（1979年、1984年、1989年、1994年）及び数値地図5000の土地利用データ（2000年、2005年）を用いる。当該地域内で1979年に農地であった地点をデータサンプルとしている。ただし、1991年以降に生産緑地指定を受けた地点はサンプルが

ら除外する。また、共変量として、宅地収益に関する変数（最寄駅までの距離，主要駅までの所要時間，周辺宅地割合，用途地域ダミー），開発費用に関する変数（傾斜度），オプション価値に関する変数（地価成長率，地価分散），農地税制に関する変数（宅地と農地の税額差）を取り上げる。

上記データを用いて，式(1)の未知パラメータを部分尤度最大法により推計する。部分尤度は次式で表される。

$$L(\beta) = \prod_i \left[\frac{\exp(\beta X_{(i)})}{\sum_{j \in R_i} \exp(\beta X_j)} \right] \quad (2)$$

また，サンプルセレクションバイアスの問題に対処するため，傾向スコア法も合わせて用いる。

農家の土地転用行动の分析結果

で定義したモデルのパラメータ推計結果は統計学的に有意な結果が得られた。そこで，表-2の3つの仮想シナリオのそれぞれについて，対象地域内の農地の平均的な残存率を推計した。

表-2 シナリオ

| シナリオ | 宅地並み課税制度 | 生産緑地制度 | 市街化区域内農地課税標準 |
|------|----------|--------|--------------|
| 1 | 有り | 無し | 宅地並み |
| 2 | 無し | 無し | 農地並み |
| 3 | 無し | 有り | 農地並み |

図-4は，観測された土地利用の農地残存率との推計結果で現況を再現した場合の農地残存率を比較したものである。図より，現況再現性は概ね良好であることが確認できる。

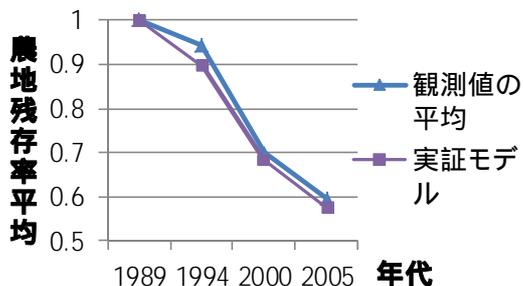


図-4 農地残存率の推計結果

図-5は，表-2の3つのシナリオと現行制度のそれぞれについて，農地残存率の推計結果を比較したものである。図より，シナリオ1とシナリオ2では，2005年時点で約6%の差がある。宅地並み課税の宅地化促進効果を示している。一方，シナリオ2とシナリオ3では，2005年時点で約6.4%の差がある。生産緑地

制度における相続税猶予の持つ長期的な農地保全効果を示している。シナリオ2は，1991年で農地税制改正を行わなかった場合に対応する。これより，農地税制改正が農地を長期的な保全効果を持っていたことが定量的に明らかになった。

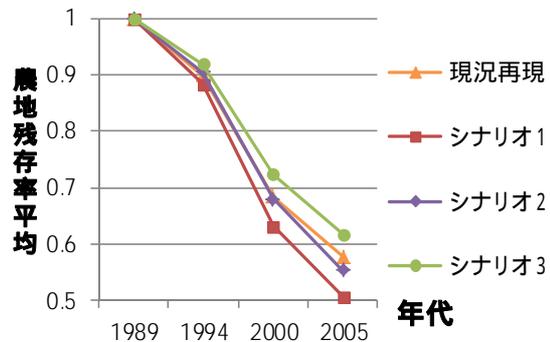


図-5 シナリオ別の農地残存率の推計結果

生物多様性に与えた影響の推計手法

環境指標生物と土地利用の関係をロジスティック回帰モデルにより定式化する。被説明変数は環境指標生物の生息状況を表す0-1の離散変数である。説明変数は，各種土地利用（農地，森林，荒地，建物用地，河川湖沼）の面積に加えて，年降水量・年平均気温・年合計日照量などの気候に関する変数と，地形に関する変数（最大傾斜角，最小傾斜角）を用いる。

環境指標生物の生息状況は，自然環境保全基礎調査（第3回）の身近な生き物調査の調査結果を用いる。環境指標生物としては，植物（8種），鳥類（3種），虫（3種）を取り上げる。日本全国の1kmメッシュ単位のデータを用いてロジスティック回帰モデルを推計する。

次に，ロジスティック回帰モデルの推計結果を農家の土地転用行动の推計結果と組み合わせる。これにより，農地制度に関する仮想的なシナリオ下での環境指標生物の生息確率をそれぞれ推計する。

生物多様性に与えた影響の分析結果

図-6と図-7に，ギンヤンマとセイヨウタンポポの分析対象地域内での生息確率の平均値の推計結果を示す。図-6より，ギンヤンマは時間の経過とともに生息確率が減少しており，農地制度の違いにより2005年時点で約1パーセント，平均生息確率が異なっていることが分かる。一方，図-7より，セイヨウタンポポは時間の経過とともに生息確率が増加しており，セイヨウタンポポが都市化の指標とされる実態と合致している。

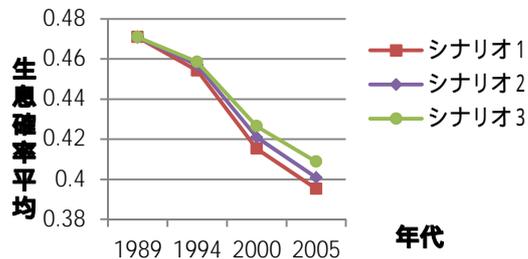


図-6 ギンヤンマの生息確率の推計結果

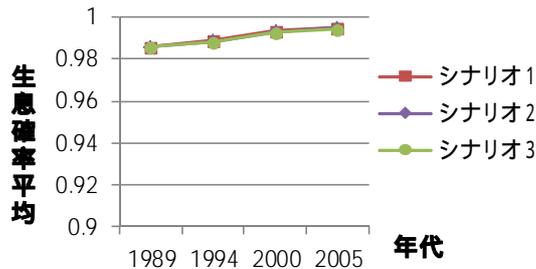


図-7 セイウタホの生息確率の推計結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

小長井遥、福本潤也、生産緑地制度が都市内土地利用に与える影響に関する経済分析、土木計画学研究・講演集、査読無、Vol.43、計4ページ(ページ番号なし)、2011

菊地秀、福本潤也、生物多様性オフセットが都市内土地利用に与える影響に関するモデル分析：アメニティ選好と土地制度に着目して、土木計画学研究・講演集、査読無、Vol.43、計4ページ(ページ番号なし)、2011

〔学会発表〕(計3件)

Kikuchi, S. and Fukumoto, J.: Biodiversity offset and urban land use configuration in a growing open city, Adaptability of Human Societies to Perturbation, International Forum for Ecosystem Adaptability Science III, November 17, 2011, Sendai.

小長井遥、福本潤也、生産緑地制度が都市内土地利用に与える影響に関する経済分析、第43回土木計画学研究発表会、2011年5月29日、つくば

菊池秀、福本潤也、生物多様性オフセットが都市内土地利用に与える影響に関するモデル分析：アメニティ選好と土地制度に着目して、第43回土木計画学研究発表会、2011年5月29日、つくば

〔図書〕(計1件)

福本潤也(共著)、生態適応科学 - 自然のしくみを活かし持続可能な未来を拓く、日経BP社、2013、172-199

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福本 潤也 (FUKUMOTO, JUNYA)

東北大学・大学院情報科学研究科・准教授

研究者番号：30323447