

神戸大学工学部 学生員 ○大川内 佑
神戸大学大学院 正会員 織田澤 利守

1. はじめに

近年、米国を中心とした世界各地でブラウンフィールド問題が報告されている。ブラウンフィールドとは、「土壌汚染の存在、またはその懸念から、本来その土地が有する潜在的な価値よりも著しく低い用途、または未利用となった土地」のことを言う。ブラウンフィールドの発生構造を理論的に解明した研究の一つに、織田澤ら (2010)¹⁾があるが、市場の状況を考慮していない等の課題がある。本研究においては、市場にそれぞれ複数の需要者と供給者が存在する状況を考慮したモデルを構築し、ブラウンフィールドの発生構造を解明することを目的とする。具体的には Wheaton(1990)²⁾、丹呉ら (2010)³⁾の研究で扱われているモデルを参考に、本研究で想定する「土地市場におけるマッチング」を分析するための新たなモデルを構築する。

2. モデル

(1) モデルの概要

市場にはそれぞれ複数の土地と利用者が存在し、それらは用途によって2タイプに分類される。土地と利用者のマッチング状況は以下のように分類される。

M_G^i : タイプマッチ (土壌汚染なし)

M_B^i : タイプマッチ (土壌汚染あり)

S_G^i : タイプミスマッチ (土壌汚染なし)

S_B^i : タイプミスマッチ (土壌汚染あり)

土地のマッチング状況は (1) 土地タイプの変化, (2) 汚染状態の経時変化, (3) 売買による土地利用者の転換という3つのイベントによって変化し、それらをまとめると図1のようになる。また、状態遷移による各状態の土地のロット数の時間変化はマルコフ連鎖モデルとして以下のように表される。

$$\begin{aligned}\dot{L}M_G^i &= -(\beta^i + t_M^i)LM_G^i + t_M^i LM_B^i \\ &\quad + (1 - \beta^i - t_S^i)LS_G^i + (1 - \beta^i - t_S^i)n_{cl}^i LS_B^i \\ &\quad + \beta^j LS_G^j \\ \dot{L}M_B^i &= t_M^i LM_G^i - (\beta^i + t_M^i)LM_B^i \\ &\quad + (1 - \beta^i - t_S^i)n_{co}^i LS_B^i + \beta^j LS_B^j \\ \dot{L}S_G^i &= -LS_G^i + t_S^i LS_B^i + \beta^j LM_G^j \\ \dot{L}S_B^i &= t_S^i LS_G^i + \beta^j LM_B^j \\ &\quad - [\beta^i + t_S^i + (1 - \beta^i - t_S^i)(n_{cl}^i + n_{co}^i)]LS_B^i\end{aligned}$$

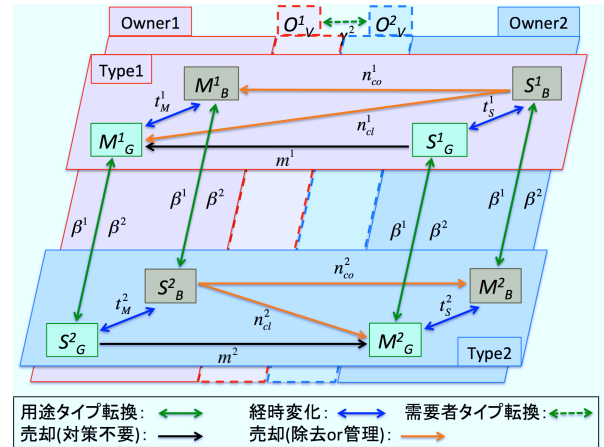


図-1 土地市場におけるマルコフ連鎖モデル (状態の遷移)

ただし、 n_{cl}^i と n_{co}^i はそれぞれ「除去による売却成功確率」、「管理による売却成功確率」を表す。每期、各状態の利用者が土地から得る収益フローを $UM_G^i, UM_B^i, US_G^i, US_B^i$ と表す。また、各状態の利用者がその後得る収益の割引期待現在価値を $WM_G^i, WM_B^i, WS_G^i, WS_B^i, WO_V^i$ により表す。各状態の土地の経済価値は、今期のフローである収益や費用と、次期の状態変化に伴う期待キャピタルゲインの和として再帰的に定義され、以下のように表せる。

$$\begin{aligned}rWM_G^i &= UM_G^i - \beta^i(WM_G^i - WS_G^i) \\ &\quad - t_M^i(WM_G^i - WM_B^i) \\ rWM_B^i &= UM_B^i - C_{co} - \beta^i(WM_B^i - WS_B^i) \\ &\quad + t_M^i(WM_G^i - WM_B^i) \\ rWS_G^i &= US_G^i + \beta^i(WM_G^j - WS_G^j) \\ &\quad + t_S^i(WS_B^i - WS_G^i) \\ &\quad + (1 - \beta^i - t_S^i)(WO_V^i - WS_G^i) \\ rWS_B^i &= US_B^i - C_{co} + \beta^i(WM_B^j - WS_B^j) \\ &\quad + t_S^i(WS_G^i - WS_B^i) \\ &\quad + (1 - \beta^i - t_S^i)[n_{cl}^i(WO_V^i - WS_B^i - C_{cl}) \\ &\quad + n_{co}^i(WO_V^i - WS_B^i)]\end{aligned}$$

ただし、 r は純割引率を表す。

(2) 売買取引メカニズム

土地購入にあたり、需要者は図2に示すフローに従い行動する。「汚染のない土地」の市場における取引は必ず成功すると仮定する。「汚染のある土地」の市場では需要者と供給者が希望の対策措置を選択した上で確



図-2 土地市場における需要者の購入フロー

率的に出会い、互いの希望する対策措置の組み合わせにより、取引成立の可否が決定する。本研究では、汚染のある土地市場における取引を2集団（需要者と供給者）、2戦略（除去と管理）の個体群ゲームとして定式化する。ここで売り手集団のうち除去を選択する人の割合を p 、買い手集団のうち除去を選択する人の割合を q と表現する。売却成功確率およびプレイヤーが各戦略から得る利得はそれぞれ p 、 q の関数となる。需要者と供給者はそれぞれ複数存在するため、個人の意思では p および q を決定できない。そのため個人は、他のプレイヤーの戦略を与件とした上で除去と管理のいずれかを選択する。個人は自身の利得が高くなる方向に戦略を変更し、いずれのプレイヤーも戦略を変更するインセンティブがない状態が均衡（ナッシュ均衡）となる。均衡の条件と動学安定性については、Corchon(1996) の gradient dynamics の考え方に従う。

3. 数値解析

2つのタイプは完全に対照的な数値的特性をもつと仮定し、モデルの定常状態を対象とした分析を行う。計算結果を図3に示すような位相図に整理する。各端点が意味する状況は(1)全汚染地が除去で取引される「除去実施： $(p, q) = (1, 1)$ 」、(2)全汚染地が管理で取引される「管理実施： $q = 0$ 」、(3)汚染地の取引が行われない「現状維持： $(p, q) = (0, 1)$ 」の3つである。

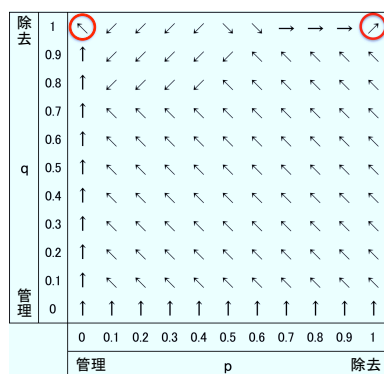


図-3 均衡の位相図

図3は収益フローを低く設定したときの計算結果である。「除去実施」と「現状維持」の複数均衡が実現し、社会的最適な利用状態は「管理実施」である。社会的

最適な利用状態とは、市場に存在する土地の経済価値の総和（社会厚生）が最大となる状態を指す。「現状維持」はミスマッチ状態の汚染地が多く存在する状況で、社会厚生は小さい。社会的最適な利用状況（管理実施）が実現せず、土地の高度利用が行われない本状態は、本研究で議論するブラウンフィールドと捉えられる。

また、パラメータ操作に伴う均衡状態の変化から、各均衡がどういった市場環境で実現するかを解明する。ここでの市場環境とは、汚染対策費用と毎期の収益フローによって想定される、売買取引に影響を及ぼす因子のことを指す。解析結果より以下のことが言える。

- 収益フローの大きな汚染地では、自発的な再開発が行われる。
- 収益フローの小さな汚染地では、自発的な再開発が行われず、何らかの行政支援等が必要である。
- 収益が小さいほど、除去費用に対して管理費用が小さくなければ、管理実施は唯一均衡として実現しにくい。
- ある程度収益フローが大きい領域については、収益フローの増加に伴い、社会的最適な利用状態（管理実施）が均衡として実現しやすくなる。
- 収益に対し除去・管理費用の双方が著しく大きい場合、汚染地の自発的な再開発は行われにくい。

4. 結論

本研究では土地市場の状況を考慮したマッチングモデルを構築し、市場環境と実現する均衡の関係を把握した。その結果、収益の小さい（不景気あるいは地方部に存在する）汚染地では自発的な再開発が行われないことが判明した。今回構築したモデルには汚染リスク等の減価要因が考慮されておらず、それらを取り入れた新たなモデルへの拡張も期待できる。また本研究では、市場環境と実現する均衡の関係を把握したため、当該状態にどのようなパラメータ操作を行えば目的の均衡が実現するかを確認できる。この知見を用いた、現行の対策費用補助制度の費用便益分析に関する枠組みの提言も、今後の課題として挙げられる。

参考文献

- 1) 織田澤利守, 中谷雄一郎, 保高徹生: 土壌汚染による塩漬け土地問題の発生メカニズムと抑制政策, 土木計画学・講演集, Vol42, No.124.
- 2) William C. Wheaton: Vacancy, Search, and Prices in a Housing Market Matching Model, The Journal of Political Economy, Vol.98, No.6, pp.1270-1292, 1990.
- 3) 丹呉充, 横末宗太, 石倉智樹: 超寿命化政策が住宅市場にもたらす影響に関する研究-住替え行動と中古住宅取引に着目したマッチングモデルによる均衡アプローチ-, 土木学会論文集, Vol67, No.4, pp495-509, 2011.