

事業コストに着目した都市施設整備計画 に関するモデル分析 —草津川廃川跡地を対象として—

立命館大学 正員 春名 攻*¹
立命館大学 正員 馬場 美智子*²
立命館大学大学院 学生員 ○中岡 良文*³

By Mamoru HARUNA, and Michiko BANBA, and Yoshifumi NAKAOKA

昨今、経済状況の不安定が原因で国や地方の財政事情も圧迫されて来ており、都市・地域基盤施設整備への投資財源も厳しい制約を受けている。このような状況の下では、限られた財源の中、必要な都市整備事業を効果的・効率的に促進し、更なる発展をどのように進めていくかは、従来にも増して大きな課題となってきた。

現在、滋賀県草津市・栗東町域での草津川放水路事業に伴う廃川敷跡地利用事業の検討において、都市整備事業としてどのような利用方法を構想し、それらをどのような事業方法によって実現していくかが大きな問題となっている。そこで、住民の意向を取り入れつつ、限られた財源を効率的に運用し、コストを縮減することで、事業の成立性向上を追求した計画検討を行うことが滋賀県草津市にとって重要である。そこで、本研究では、最適計画モデルを用いて複数の施策や整備目標を設定し、数値計算を行いその計算結果の分析にもとづいて、システム論的に本問題に関する検討を行った。

【キーワード】社会基盤整備、最適配置、事業計画・評価

1. 研究の背景と目的

現在、滋賀県草津市・栗東町域での草津川放水路事業に伴う廃川跡地利用事業の検討において、都市施設整備事業としてどのような利用方法を構想し、それらをどのような事業方法によって実現していくかが大きな問題となっている。

本研究では、関連行政機関の提案する草津川廃川跡地整備基本計画案（素案）¹⁾に基づき、草津川廃川跡地において、滋賀県が幹線道路・植樹帯・歩道整備を行った後に残される草津川廃川跡地を対象地域とすることとした。そこで、滋賀県草津市が、廃川跡地に

おける都市施設整備計画を効果的かつ合理的に行うために、構想計画段階における都市施設整備計画検討ツールとして、計画モデルの定式化および現実レベルでのモデル分析を行った。特に、効率的財源運用の観点から、事業の採算性や成立性に焦点をあて、計画案を事業費との関係から分析・検討を行った。

2. 草津川廃川敷跡地利用における基本方針

草津川は、平成13年度末に川を切り替えて、放水路に水を流す予定となっていることから、草津川跡地をどのように利用するかは、草津市の基盤整備や都市発展にとって重要な問題であると考えられる。関連行政機関の提案する草津川廃川跡地整備基本計画案（素案）の中では、滋賀県は、草津市の東西を結ぶ交通網の整備が遅れていることから全区間において幹線道路と、「緑」を基本軸とした「緑の中の道路」を実現

*¹立命館大学環境システム工学科 077-561-2736

*²立命館大学環境システム工学科

*³立命館大学大学院理工学研究科環境社会工学専攻

するために幅 10m の植樹帯と歩道（サイクリングロード）整備を行うこととし、草津市は、草津住民の意向として跡地に公園を整備することへの要望が強いことから、残りの跡地は、草津市が基幹公園整備計画にもとづき、堤体を切り下げたあとの平地を、公園・緑地として整備する方針となっている。また残りの跡地で広い敷地が確保できる場所では、その他の都市施設を整備していく方針であるが、具体的な整備計画や方法に関する検討を行っている最中である。

3. 本研究における都市施設整備の考え方

草津市において現在構想されている都市施設として、新規の小学校と総合福祉施設の整備あげられる。しかし、土地取得に関わる問題を抱え、事業計画が進捗していない状況である。一方、草津駅東口地区周辺には公共的な施設が集積しているが、施設の老朽化と、草津市の人口増加に伴う施設の拡張を迫られていることから、施設の建て替えが必要となっている。これらの都市施設が立地する地区に隣接して大規模な空閑地が存在し、そこでは商業を中心とした地区活性化のための施設整備構想が検討されている。そこで、隣接する公共施設群を他地区に移転することで空いた土地と空閑地を合わせて、商業機能を集積させることにより、より効果的に中心地区の活性化を図ることが可能となると考えられる。また、これらの都市施設を廃川跡地に移動させることによって地価が高い元の土地を売却し、その売却益を施設整備費として活用できると考えるものである。すなわち、都市施設の移転・更新と総事業費の低減を同時に行うことができると考える。また、公園と都市施設以外の敷地においては、将来における公共用地として転用することによって、草津市における純支出の低減が図れるものと考えた。

4. 都市施設整備計画のための最適計画モデル

本研究では、このようなシナリオの下で、効率的財源運用探索のための草津川廃川跡地利用検討のための最適計画モデルを構築した。また、本研究では、幹線道路や鉄道による土地利用および学区によって廃川跡地を 13 のゾーンに分割し、分析を行うこととした。

草津市は、県が全区間に高規格道路、歩道（サイクリングロード）・植樹帯を整備した残りの廃川跡地に都市施設整備を行うが、可能な限り支出を最小とするような行動をとる。この時、各ゾーンの跡地面積は面積制約となる。また、同時に草津市は住民の意向を充

足すると同時に、草津市に不足している公園の一部分を廃川跡地で整備するものとした。そこで、廃川跡地において整備する公園面積の目標達成水準をパラメトリックに変化させ数値計算を行うこととして、公園整備目標面積の達成率を公園整備率として、最低整備率として制約条件に加えた。

以上のような考えにもとづいて草津市の行動を最適計画モデルとして定式化した。目的関数は草津市の支出で、その最小化をめざすが、制約条件として各ゾーンの公園整備率と導入都市施設の利便性を考慮した配置区間、さらに i ゾーンにおける施設導入許容量とした。これにより各代替案における導入都市施設の種類の配置を決定する。ここで、公園目標整備率は学区ごとに算出されていることから、現在の公園整備目標達成率と目標達成率は、ゾーンごとに算出しなおして調整を行った。

この最適計画モデルは、草津川廃川跡地に導入を想定した都市施設の種類の配置を決定する (0, 1) のナップサック問題として定式化した。解対策の方法としては遺伝アルゴリズム (GA)^{2) 3)} を用いて近似解を探索し組み合わせ数を絞り込み、その中から最適解の探索を行うこととした。以下にモデルを示す。

$$C^{total} \rightarrow \text{Minimize} \quad (1)$$

ここで、

$$C^{total} = C^{pay} + C^{social} + SC - P^{total} - sub - p^{higashi_section} \quad (2)$$

$$C^{social} = \sum_i C_i^{con} \cdot x_{ij} + \sum_{i=1}^{13} C_i^{park} + RC + C^{soil} \quad (3)$$

$$x = (0,1) \quad (4)$$

$$P^{total} = \sum_i (A_i - S_i^{con} - L_i) \cdot C_i^{land} \quad (5)$$

Subject to

$$A_i - L_i \geq S_i^{con} \quad (6)$$

$$\text{if } \frac{pa_i^{park} + (a_i^{total} - a_i^{road} - a_i^{sidewalk} - a_i^{plant})}{ta_i^{park}} > \alpha \quad (7)$$

$$\text{then } \lambda_i \geq \alpha \quad (8)$$

$$\text{if } \frac{pa_i^{park} + (a_i^{total} - a_i^{road} - a_i^{sidewalk} - a_i^{plant})}{ta_i^{park}} < \alpha \quad (9)$$

$$\text{then } fa_i^{park} = a_i^{total} - a_i^{road} - a_i^{sidewalk} - a_i^{plant} \quad (10)$$

ここで、

$$\lambda_i = \frac{pa_i^{park} + fa_i^{park}}{ta_i^{park}} \quad (11)$$

C^{total} : 草津市純支出、 C^{pay} : 滋賀県から草津川廃川跡地（県整備部分を除く）の取得費用、 C^{social} : 社会基盤整備費用、 P^{total} : 遊休地の価値、 sub : 国からの補助金、 $p^{higashi_section}$: 草津駅東口地区における土地売却地の総地価、 C_j^{con} : 施設 j の建設コスト、 x_{ij} : 施設 j が i ゾーンに配置されるかを示す変数、 A_i : i ゾーンの県整備以外の廃川跡地面積、 S_i^{con} : i ゾーンにおける都市施設の総面積、 L_i : i ゾーンにおける最低公園整備面積、 C_i^{land} : i ゾーンの地価、 λ_i : 各ゾーンごとの公園整備目標達成率、 α : 公園整備目標最低達成率、 pa_i^{park} : i ゾーンにおける現状での公園整備面積、 fa_i^{park} : i ゾーンにおける新規公園整備面積、 ta_i^{park} : i ゾーンにおける目的公園整備面積、 a_i^{total} : i ゾーンにおける草津川廃川跡地面積、 a_i^{road} : i ゾーンにおける道路整備面積、 $a_i^{sidewalk}$: i ゾーンにおける歩道整備面積、 a_i^{plant} : i ゾーンにおける植樹帯（緩衝帯）面積、 c_i^{park} : i ゾーンにおける公園整備費用、 SC : 草津川廃川跡地整地費における草津市の負担額、 RC : 区画整理にかかる費用、 C^{soil} : 土量運搬費

a) 公園整備費用

$$c_i^{park} = fa_i^{park} \cdot up^{park} \quad (12)$$

a_i^{park} : i ゾーンにおける公園総面積、 up^{park} : 公園整備単価

b) 草津川廃川跡地整地費における草津市の負担額

$$SC = (v^{pile} \cdot up^{pile} + v^{cut} \cdot up^{cut} + c^{construction}) \cdot (a^{total} - a^{road} - a^{sidewalk} - a^{plant}) / a^{total} \quad (13)$$

v^{pile} : 草津川廃川跡地における盛土量、 v^{cut} : 草津川廃川跡地における切土量、 up^{pile} : 盛土工単価、 up^{cut} : 切土工単価、 $c^{construction}$: 地盤改良工費及び撤去工費、 a^{total} : 草津川廃川跡地総面積、 a^{road} : 道路整備総面積、 $a^{sidewalk}$: 歩道整備総面積、 a^{plant} : 植樹帯（緩衝帯）総面積

c) 区画整理事業および住宅移転にかかる費用

$$RC = c^{acquire} + c^{remove} + rc^{readjustment} + c^{life_base} + c^{readjustment} \quad (14)$$

$c^{acquire}$: 住民移転先土地取得費、 c^{remove} : 移転補償費、 $rc^{readjustment}$: 移転先土地造成費、 c^{life_base} : 区画整理区域内の生活基盤整備費（道路・街路整備費）
 $c^{readjustment}$: 区画整理区域の整地費

d) 土量運搬費

$$C^{soil} = l \cdot up^{portage} \cdot v \quad (15)$$

l : 運搬距離、 $up^{portage}$: 土量運搬単価、 v : 土量

e) 遊休地の地価

$$P^{total} = \sum_{i=1}^{13} P_i^{remaining}$$

$$p_i^{remaining} = lp_i \cdot (a_i^{total} - fa_i^{park} - a_i^{road} - a_i^{sidewalk} - a_i^{plant} - a_i^{institution}) \quad (16)$$

$p_i^{remaining}$: 草津川廃川跡地における遊休地の総地価、 lp_i : i ゾーンの地価、 $a_i^{institution}$: i ゾーンにおける公共施設（公園を除く面積）

f) 土地売却益

$$p^{higashi_section} = a^{higashi_section} \cdot lp^{higashi_section} \quad (17)$$

$p^{higashi_section}$: 草津駅東地区における売却地の総地価、

$a^{higashi_section}$: 草津駅東地区における売却地面積、

$lp^{higashi_section}$: 草津駅東地区の地価

5. 数値計算

以上のようなモデルを用い、数値計算を行った。小学校の配置は学区による制約上ゾーン8に限定した。しかし、ゾーン8においては、道路を整備した残りの跡地面積が十分でないため、用地確保のための区画整理を必要とする。他の施設に関しては、特にゾーンを限定しなかった。区画整理事業は、ゾーン8の周辺の土地2万㎡を対象として、その範囲内の住宅を転居させることとした。さらに、国によるプロジェクト補助が期待できるが、土地区画整理事業、都市公園事業、住宅宅地関連公共施設等整備促進事業、駐車場整備事業、小学校の整備に対する補助が得られると考え、補助率を1/2として計算した。

ここでは、草津駅東地区から廃川跡地に移転させる都市施設の規模と、公園整備目標達成率による事業費を比較検討することとした。整備する公共施設の規模を、現状維持、現状の120%、現状の150%の3種類をそれぞれ施策1、施策2、施策3、また各施策の公園整備目標達成率を30%、50%、70%の3パターンとして合計9通りの数値計算を行った。これは、公共施設の規模と公園の規模がトレードオフの関係にあることから、それぞれの規模と事業費との関係を分析することを目的としている。

数値計算結果を図-1に示す。公園以外の都市施設規模の増加よりも、公園整備量を増加させることが支出を増大させる結果となった。すなわち、住民が要望する公園整備は草津市に大きな財政負担を強いることとなる。支出額に関しては、35~200億程度となったが、草津市の予算を勘案して評価すべきであり、今

6. おわりに

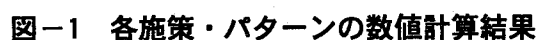
[illegible]

図-2 施策1パターン①の配置結果

ここでの成果としては、本問題を検討するためのシステムフロー及び最適計画モデルを構築し実証的に検討を行った。また、遺伝アルゴリズムを導入することにより、組み合わせ最適化問題を解くための計算のアルゴリズムを開発することができた。ここで構築したモデルを用いて複数の施策や制約条件をパラメトリックに変化させて数値計算を行った。ここでは、地方自治体の事業支出の観点から都市施設整備計画を評価・検討したが、都市施設の規模、種類、配置の変化に伴う事業支出の変化を分析することができた。また、施設配置結果に関しては、施設配置における諸条件の整理や、施設利用者の行動特性が反映されていないなどの問題が残っているが、今後はこれらの点を留意した多面的な計画評価システムを検討していく必要があると考える。

【参考文献】

- 1) 草津川廃川敷地利用計画検討協議会（2000）：草津川廃川敷地整備基本計画
- 2) 茨木俊英（1983）：組合せ最適化，産業図書
- 3) 三宮信夫・喜多一・玉置久・岩本貴司（1998）：遺伝アルゴリズムと最適化，朝倉書店

Model Analysis of Urban Facilities Planning from the Viewpoint of Costs for Construction Projects in the Case of Vacant Lot of Kusatsu River

By Mamoru HARUNA, and Michiko BANBA, and Yoshifumi NAKAOKA

This paper aims to examine the urban facilities planning in a vacant lot of Kusatsu River, in Kusatsu-city, Shiga from the viewpoint of Expenses for Construction Projects of Local Government. Due to the shortage of the municipal budget, effective and efficient use of limited budget and land is crucial to contribute to the growth of the city, obtain the consensus of residents and improve living environment in the region. The system flow to formulate the problem is constructed first, and the optimal model is formulated to examine land development plans to achieve the objective to develop the infrastructure and reduce the cost. Several alternative plans are simulated using the optimal model and the calculated results are analyzed to compare the effectiveness and efficiency.