Ⅳ-75　地方部における農林業活性化のための複合多角型農業公園運営に関する基礎的研究

神戸大学　正員　竹林幹雄

1. はじめに

本研究では，地方部における主たる産業の一つである農業を産業として自立するための方法について検討を加え，特に農業の多角化の一方策として農業公園導入にあたり，基礎的な検討を加える．

農業公園 [1]とは，生産施設である農地の一部あるいは全部を一般の観光客に開放し，農業と観光とを両立させる試みであり，昨今は大規模に整備した例も多い．

大規模農業公園は生産と流通を直結することに加えて，観光客（訪問客）を呼び寄せることによる市場の拡大も実践できる．特に，農業関連事業を集約することによって，農家の就業機会の増加と農地の維持も達成できるというものである．

しかし，現在では地域内に1ヶ所に大規模な公園を一つだけ整備するという事業例が多く，これには整備面積などの点で制約が大きい．むしろ，地域内にいくつかの拠点を設け，それらをネットワーク化することによっても同等の機能を実現できると考えられる．本稿ではこのような大規模農業公園の運営についてシステム論的アプローチを試みる．

2. 基本モデル

まず，基本的なシステムの挙動を把握するために，次のような動学モデルを考えることとする．

訪問客はまず目的の観光施設 i を決めて訪問するものと考えると，施設選択行動はロジット型の配分問題に帰着する．しかし，選択対象が非常に多く，それらの効用の和が i の効用と比較して非常に大きい場合 [2]，調整係数を r として，訪問客の行動は以下のように定式化できる．

$$P_i = rQ\exp(U_i) \tag{1}$$

ここで Pi:農業公園 i を訪問する客数，Q:対象エリア内での余暇行動の全発生数である．

今，観光施設を訪れる訪問客の効用は施設の整備量 S に依存するものと考える．t 期における整備量のストックを S(t)とする．また，t 期における整備量を $u(t)$とする．

費用に関しては，整備量の関数である $C(u(t))$，および整備ストックを維持するための費用 $B(S(t))$，およびサービス生産にかかる一人あたり平均費用 c を考えることとする．収入に関しては訪問客の消費額 v のみを考慮することとする．

ここで，規模に対する効用の逓減が起こるものと考えて効用関数を整備規模の関数で特定すると，

$$U(t) = \log \alpha_1 S(t)^{\alpha_2} \tag{2}$$

さらに，整備ストックがある一定の割合であきられたり，老朽化するものと考え，その分のストックを入れ替えなければならないと考えると，

$$S(t+1) - S(t) = -\omega S(t) + u(t) \tag{3}$$

ここで ω :減耗パラメータである．

このように考えると，T 年間でセットアップコストによる負債を相殺し，なおかつ農業公園への訪問客の誘致を最大化を図ることを考えると，以下のような計画問題を設定することができる．

【計画問題 P-1】

$$Obj: Z(u(t)) = \sum_{t=0}^{T} rQ\alpha_1 S(t)^{\alpha_2}$$

$$= \sum_{t=0}^{T} rQ(\alpha_1(\sum_{t=0}^{t} u(t) + S_0)^{\alpha_2}) \rightarrow \max \tag{4}$$

Sub. to

$$S(t+1) - S(t) = -\omega S(t) + u(t) \tag{3}$$

$$\sum_{t=0}^{T} P(t)(v-c) + M = \sum_{t=0}^{T} B(S(t)) + \sum_{t=0}^{T} C(u(t)) \tag{5}$$

$$S(0)=S_0 \tag{6}$$

$$u(t) \geq 0 \; for \quad all \quad t \tag{7}$$

ここで，M:セットアップコスト，v:公園における平均消費額，B ():維持費用で整備ストックの関数，$S(t)$:t 期における公園施設の累積整備量，c:公園において消費される財の一人あたりの生産コスト,$u(t)$:t 期における新規整備量である．なお，生産コストに関しては，賃金および機械などのランニングコストを含めるものとし，定数として扱うことができるように1次同時の関数形で表現できると仮定する．

3. 解法

以上のシステムにおける最適な整備経路を確定するために，Pontryiagin の最大原理（離散型）を適用する．

まず毎期の累積収支 $w(t)$が T 年目に 0 となることから，

$$w(t+1) - w(t) = P(t)(v-c) - B(S(t)) - C(u(t)) \tag{8}$$

$$w(0) = M \tag{9}$$

$$w(T) = 0 \tag{10}$$

という条件を導くことができる．

ここで，Hamiltonian H を以下のように定義する．

キーワード 農業公園，地域計画，最大原理

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 TEL&FAX:078-803-1016

$$H = rQ(\alpha_1 S(t)^{\alpha_2}) + \lambda_1(t)\{u(t) - \omega S(t)\}$$
$$+ \lambda_2(t)\{rQ\alpha_1 S(t)^{\alpha_2}(v-c) - B(S(t)) - C(u(t))\} \tag{11}$$

さらに，具体的な解析解を求めるために，コスト関数を次のような弾力性一定の関数をとることにする．

$$B(S(t)) = \beta_1(S(t))^{\beta_2} \tag{12}$$

$$C(u(t)) = \gamma_1(u(t))^{\gamma_2} \tag{13}$$

このHamiltonianを利用して，

$$\lambda_1(t) - \lambda_1(t-1) = -\frac{\partial H}{\partial S(t)} = -rQ\alpha_1\alpha_2 S(t)^{\alpha_2 - 1}$$
$$+ \lambda_1(t)\beta - \lambda_2(t)\{rQ\alpha_1\alpha_2 S(t)^{\alpha_2-1}(v-c) - \frac{\partial B}{\partial S(t)}\} \tag{14}$$

$$\lambda_2(t) - \lambda_2(t-1) = -\frac{\partial H}{\partial w(t)} = 0 \tag{15}$$

$$\lambda_2(T-1) = C_2' \tag{16}$$

$$\lambda_1(T-1) = \frac{\partial \Omega_1(S(T))}{\partial S(T)} = rQ\alpha_1\alpha_2 S(T)^{\alpha_2-1} \tag{17}$$

$$\frac{\partial H}{\partial u(t)} = \lambda_1(t) - \lambda_2(t)\frac{\partial C}{\partial u(t)} = 0 \tag{18}$$

のような最大原理による条件式を導くことができる．

以上の式から最適な経路を導くことができる．すなわち

$$\lambda_1(t) = \lambda_2(t)\frac{\partial C}{\partial u(t)} = C_2'\frac{\partial C}{\partial u(t)} = C_2'\gamma_1\gamma_2(u(t))^{\gamma_2} \tag{19}$$

$$\lambda_1(T-1) = rQ\alpha_1\alpha_2 S(T)^{\alpha_2-1} = C_2\gamma_1\gamma_2(u(T-1))^{\gamma_2} \tag{20}$$

$$\therefore u(T-1) = \left(\frac{rQ\alpha_1\alpha_2 S(T)^{\alpha_2-1}}{C_2\gamma_1\gamma_2}\right)^{\frac{1}{\gamma_2}} \tag{21}$$

$$\lambda_1(T-1) - \lambda_1(T-2) = -rQ\alpha_1\alpha_2 S(T-1)^{\alpha_2-1}$$
$$+ \lambda_1(T-1)\beta - C_{2'}\{rQ\alpha_1\alpha_2 S(T-1)^{\alpha_2-1}(v-c)$$
$$- \beta_1\beta_2(S(T-1))^{\beta_2}\} \tag{22}$$

以上のような差分方程式が得られる．この差分方程式により，順次未定係数，状態変数，操作変数の値が求められる．C_2 および $S(T)$ は境界条件を満たすように決定される．

4. 複数拠点の場合の定式化と解法

次に，訪問拠点が複数ある場合を考える．

複数拠点を運営する上で，次のような仮定をおく．

- 訪問客は，施設整備ストックに応じた滞在時間を拠点で使用するものとする．
- 訪問客は，1日の自由時間の中で最大の効用を得るために，拠点間を回遊するものとする．このため，第1訪問目的拠点で過ごした時間を除いた残りの時間内で，できるだけ多くの効用を得るような回遊行動を行うものとする．
- 拠点間を移動する時間は交通の影響を受けないものとする．
- 整備・運営主体は複数の観光拠点を一元的に管理するものとする．
- 整備・運営主体は，計画期間内での延べ訪問客数を最大化することを目的とすると考える．
- 計画期間内での収支は各施設ごとに均衡するものとする．

このとき，計画問題は次のようになる．

【計画問題 P-2】

$$Obj: Z(u_i(t)) = \sum_{t=0}^{T} rQ\sum_i \alpha_1^i S_i(t)^{\alpha_2^i}(\sum_{j1}\delta_{j1}^i)$$
$$= \sum_{t=0}^{T} rQ\sum_i \alpha_1^i (\sum_{t=0}^{t} u_i(t))^{\alpha_2^i}(\sum_{j1}\delta_{j1}^i) \to \max \tag{23}$$

Sub. to

$$w_i(t+1) - w_i(t)$$
$$= \{P_i(t) + \sum_{j1\neq i}\delta_{j1}^i P_{j1}(t)\}(v_i - c_i) - B_i(S_i(t))$$
$$- C_i(u_i(t)) \quad for \quad all \quad i \tag{24}$$

$$w_i(0) = M_i \; for \quad all \quad i \tag{25}$$

$$w_i(T) = 0 \; for \quad all \quad i \tag{26}$$

$$S_i(t+1) - S_i(t) = -\beta_i S_i(t) + u_i(t) \; for \quad all \quad i \tag{27}$$

$$S_i(0) = S_{i0} \; for \quad all \quad i \tag{28}$$

$$u_i(t) \geq 0 \; for \quad all \quad t \; and \quad i \tag{29}$$

ここで，i:拠点を表すインデックス，$\delta_{j1}{}^i$:は以下の条件を満たすクロネッカーデルタである．

$$Obj: U_i(t) = \max\{\sum_{j1\neq i}\delta_{j1}^i \log(\alpha_1^i S_i(t)^{\alpha_2^i}) \tag{30}$$

Sub. to

$$TF - ST_i(t) \geq \sum_{j1\neq i}\delta_{j1}^i ST_{j1}(t) + \min\{TR(i, j_1)\} \tag{31}$$

拠点 i の整備スケジュールはその他の拠点の整備スケジュールが与件の場合，最適制御問題と同値である．ゆえに，ある拠点 i に着目し，【P-1】と同様の手法で最適化を行い，これを全ての施設に関して繰り返し行うことで，解が求められる．

なお，紙面の都合上，数値計算結果に関しては講演時にまとめて行う．

【参考文献】

1)脇田武光ほか：観光開発と地域振興【グリーンツーリズム 解説と事例】，古今書院，1996.
2)奥村誠：イベント効果を考慮した地域整備投資に関する研究，土木計画学研究・論文集，No.8，pp.273-280，1990.