

自然独占下での公共中間財の効率的供給メカニズム

An Efficient Mechanism for Supply of Public
Intermediate Goods under Natural Monopoly

佐藤 茂春

Shigeharu Sato

長崎ウエスレヤン大学地域総合研究所紀要

9巻1号

Bulletin of the Research Institute of Regional Area Study

Nagasaki Wesleyan University

2011年3月

自然独占下での公共中間財の効率的供給メカニズム*

佐藤 茂 春**

An Efficient Mechanism for Supply of Public Intermediate Goods under Natural Monopoly

Shigeharu Sato

論文要旨

本稿では公共事業によるインフラ整備のような中間財として機能する公共財とそれによって生み出される私的財の供給のメカニズムを検討する。

分析の結果、私的財を要素として用いる企業が完全競争に直面していれば、政府が公共財の便益に応じた費用負担を行うことで、私的財の便益に対する費用をリンダールメカニズムを応用することにより適切に企業に割り当てることができ、ファーストベストを達成できることを示した。一方、企業が独占力を持つ場合、ファーストベストを達成することはできない。それを緩和するためには独占度に応じて政府負担を増やす必要があることも示された。

1 はじめに

本稿では公共事業によるインフラ整備のような中間財として機能する公共財とそれによって生み出される私的財の供給のメカニズムを検討する。例えば、ダムのような多額の建設費を必要とする公共財をそのメリットを享受する企業から建設費を集めて建設する際にはどのような方法が効率的となるのかを明らかにする。

ダムの建設では建設時に多額のコストが必要であり、また、ダムによる治水効果は公共財の性質を持つため、私企業が自発的に建設するには適していないと考えられる。しかしながら、ダムによって生み出される水資源は競合的かつ排除可能であり私的財の性質を満たしている。このような財は市場で自由に供給されるのが望ましい。では、両者を適切に供給するにはどのような仕組みが望ましいのであろうか。

日本での多くのダム建設は公共事業として行われるが、多目的ダムの場合、水利権を受ける主体が一定の費用をルールに従って負担する仕組みが

取り入れられている⁽¹⁾。しかしながら、このルールは必ずしも効率的な結果を導かない。そこで本稿ではこの非効率性を改善するために、リンダールメカニズムを応用してダム建設の効率的な費用調達を考察する。

私的財生産のための中間財として機能する公共財は公共中間財と呼ばれ、その最適供給の条件⁽²⁾は Kaizuka (1965) などにより研究されてきた。また、公共財の効率的供給メカニズムについては近年では Besley and Ghatak (2007) などがある。本稿で用いているリンダールメカニズムについても、研究が進められており、Hashimzade and Myles (2009) などがある。

以下の分析では、まず、水利権を受ける主体が完全競争企業である場合、このメカニズムが最善の状態を導くことが示される。さらに、水利権を利用する主体が独占企業である場合を検討する。例えば、小規模農家が灌漑に利用する場合などは、農産物市場が競争的であれば独占力は働かないと考えられるが、水力発電などに利用する場合は電力市場が自然独占産業の性質を有しており、各主体は独占力を行使できる立場にあるだろう。この場合の費用調達はどのように行うべきかを示す。

2 モデル

政府が公共インフラ(ダム)を建設し、それによって生み出される私的財(水)を中間財として利用する企業(利水事業者) $i (= 1, \dots, n)$ を考える。ここでは各企業は全く異なる最終財(農産物や工業製品など)を生産しており、完全に独立なそれぞれの市場 i で完全競争に直面しているとする⁽³⁾。市場 i の逆需要関数を

$$p_i(z_i) = a_i - b_i z_i \quad (1)$$

とする。ここで、 a_i 、 b_i は正の定数であり、 z_i が

* Received February 4, 2011

** 長崎ウエスレヤン大学 現代社会学部 経済政策学科, Faculty of Contemporary Social Studies, Nagasaki Wesleyan University, 1057 Eida, Isahaya, Nagasaki 854-0081, Japan

最終財の量を表す。また、公共インフラの規模を Z とする。それによって生み出される中間財の量も Z とする。企業は 1 単位の中間財を用いて 1 単位の最終財を生産する。したがって、1 単位の公共インフラから 1 単位の中間財、さらに 1 単位の中間財から 1 単位の最終財が生産される。公共インフラ規模の費用関数を $C(Z) = \frac{Z^2}{2}$ とする。したがって、公共インフラの建設費用は規模に対して通増的である。また、公共インフラの社会的便益（公共財としての機能の便益）を $B(Z) = \beta Z$ とする。これはダムの例では治水効果の便益と解釈できる。企業 i の中間財（要素）需要量を z_i とする。したがって、この公共インフラによって生み出される私的財の量が Z であるから

$$\sum_{i=1}^n z_i \leq Z \quad (2)$$

が成り立たなければならない。

2.1 ファーストベスト

まず、ファーストベスト解を求める。社会厚生は以下の式で表される。

$$SW = B(Z) + \sum_{i=1}^n W_i - C(Z) \quad (3)$$

ここで、 W_i は各生産物市場における便益を表す。

$$W_i = \int_0^{z_i} p_i(x) dx = \frac{(2a_i - b_i z_i) z_i}{2} \quad (4)$$

社会厚生の最大化問題は

$$\max_{\{Z, z_i\}} SW \quad \text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^n z_i \leq Z \quad (5)$$

となる。最大化の 1 階条件から、任意の i について、

$$B'(Z) + p_i(z_i) = C'(Z) \quad (6)$$

を得る⁽⁴⁾。ここで、左辺はインフラ規模の限界便益、右辺は限界費用を表す。

3 リンダールメカニズムによる費用調達

次に、リンダールメカニズムを用いた費用調達

を考える。タイムラインを以下のようにする。

タイムライン

1. 政府が建設費用負担率 α を決定
2. 政府が中間財価格 w を決定
3. 企業 i が市場での最終財販売量 z_i を決定

まず、3 期の財の販売を考える。各企業は 2 期で購入した中間財から生産した最終財を市場で販売するが、完全競争を仮定していたため、市場価格は限界費用（2 期での購入価格）に等しくなる（ $p^* = w$ ）。したがって、財の均衡数量は

$$z_i^* = p_i^{-1}(z_i) = \frac{a_i - w}{b_i} \quad (7)$$

となる。これが各企業の要素需要となる。

次に要素価格 w の決定を考える。公共インフラから供給される中間財の総量は Z であるから、政府は以下の需給均衡式で w を決定する。

$$\sum_{i=1}^n z_i^* = Z \quad (8)$$

これを解くと、

$$w^* = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i}{b_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{b_i}} \quad (9)$$

を得る。

最後に 1 期での公共インフラ建設費用負担の決定を考える。1 期では政府が各企業の費用負担割合 h_i を決定する。2 期での私的財の販売による収益を建設に充てることができるので、政府による負担金を $1 - \alpha$ とすると、企業で負担される費用は $\alpha C(Z) - \sum_i w^* z_i^*$ である。政府は各企業に建設規模 Z を申告させ、その規模が同一になるように負担率 h_i を決定する。企業が申告する Z は以下の利潤最大化問題によって決定される。

$$\max_Z \pi_i = p_i^* z_i^* - w^* z_i^* - h_i \left[\alpha C(Z) - \sum_i w^* z_i^* \right] \quad (10)$$

最大化の 1 階条件から、

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial Z} = -\frac{\partial w^*}{\partial Z} z_i^* - h_i \left[\alpha C'(Z) - \frac{\partial w^*}{\partial Z} Z - w^* \right] = 0 \quad (11)$$

を得る。(9)式から、 $\partial w^*/\partial Z = -1$ なので、

$$h_i[(1 + \alpha)Z - w^*] = z_i^* \quad (12)$$

となる。各企業が同じ Z を決定するように h_i が決められなければならないので、すべての i について合計すると、

$$\sum_{i=1}^n h_i[(1 + \alpha)Z - w^*] = \sum_{i=1}^n z_i^* \quad (13)$$

これを $\sum_{i=1}^n h_i = 1$ を用いて整理すると、

$$\alpha Z = w^* \quad (14)$$

を得る。 $C'(Z) = Z$ 、 $w^* = p_i^*$ なので、

$$\alpha = \alpha^* \equiv \frac{p_i^*}{p_i^* + \beta} \quad (15)$$

と企業全体の負担率を決定すれば、 $Z = \beta + p_i^*$ となり、ファーストベスト解を達成できる。これにより、ファーストベストを導く政府の負担率は $\beta/(p_i^* + \beta)$ であり、これは私的財（最終財）の限界便益とインフラの公共財としての限界便益の比率で負担すべきことを示している。したがって、負担は受益者負担が適用されるべきであるといえる。

命題 1 各私的財市場が競争的であれば、リンダールメカニズムによりファーストベスト解を達成できる。このとき、公共インフラを建設する費用は公共財の受益者と私的財の受益者によりそれぞれの限界便益に応じて負担されるべきである。

ただし、本稿のモデルでは情報の不完全性を考慮しておらず、通常のリンドール均衡の議論と同様に虚偽申告の問題は残されている。しかしながら、本稿ではこの問題には立ち入らず、独占力の問題を次節で考慮する。その理由は、ダム建設などの大型公共事業でその利権の分配が影響を与える問題としては、高い参入コストに伴う自然独占などによる価格のゆがみの問題の方が重要である

と考えるからである。例えば、水力発電事業などでは発電所の建設コストが大きいいため新規参入は困難であり、地域の電力会社が独占的に電力を供給している。このような点を念頭に置いて、次節では各企業のセットアップコスト F を導入して、独占の問題に本稿のメカニズムを適用する。

4 独占力の存在

ここでは、公共インフラの建設に参加する企業がそれぞれの市場を独占しているケースを分析する。分析の簡単化のため各企業が直面している逆需要関数は同一であるとする。

$$p(z_i) = a - bz_i \quad (16)$$

まず、3期における各企業の利潤最大化問題を考える。企業 i の利潤は以下のように書ける。

$$\pi_i = p(z_i)z_i - wz_i - K \quad (17)$$

ここで、 K は3期における固定費用を表す。企業は独占企業であるので、需要関数を考慮して価格を決定するから、最大化の1階条件は

$$p'(z_i)z_i + p(z_i) = w \quad (18)$$

となる。これを解くと、

$$z_i^* = \frac{a - w}{2b} \quad (19)$$

を得る。このときの価格は

$$p^* = \frac{a + w}{2} \quad (20)$$

となる。

次に、2期における政府の要素価格決定を考える。需給均衡式は以下の式である。

$$\sum_{i=1}^n z_i^* = Z \quad (21)$$

これを解くと、需給を均等させる w が求まる。

$$w^* = \frac{an - 2bZ}{n} \quad (22)$$

1期では、公共インフラ規模と費用負担が決定される。各企業の参入コストは

$$K = h_i \left[\alpha C(Z) - \sum_{i=1}^n w^* z_i^* \right] + F \quad (23)$$

である。ここで、 h_i は各企業の負担率、 α は全企業の負担率（ $1 - \alpha$ は政府の負担率）、 $\sum_{i=1}^n w^* z_i^*$ は2期における政府の収入、 F は企業のセットアップコストを示している。公共インフラ規模の費用関数は $C(Z) = Z^2/2$ である。企業の利潤最大化問題を解くと、企業が申告する Z は次のようになる。

$$Z^* = \frac{an}{2b + \alpha n} \quad (24)$$

独占市場での余剰を導出して最適な費用負担を導く。まず、社会厚生は以下の式で与えられる。

$$SW = B(Z) + \sum_{i=1}^n W_i - C(Z) \quad (25)$$

ここで、 W_i は企業 i の属する市場における便益である。

$$W_i = \int_0^{z_i^*} p(x) dx = \frac{1}{2} [a + p^*] z_i^* - F \quad (26)$$

社会厚生 SW を最大にする費用負担を政府は行う。社会厚生最大化の問題を解くと、最適な α は次のようになる。

$$\alpha^* = \frac{an - b\beta - b(a + \beta)}{n(a + \beta)} = \frac{an - b(a + 2\beta)}{n(a + \beta)} \quad (27)$$

ラーナーの独占度は

$$L \equiv \frac{p^* - w^*}{p^*} = \frac{a - w^*}{a + w^*} = \frac{b(a + \beta)}{an - b\beta} \quad (28)$$

であるから、独占度 L が大きければ、政府負担の割合 $1 - \alpha^*$ は上昇させるのが望ましい。また、独占度 L が1のときは建設費用はすべて政府の負担（ $\alpha^* = 1$ ）が望ましい。独占度 L がゼロのとき、すなわち需要の価格弾力性が無限大のとき（すなわち $b = 0$ ）または企業数が無限大のとき（ $n \rightarrow \infty$ ）を考えると、 $\alpha^* = a/(a + \beta)$ となる。これは限界便

益に応じた負担率を表している。このとき、ファーストベスト解が達成される。以上の結果を以下の命題にまとめている。

命題2 ラーナーの独占度 $L = 1$ のとき、公共インフラ建設費用はすべてを政府負担にするのが望ましい。ラーナーの独占度 $L = 0$ のときは公共財の受益者と私的財の受益者によりそれぞれの限界便益に応じて負担するのが望ましい。独占度 $L \in (0, 1)$ のときは以下の政府負担率 $1 - \alpha^*$ が望ましい。

$$1 - \alpha^* = \frac{n\beta - ab}{n(a + \beta)} \quad (29)$$

以上の分析から、独占度が大きいときは政府負担の割合を増やして私的財の供給を増加させることで、独占価格の引き下げを促すことが望ましいことがわかる。

最後に公共インフラの規模 Z を検討する。独占度が $L \in (0, 1)$ のとき、企業の負担率を α^* として Z^* をもとめると、

$$Z^* = \frac{n}{b + n} (a + \beta) \quad (30)$$

となる。ファーストベストの規模は $Z = a + \beta$ であるから、規模は過小となる。これは各独占企業の私的財の需要量が過小となるからである。 $L = 1$ のときも同様に過小となることから、次の命題が成り立つ。

命題3 ラーナーの独占度 $L > 0$ のとき、公共インフラの規模は過小となる。

5 おわりに

本稿では多目的ダム建設などの大型公共事業において、最大の目的である治水事業のような公共財の性質を有するものとそれに付随して得られる水利権などの私的財の性質を有するものを適切に配分し、建設費用を調達するメカニズムを検討した。その結果、私的財を要素として用いる企業が完全競争に直面していれば、政府が公共財の便益に応じた費用負担を行うことで、私的財の便益に対する費用をリングールメカニズムを応用することにより適切に企業に割り当てることができ、ファーストベストを達成できることが示された。一方、企業が独占力を持つ場合、ファーストベ

トを達成することはできない。それを緩和するためには独占度に応じて政府負担を増やすことが有効であることがわかった。これは独占企業に対しての方がより大きな政府負担をすべきであることを意味しているため、一見直感と反するように感じられるが、自然独占はより電力や水道などの設備投資の大きな産業で発生するため、そのような産業において政府が負担するのは現実と整合的である。また、このときの公共インフラの規模は過小となることも示された。つまり、企業の独占度が大きいほど、実現される公共インフラは小さくなってしまう。

本稿の結果を別の視点から考察すると、公共財中間財供給への企業負担は、当該企業が競争的であれば、費用を企業負担とすることが可能であるが、企業が独占的である場合には税負担が必要であることを示唆している。

参考文献

Besley, T and M Ghatak (2007) “Retailing public goods: The economics of corporate social responsibility,” *Journal of Public Economics*, Vol.91,pp.1645-1663.

Hashimzade, Nigar and Gareth D Myles(2009) “Announcement or Contribution? The Relative Efficiency of Manipulated Lindahl Mechanisms,” *Journal of Public Economic Theory*, Vol. 11, No. 4, pp.565-598.

Kaizuka, K (1965) “Public goods and decentralization of production,” *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 47, No.1, pp. 118-120.

福本潤也 (2007) 「多目的ダム整備の撤退費用ルールに関するモデル分析」。日本地域学会第 44 回年次大会報告論文。

- (1) 日本における多目的ダムの費用負担ルールの理論的考察については福本 (2007) を参照せよ。
- (2) 通常の公共財のサミュエルソン条件に対応する。
- (3) 後半では独占企業を考察する。
- (4) a_i が十分に大きく、制約式が等号で成り立つことを仮定する。

付記

本研究は長崎ウエスレヤン大学地域総合研究所の研究助成 [2010B6] に基づく研究成果である。

