

◆ 下水道特集 ◆

下水道整備効果のヘドニック価格法による便益計測

吉田敏章* 岡本誠一郎** 井上弥九郎****

1. はじめに

近年、社会資本整備の事業実施にあたっては、事業評価の必要性が社会的に求められており、評価の方法としては、事業の効果を金銭換算した便益と費用とを比較する費用便益分析が有効とされている。下水道事業の分野においては、『下水道事業における費用効果分析マニュアル(案)』¹⁾(以下マニュアル案)が策定されて、これに基づき費用効果分析がなされている。

下水道事業の便益計測は、主としてその効果ごとに代替費用法を適用することとなっている¹⁾。地価に着目して便益を計測するヘドニック価格法の適用については、マニュアル案で記述されているが主旨や一般的な分析手順といった概略的な説明にとどまっている。ヘドニック価格法の適用事例を見ると、汚水整備^{2),3),4)}や浸水対策⁵⁾の評価等が存在するが、汚水整備の評価事例は新規事業の評価でなく、整備が進捗している地域での評価となっている。

そこで本研究では、新規の下水道事業(汚水整備)を対象としてヘドニック価格法による便益計測のケーススタディを行い、便益の計測範囲に関する考察、既往事例との比較を行った。

2. ヘドニック価格法について

ヘドニック価格法とは、環境質改善や社会資本整備により得られる価値が土地の資産価値である地価に帰着するというキャピタリゼーション(資本化)仮説に基づき、事業が実施されている場合(with)とされていない場合(without)との地価の格差を推計することにより、環境質改善や社会資本整備事業の便益を評価する方法である。地価の格差は、地価を被説明変数とし地価形成要因を説明変数とした式(地価関数モデル)により求められる。

本手法において評価可能な環境質や社会資本は、その影響が市場に現れうるものに限定されるが、

環境改善の規模が小さい場合や影響範囲が狭い場合には総便益の計測が可能となり、異なる環境質の評価を統一的に行えるので極めて有効な手法である⁶⁾。

3. 下水道整備便益計測のケーススタディ

3.1 評価対象事業・地域

本ケーススタディの評価対象事業は、宮川流域下水道事業(宮川処理区)とした。この事業は、三重県南部の伊勢湾沿いに位置する伊勢市、明和町、玉城町、二見町、小俣町及び御園村の6市町村が整備対象となっている(図-1)。



図-1 対象地域の地図

本事業の計画対象地区は、人口10万人都市である伊勢市の中心市街地が拠点となっており、一級河川である宮川の両岸に市街地及び集落が点在している。全体計画の概要を表-1に示す。

3.2 地価データの収集

下水道整備済みの地価データを含めて地価関数を構築するために、評価対象地域に人口規模、地形状況、交通整備状況及び産業形態(社会活動形態等)が類似し、近隣の市である津市及び久居市のデータを、評価対象地域の6市町村にあわせて収集した。そして、宮川流域下水道関連6市町村、津市及び久居市における地価関数を推定すること

表-1 宮川流域下水道 (宮川処理区) 全体計画

	計画区域 面積 (ha)	将来行政 人口 (人)	計画人口 (人)	日最大計 画汚水量 (m ³ /日)
伊勢市	2,349.3	102,400	97,000	72,649
明和町	528.3	24,900	20,500	11,103
玉城町	398.3	14,000	12,500	8,659
二見町	176.5	9,900	7,400	7,479
小俣町	491.3	21,500	20,700	12,059
御園村	199.3	10,000	9,500	5,008
計	4,143.0	182,700	167,600	116,957
計画目 標年次	平成 27 年			
処理 施設	名称：宮川浄化センター 処理能力：117,000m ³ /日 処理水質 (mg/ℓ) BOD：10, SS：10, COD：8.9, T-N：6.6, T-P：0.48			

とした。津市及び久居市は、中勢沿岸流域下水道の関連市である。

収集した事例の取引時期は平成 6 年から平成 9 年までであり、地価データ収集数は 471 件である。

地価データの種別は、市場価格関数を推定するための被説明変数としては理論的には最も望ましい⁷⁾ 取引事例とし、不動産鑑定士より収集した。なお、地価データの収集においては、取引価格とあわせて、不動産鑑定士により既に整理され収集が容易である以下の地価属性項目を収集した。

- (1) 各物件の画地条件 (奥行き、間口、更地、建付地、角地、接面道路幅員)
- (2) 主要駅・バス停・公共施設・商業地までの距離
- (3) 都市計画に基づく規制値 (用途地域、建ぺい率、容積率)
- (4) インフラ整備状況 (水道、ガス、下水道)
- (5) その他 (地域特性、土地の種別、接面状況、接面道路の舗装の有無)

3.3 地価データの整理

地価関数の推定に適切な事例を抽出するために、以下に示す方法により地価データの整理を行った。その結果、地価関数の推定に用いるデータは 321 件となった。

- (1) 取引時において売買価格の要因に不動産事情 (買い急ぎ、系列会社間の売買等) が強いと判断される事例として、不動産鑑定士による事情補正が ±4 割以上の事例地点を除外
- (2) 居住等の社会活動用途以外の取引事例として、間口 3m 以下、地積 50m² 以下、道路幅員

3m 以下、または宅地見込地の売買事例を除外
 (3) 移住するにあたって制約条件がある事例として市街化調整区域及び農振地区等の地点を除外
 (4) 底地 (宅地について借地権の付着している場合における当該宅地の所有権のこと) の売買事例を除外

(5) 借地権の売買事例を除外

そして、取引事例は他の種別の地価データと異なり標準化 (競売などの裁判沙汰に起因する個別格差の解消等) がなされていないため、縁故関係による土地の売買等のような個々の取引状況まで踏み込んだ補正が必要となる。このために、「取引事情補正率」を用いて補正を行った。さらに、取引価格を基準地価格の変動率により平成 10 年 1 月 1 日に時点修正した。

3.4 地価関数の推定

3.4.1 地価関数推定の方針

説明力が高く個々の説明変数が有意である地価関数モデルを導出するために、当初案を作成し、その後修正を加えた。

地価関数推定の第 1 段階として、以下の方針に従い地価関数式 (当初案) を作成した。

- (1-1) 地価との相関が高い地価属性項目を説明変数とする (相関係数 0.5 以上)。
- (1-2) 地域特性から見て、説明変数として導入した理由の説明が容易である地価属性項目を、説明変数とする。
- (1-3) 多重共線性のあるデータを取り込まないために、地価と各説明変数項目の相関行列を調べ、説明変数同士の偏相関係数が 0.5 以上のものについては、注意をして地価関数モデルに組み込む。
- (1-4) 下水道整備指標は説明変数とする。

次に、当初案で得られた地価関数について、以下の方針に従い、繰り返し計算を行い精度の向上をはかった。

- (2-1) モデルの決定係数、及び、説明変数の推定値に対する t 値 (回帰係数を標準誤差で除したもので、大きいほど有意) が高くなるように変数を選択する。
- (2-2) 推定地価と実測地価の散布図を作成し、地価関数の適合度を確認する。
- (2-3) 推定地価と地価属性項目の関連性、つまり、残差傾向を確認し、残差の分布が平準化するように説明変数を選択・改良する。

(2-4) 各地点における推定地価と実測地価との誤差の傾向を把握するために、誤差率(= (推定地価 - 実測地価)/実測地価)を地図上にプロットして誤差の要因を把握する。

(2-5) 「(2-4)」を踏まえ、現地踏査により地域特性を把握し、既に得られている地価属性データでは説明しきれない新たな地価形成要因の抽出を行う。

(2-6) モデル推定の繰り返し計算において、一部の説明変数の追加・削除により回帰係数の推定値並びに t 値が大きく変化する場合は多重共線性が存在すると判断する。

(2-7) 説明変数の数は、より少ない方が望ましいと判断する。

下水道整備に関する指標は、下水道が利用できる地点に1、下水道が利用できない地点に0という変数を与えることを基本とするが、本研究が下水道整備の便益計測を目的としていることから、特に留意して検証する必要がある。不動産鑑定士より収集した下水道整備の地価属性の分類、及び、データ数は表-2のとおりであった。このうち、「集中浄化」については、利用者の立場から見ると污水排除のシステムや維持管理運営が公共下水道施設と同様であるから、「下水道接続済み」と同じ評価を与えることとした。「下水道接続可」は、近い将来の下水道利用への期待が地価に反映されている可能性があるため検討を要する。そこで、下水道整備指標を表-3のとおりに設定して地価関数の推定を行い、下水道整備指標の有意性をパターン毎に確認した。

地価関数の関数型は、既往研究の多くが住居地の場合には線形関数を用い、商業・業務地の場合には半対数型を用いている⁶⁾ことから、線形関数を適用した。すなわち、地価関数の式形は地価

表-2 下水道整備に関する地価属性データ

整備状況	データ数	備考
下水道なし	283	
下水道接続可	10	下水道事業認可区域内及びその周辺であるが、取引段階では公共下水道(広義)が接続されていない。
集中浄化	6	コミュニティ・プラントなど、公共下水道(広義)以外の污水集合処理施設が整備されている。
下水道接続済み	22	
合計	321	

表-3 下水道整備指標の設定方法

	当初案A	修正案A	当初案B	修正案B
下水道なし	0		0	
下水道接続可	1		0	
集中浄化	1		1	
下水道接続済み	1		1	

を L 、地価説明変数を x_i ($i = 1, 2, \dots, n$)、係数を α_i ($i = 1, 2, \dots, n$)、切片を α_0 として、次式のとおり表される。

$$L = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n$$

3.4.2 地価関数の推定結果

説明変数となる地価属性データの指標の数値化は、表-4のとおりである。そして、当初案、修正案において、得られた地価関数モデルは表-5のとおりである。ここで修正案Bについては、地価関数モデルに組み込む地価説明変数を取捨選択し、その結果を修正案B-1～修正案B-4として示している。

地価関数モデルの決定係数等より、当初案に対して修正案の方が地価関数モデルの説明力が高い。「下水道整備指標」の有意性は、 t 値による検定から修正案Aに対して修正案Bの方が高い。そして、修正案B-1・修正案B-2、修正案B-3・修正案B-4を比較すると、決定係数はわずかながら前者の方が大きい、方針(2-7)、及び、下水道整備指標の t 値が大きいことから後者の方が適切なモデルであるといえる。修正案B-3と修正案B-4では、下水道整備指標の t 値が大きく有意性が十分に証明されたモデルは修正案B-4の方である。よって、本ケーススタディでは、下水道整備指標を地価形成要因として適正に評価し、かつ説明力が高い地価関数モデルは修正案B-4と考えられる。

3.4.3 合成変数導入による下水道整備便益設定

ここで、当初案から修正案への地価関数モデルの改良で「中心地までの移動時間」を対数に変換した場合、「ガス整備指標」の回帰係数と t 値が異常に下がっていることに着目しなければならない。この要因として「中心地への移動時間」と「ガス整備指標」に多重共線性が存在すること(相関係数0.58)が考えられる。また、当初案から修正案への移行により、ガスの偏回帰係数が下がるのと同時に、下水道整備指標の偏回帰係数と t 値が上昇しているので、ガスの便益と下水道の便益とが

表-4 ケーススタディにおける地価説明変数項目

説明変数項目	説明方法		備考
	当初案	修正案 A、修正案 B	
接面道路幅員	事例地点の接面道路の幅員により評価	当初案に同じ	
中心地への移動時間	中心地までの自動車による移動時間(中心地までの直線距離を自動車平均速度で除したものを実数で評価)	中心地までの自動車による移動時間の自然対数で評価	中心地の定義 津市・久居市：津市市役所 宮川流域下水道関連 6 市町村：伊勢市中心街
商業利便性指標	最寄りの商業施設(大型スーパー・商業集積地区等)までの距離から点数で評価	当初案に同じ	評価方法 L=至近～300m 未満：2 点 L=300m～1,000 未満：1 点 L=1,000m 以上：0 点 (Lは各事例地点から最寄り商業施設までの距離)
土地種別指標	事例地点の土地種別の住居地、商業地の格差を点数で評価 住居地：0 点 商業地：1 点	当初案に対して、「特別商業地」を設けて評価 住居地：0 点 商業地：1 点 特別商業地：2 点	「特別商業地」とは津新町駅前商業地区、津市大型金融機関等集積地区、伊勢市神宮付近観光商業地区を指す。
ガス整備指標	ダミー変数により評価 ガス整備なし：0 ガス整備あり：1	当初案に同じ	
地理状況指標	—	一級河川等に囲まれ、他地域へのアクセス性が劣る地点をダミー変数(0：1)により評価(ランクダウン)	
周辺環境指標	—	事例地点の周辺環境を、不動産鑑定士による地域特性を活用して、下表のとおり評価	

種別	不動産鑑定士による地域特性	点数
住居地	小規模開発地域、新興住宅団地、住宅団地地域等	2 点
	一般住宅地域、住宅等混在地域等	1 点
	既存集落地域、田畑地域等	0 点
商業地	商業地域、路線商業地域、駅前商業地域	2 点
	住商混在地域、店舗兼住宅地域	1 点

表-5 物価関数モデル推定結果

	説明変数係数	下水道整備指標	道路幅員(m)	中心地への移動時間(分)	商業利便性指標	土地種別指標	ガス整備指標	地理状況指標	周辺環境指標	切片	決定係数
当初案 A	係数	2,810	3,925	-1,967	12,381	23,497	13,859			67,657	0.62
	t 値	0.59	9.61	-8.07	4.67	4.55	3.77				
当初案 B	係数	3,544	3,929	-1,978	12,382	23,517	13,916			67,750	0.62
	t 値	0.66	9.65	-8.06	4.68	4.56	3.81				
修正案 A	係数	3,913	2,803	-23,344	9,582	24,931	1,822	-22,925	12,733	90,482	0.74
	t 値	0.99	7.91	-11.52	4.33	7.08	0.55	-2.82	5.37		
修正案 B-1	係数	6,513	2,801	-23,965	9,499	24,821	1,615	-22,663	12,744	91,235	0.74
	t 値	1.44	7.94	-11.56	4.30	7.06	0.50	-2.79	5.38		
修正案 B-2	係数	6,818	2,798	-24,256	9,449	24,814		-22,926	12,865	92,847	0.74
	t 値	1.54	7.94	-14.14	4.28	7.07		-2.83	5.47		
修正案 B-3	係数	7,286	2,807	-24,159	8,934	24,273	2,230		12,197	92,370	0.73
	t 値	1.59	7.87	-11.07	4.04	6.85	0.67		5.11		
修正案 B-4	係数	7,787	2,804	-24,930	8,917	24,256			12,353	94,585	0.73
	t 値	1.73	7.87	-14.52	4.01	6.85			5.21		

* 説明変数の説明力検定をt値からの仮説検定により行った。有意水準を95%として、|t|が1.645以上でないものを薄く塗った。

「食い合い」を起こしていると考えられる。以上の2点より、修正案 B-4 について改良が必要であることが分かる。

本研究では下水道整備の便益を把握することが目的であり、算出した下水道整備便益に他の要因が含まれてしまうことは避けなければならないので、下水道整備の回帰係数にガス整備要因が含まれているか否かを、「ガス整備指標」と「下水道整備指標」を合成した「合成変数」により評価する。

合成変数 C は、ガス整備指標 G 、下水道整備指標 S を用いて、次式で定義する。

$$C = (1-\alpha)G + \alpha S \quad (\alpha \text{ は } 0 \text{ を超え } 1 \text{ 未満の変数})$$

そして、 α として、0.1 から 0.9 までの値を与えて、モデルのあてはまりを調べた。合成変数以外の説明変数は修正案 B-4 に同じとした。検討結果 (表-6) より、 t 値が最も高いのは、「ガス整備指標」が 2 割で「下水道整備指標」が 8 割の場合である修正案 C-2 である。

よって、下水道整備が要因となる地価上昇分は、修正案 C-2 における回帰係数 9,389 の 8 割分 ($9,389 \times 0.8 \div 7,500$) と考えられる。この値は、修正案 B-3 と修正案 B-4 との下水道整備による

表-6 合成変数による検討結果

	合成変数	回帰係数	t 値
修正案 C-1	$0.1G + 0.9S$	8,738	1.809
修正案 C-2	$0.2G + 0.8S$	9,389	1.854
修正案 C-3	$0.3G + 0.7S$	9,546	1.844
修正案 C-4	$0.4G + 0.6S$	9,088	1.775

回帰係数のほぼ中間に位置していることから、妥当な値と判断される。以上より、本ケーススタディでの下水道整備便益は、対象区域内全域の平均的な値として 7,500 円/㎡ が得られた。ただし、この便益は地価に帰着している分のみである。

4. 考察

4.1 評価範囲

本研究では、下水道整備便益計測にヘドニック価格法を適用したが、下水道整備の全便益が計測されたとは限らない。環境価値をヘドニック価格法により評価する場合には、測定された価値の部分性を定性的にでも把握すべきである⁸⁾。

本研究のように下水道整備の指標化において、下水道を利用できる地点に 1、下水道を利用できない地点に 0 という変数を与えるという方法をとった場合、公共用水域の水質保全効果は、下水道が利用できる地点で発生し、利用できない地点で発生しないというのではなく、その差が表現されていない。また、下水道利用者に密接な効果である、トイレの水洗化効果、周辺環境改善効果という 2 つの効果は認識されやすいが、公共用水域の水質保全効果は地価の形成要因として明確に認識されていないと考えられる。よって、評価される下水道便益は、下水道整備効果のうち「水洗トイレが利用できるという効果」及び「周辺環境が改善されるという効果」に相当すると考えられる。

4.2 既往事例との比較

ヘドニック価格法の適用においては、正確さや

表-7 下水道整備による地価価格差の事例整理

事例	地価データ	サンプル数	平均地価 p (万円/㎡)	格差 Δp (万円/㎡)	格差率 $\Delta p/p$ (%)	下水評価
本ケーススタディ	取引事例 (H10)	321	8.4	0.75	8.9	○
袖ヶ浦町 ³⁾	取引事例 (S60 ~ 61)	69	(7.0)	(0.70)	(10.0)	○
国分寺市 ³⁾	宅地建物取引業協会の東京都地価図 (S61)	183	(30.3)	(0.67)	(2.2)	○
首都圏近郊 ¹⁰⁾	公示地価 (S59)	460	12.0	0.92	7.7	
世田谷区 ¹⁰⁾	取引事例 (S63)	121	150.0	2.25	1.5	
三郷市 ¹⁰⁾	公示地価 (S59)	73	13.0	1.14	8.8	
盛岡市、仙台市、秋田市 ¹⁰⁾	公示地価 (S60)	157	6.9	1.85	26.7	
岐阜市 ¹⁰⁾	県調査 (S63)	148	12.0	1.10	9.2	

* 下水評価の欄には、下水道の評価を目的として地価関数が推定されているものに、○を付している。

* 平均地価の欄で括弧付きで示されているものは、出典で例示されている地価で、格差、格差率もそれに対応する値である。

信頼性について検証しなければならない⁹⁾が、ここでは既往事例での下水道評価値との比較を行う。主な既往調査をまとめると表-7のとおりであるが、ここであげているのは下水道の指標として下水道を利用できる地点を1、利用できない地点を0としている事例であるので、評価範囲は本研究と同様であると考えられる。表-7より、平均地価と地価格差の関係を示したのが図-2である。下水道評価を目的として地価関数が作成されたかどうか、事後的な評価が新規事業の評価か、という違いがあるが、本研究の結果は既往調査の値の範囲内であり、妥当であると判断される。

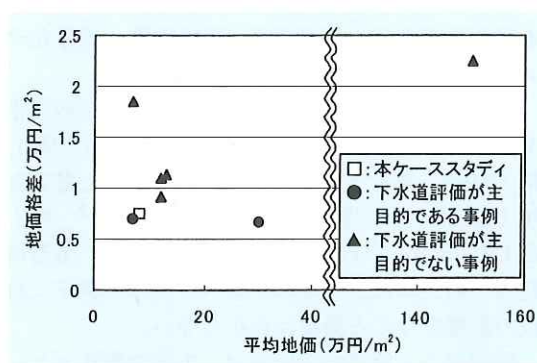


図-2 平均地価と地価格差

5. まとめ

本研究では、ヘドニック価格法を適用して、新規の下水道事業(汚水整備)による便益計測のケーススタディを行い、7,500 円/m² という地価格差が計測できた。ただし、この便益は地価に帰着している便益のみであり、評価範囲が限られていることが分かった。また、下水道事業は受益者負担金や下水道使用料のようにサービスに対して料金をとる地方公共財であり、この料金収入を便益として考慮することが必要である⁶⁾。

下水道事業便益のヘドニック価格法による計測については、今後事例を蓄積していき、地域によってどれくらい差があるかなど、値の安定性について検証していくことが求められる。また、公共用水域の保全効果は、ヘドニック価格法による評価が難しいので、仮想評価法等の手法の適用により対応していくことが求められる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、肥田野登教授(東京工業大学社会工学専攻)より格別なる御指導をたまり、また、三重県下水道課、関連市町村よりデータの提供等の御協力をいただき、感謝申し上げる。

参考文献

- 1) (社)日本下水道協会：下水道事業における費用効果分析マニュアル(案)，平成10年3月
- 2) 日本下水道事業団：中小都市における下水道事業の効果の計量化に関する研究調査報告書(昭和59年度)，昭和60年3月
- 3) 肥田野登、平松登志樹、名取浩介：下水道整備事業における受益と負担の計測，昭和62年度，第22回日本都市計画学会学術研究論文集
- 4) 平松登志樹、肥田野登：排水処理施設設備の費用便益分析，環境科学会誌，1993。
- 5) 吉田精：広島市浸水対策における整備計画策定について—ヘドニックアプローチ法による費用効果分析の概要—，下水道協会誌，Vol.36，No.439，1999年5月
- 6) 肥田野登：環境と社会資本の経済評価 ヘドニック・アプローチの理論と実際，勁草書房，1997年
- 7) 伊多波良雄：これからの政策評価システム，中央経済社，1999年
- 8) 藤田壮、盛岡通：ヘドニック価格法を用いた公園緑地の環境価値評価に関する研究，環境システム研究，Vol.23，1995年8月
- 9) D.W. ピアス、A. マーカンジャ、E. B. バーピア 著、和田憲昌 訳：新しい環境経済学，ダイヤモンド社，1994年
- 10) 肥田野登：ヘドニック・アプローチによる社会資本整備便益の計測とその展開，土木学会論文集 No.449/VII-17，1992年

吉田敏章*



建設省土木研究所下水道部
下水道研究室研究員
Toshiaki YOSHIDA

岡本誠一郎**



建設省都市局下水道部
下水道企画課
(前 下水道研究室主任研究員)
Seiichiro OKAMOTO

井上弥九郎***



建設省土木研究所下水道部
下水道研究室長
Yakuro INOUE