

IV-30

地価データを用いた
治水施設整備の便益の計測

北海道大学大学院環境科学研究科 学生員 安邊 英明
同 正 員 宮田 譲
同 正 員 山村 悦夫

1. はじめに

わが国では、河川の氾濫原である堆積平野に古くから社会・経済活動の重要な部分が集中しており、その傾向は増大の方向にある。こうした地形的・社会的条件に加え、梅雨期・台風期の降雨の集中や、北海道における早春の融雪期などの気象的条件から

非常に水害を受け易く、かつその被害は甚大である。治水事業の基本的かつ重要な目的は国土の保全と国民の生命・財産を守ることであり、このため古くから治水事業の重要性が認識され、時代の要請を受けさまざまな治水施設整備が進められてきた。

本研究では、こうした治水施設整備の、主として洪水防御機能がもたらす便益を、資産価値法にもとづき、土地の価値の上昇として計測することを試みる。以下、2節では資産価値法による便益計測の理論的背景について説明する。3節では実際に地価関数を推定し、4節において治水施設整備がもたらす便益について計測を試みる。

本研究における対象地域は、大規模治水施設整備として千歳川放水路建設が予定されている江別市・千歳市・恵庭市・広島町・南幌町・長沼町・苫小牧市・早来町の4市4町を取り上げる。この地域を流れる千歳川は支笏湖を水源とし、江別市において石狩川と合流する総延長108km、流域面積1,240km²の1級河川である。この千歳川の中・下流域40kmは610km²にもおよび石狩低地帯に属する低平地であり、水田・畑作などの農業や札幌市のベッドタウンが広がり、今後の北海道を支える重要な地域である。

しかしこの低平地は、降雨時には周辺の山地部から水が流れ込み易いのにに対して、下流の石狩川の高い水位を受けて流下し難いことから洪水氾濫を頻繁

に受ける地域でもある。またその地質・地形の特性場、築堤という一般的な治水対策では抜本的な解決が困難とされているため、1982年に千歳川放水路の建設が決定された¹⁾。

2. 便益計測の理論的背景

(1) 治水施設の便益と地代¹⁾

堤防や公園といった公共施設は、そのサービスの及ぶ範囲が空間的に限定されるのが一般的であり、このような公共財は特に地方公共財と呼ばれている。ここでは、まず始めに治水施設を含む一般の地方公共財について、それがもたらす便益がサービス地域の地代(地価)へ帰着するという理論的背景について記述する。

まず資産価値を地代 r として特定化する。この r は、その家の広さ・都心への近接性といった住宅サービスレベル h 、およびその場所での住環境レベル Q (ここでは治水施設に代表される地方公共財サービス)の関数 $r(h, Q)$ として表現されるものとする。もし地代 r が通常の市場財と同様に家計の効用最大化行動によって決定されるなら、 $r(h, Q)$ は次式のような家計の効用最大化問題の解として与えられる。

$$\max_{X, h} U(X, h, Q) \quad (2.1)$$

$$\text{s. t. } P X - r(h, Q) = I \quad (2.2)$$

ここに、 U : 家計の効用関数

X : 一般財消費量

P : 一般財価格

I : 家計の可処分所得

ラグランジェ乗数を λ とすると、1階の条件より

$$\frac{\partial r}{\partial Q} = \frac{1}{\lambda} \frac{\partial U}{\partial Q} \quad (2.3)$$

を得る。(2.3)は住環境整備が地代に及ぼす影響を表現しており、 λ は具体的には

$$\lambda = \frac{\partial U}{\partial I} \quad (2.4)$$

が成立するので、貨幣(所得)の限界効用を示している。(2.3)の右辺は、住環境レベルの変化による効用変化を貨幣(所得)の限界効用で除することから、住環境の変化による効用変化分に等しい効用を持つ貨幣額、すなわち定義された経済的評価額である。また左辺は地代の住環境レベルの変化による限界変化分である。したがって(2.3)より各家計の住環境レベルの限界変化分に対する経済的評価額に等しくなるように地代の住環境レベルによる差が決定され、市場における均衡地代を構成することになる。

以上が住環境レベルの変化が資産価値に影響するメカニズムであり、住環境変化にともなう当該不動産の市場評価の変化を住環境便益の計測に利用する資産価値法の基礎となっている。

(2) 資産価値法の問題点¹⁾

資産価値の限界変化が経済的評価額と一致するためには、居住者の完全流動性(移動に要する費用が0)が保証されねばならない。その理由を以下に示す。資産価値市場の均衡は、各家計が移動による損得が0のところで成立している。(2.3)より

$$\frac{1}{\lambda} \frac{\partial U}{\partial Q} - \frac{\partial r}{\partial Q} = 0 \quad (2.5)$$

が成立している。これは住環境レベルが高いところに移動することによる便益が左辺第1項、その際の家計費用の上昇が左辺第2項で、移動による損得が0であることを示している。

今、移動に関して費用 m を要するとすれば、均衡条件は

$$\frac{1}{\lambda} \cdot \frac{\partial U}{\partial Q} + \left(-\frac{\partial r}{\partial Q}\right) + (-m) = 0 \quad (2.6)$$

となる。すなわち移動による便益(左辺第1項)、と移動による損失(左辺第2・3項)が家計にとって等しくなったときに均衡が達成される。したがって、左辺第2項を経済的評価額とするならば、移動費用 m だけ定義された経済的評価額を過小評価することになる。例えば移動費用が無限大であった場合、

いかに環境のよい住宅が存在してもその住宅に移動することは負の便益をもたらすので、環境の悪い住宅との間には地代差が生ぜず、住環境がもたらす便益がまったく資産価値に移転しないことになる。

(3) ヘドニック分析の理論的基礎²⁾

上述のように、住環境の改善がもたらす便益は資産価値へと移転してゆく。つまり資産価値を観察し、これに対する環境特性の貢献度を回帰分析を用いて計測し、住環境改善の価値の推定をおこなおうとするものが、通常ヘドニック分析と呼ばれている。

(2.1)、(2.2)の家計の効用最大化問題の最適解は、無差別曲線と予算制約式の接点で与えられる。ここで、ある家計のある住宅サービスレベル h をもつ土地に関する需要価格を表す「付け値」関数という概念を導入する。付け値関数は、(2.1)、(2.2)より次のように定義される。

$$\max \quad I - P X \quad (2.7)$$

$$\text{s.t.} \quad U(X, h, Q) \geq u \quad (2.8)$$

付け値関数は所与の所得水準 I ・効用水準 u ・住宅サービス h を前提としているので、効用水準を変化させると付け値関数も変化する。効用水準を高くすれば土地に払い得る価格が低下するので、高い効用水準には低い付け値関数が対応している。また市場価格 $r(h, Q)$ は土地 h に支払わねばならない価格であるから、家計は市場価格曲線上にありながら最も高い効用を達成する土地 h を選択する。つまり、市場価格曲線と付け値曲線の接点の家計の最適解となる。

市場均衡では、全ての家計の付け値関数が市場価格関数と接していなければならない。故に市場価格関数は付け値関数の包絡線となっているが、一般には市場価格関数と家計の付け値曲線とは一致しない。環境の価値を計測する上で、このことは大きな意味を持つ。つまり、住環境の改善にともない家計の付け値は上昇し、この変動分が家計の支払い意志額として計測される。一方、市場価格関数は、付け値関数の包絡線であるから、これを用いて環境の価値を計測した場合、一般に環境の経済的価値を過大評価することとなる。

3. 千歳川流域における地価関数の作成

(1) データ・ベースの作成

本研究において、ヘドニック地価関数の作成に用いたデータを表3-1に示す。

データ作成の基本的方針としては、地点属性である地価を説明するため、地価公示^{4),5)}以外から得られるでデータについてはできるかぎり3次メッシュ・レベル(1km×1km)にまで落とした後、利用するようにした。

本研究で使用した指標のうち、年平均期待浸水深の概要について以下に示す。

年平均期待浸水深：各洪水規模に応じて想定される浸水深を、それが生起する確率に依拠して年平均の浸水深に転換し、さらに累計することにより求まる浸水深と定義する。

表3-2にその算出例を記す。

(2) ヘドニック地価関数の作成

治水整備水準の変化に伴う地価の変動を推定するためのモデルを、表3-1の説明変数を用いて作成した。

従来の地価関数においては、説明変数は地価公示^{4),5)}から得られる地点属性や都心までの時間などを中心としたものが多いが、本研究においてはこれらの地点属性に加えて、新たに各地価調査地点近傍の集積の程度をあらわすメッシュ人口、治水施設整備水準の変化を考慮できる指標として前述の年平均期待浸水深を導入した。

地価関数作成のフローチャートを図3-1に示す。

以下に、モデル作成の手順について詳述する。なお、地価関数は市街化区域・市街化調整区域の2つに分けて作成した。

1) 変数間の多重共線性の吟味

各説明変数間の相関係数を吟味することによって、あらかじめ多重共線性の問題を回避した。

2) 地価との単回帰分析

地価関数の決定に際して、まず各説明変数と地価との間で線形・対数線形などの関数形を用いて単回帰を行い、比較的あてはまりのよいものを選定した。

3) 変数選択

2)の単回帰結果をもとにして地価関数を構成し、パラメータの推定を行なった後で、以下の2基準で

表3-1 説明変数の一覧

変数名	記号	単位	出典	変数名	記号	単位	出典
公示地価	LV	百円/㎡	①	メッシュ別人口	POPMSH	人	④
最寄駅までの距離	DIST	m	①	年平均期待浸水深	DEPTH	cm	⑥
最寄駅から 札幌駅までの距離	TIME	分	②	宅地見込地ダミー	DH1	有=e, 無=1	①
自治体別 課税対象所得	INCOME	百万円	③	商業地ダミー	DH2	有=e, 無=1	①
自治体別 従業者密度	EMPDEN	人/㎢	④⑤	工業地ダミー	DH3	有=e, 無=1	①
				ガスダミー	DE1	有=e, 無=1	①
				上水道ダミー	DE2	有=e, 無=1	①
				下水道ダミー	DE3	有=e, 無=1	①

- ①地価公示(国土庁)・地価調査(北海道) ⑤建設省国土地理院
- ②時刻表より作成 ⑥石狩川治水経済調査報告書より作成
- ③個人所得指標(日本マーケティング教育センター)
- ④国勢調査および同磁気テープ

表3-2 年平均期待浸水深の計算

ケース	種別	洪水流量規模	超過確率	年平均生起確率	想定浸(湛)水深 cm	区間平均浸(湛)水深 cm	年平均浸(湛)水深 cm	累計浸(湛)水深 cm
ケース1	無害流量	70	1/1.5		0.00			
ケース2	ケース1~3 の中間流量	500	1/10	0.5667	23.00	11.50	6.52	6.52
ケース3	1975.8洪水 の相当流量	730	1/20	0.0500	92.00	57.50	2.88	9.40
ケース4	1981.8洪水 の相当流量	1000	1/40	0.0250	143.00	117.50	2.94	12.34
ケース5	ケース4~6 の中間流量	1300	1/70	0.0107	208.00	175.50	1.88	14.22
ケース6	基本 高水流量	1500	1/100	0.0043	247.00	227.50	0.98	15.20

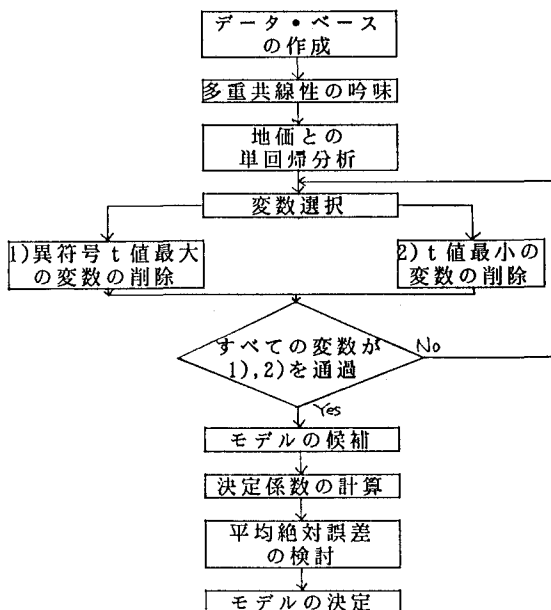


図 3-1 地価関数作成のフローチャート

順次変数を消去し、問題となる変数がなくなった時点で残った変数による関数形を地価関数の候補とした。なお、t 検定の有意水準は10%から1%へと順次向上させた。

①あらかじめ検討したパラメータの符号条件と照合し、回帰結果の符号が逆符号となる変数のうち、t 値の絶対値が最大となる変数。

② t 値の絶対値が最小となる変数。

4) 決定係数 R^2 ・平均絶対誤差 MAPE の計算とモデルの決定

3) のような変数選択を実施した後、モデルの候補となったものは、市街化区域モデルで4関数、市街化調整区域モデルでは2関数となった。これらのうち各区域ごとに1つのモデルを選択せねばならず、ここで自由度調整済み決定係数 R^2 と平均絶対誤差 MAPE の計算を行った。その結果、 R^2 ・MAPE 共に良

好なモデルとして対数線形モデルを採用した。

$$\ln(LV) = \sum a_i x_i \quad (3.1)$$

なお、平均絶対誤差 MAPE は、以下の式で求められる。

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_i \frac{|x_i - \hat{x}_i|}{x_i} \times 100 (\%) \quad (3.2)$$

以上の結果、本研究で採用した地価関数の変数及びパラメータの回帰結果を表 3-3 に示す。

次に、パラメータの回帰結果について記述する。

市街化調整区域モデルにおいては、サンプル数=214=無限大とした場合、DH3(工業地ダミー)以外の変数はすべて両側1%検定($t=2.5758$)を通過する。DH3についても両側5%検定($t=1.9600$)を通過する。したがって検定結果より、市街化調整区域モデルに採用した各変数は十分な説明力を有しているといえる。

一方、市街化調整区域モデルの場合、サンプル数=43であり、両側5%検定($t=2.0211$)をTIME(最寄り駅から札幌駅までの時間)が通過せず(10%検定($t=1.6839$)は通過する)、そのほかの変数も両側1%検定($t=2.7045$)を通過しない。この意味で、市街化調整区域モデルは市街化区域モデルより劣っているといえる。同時に、 $R^2=0.4077$ 、 $MAPE=14.0851$ であり、これらの理由としては、

1) 制度的制約がかかっている。

2) 市街化調整区域内の各地点属性をよく反映する説明変数がない。

の2点が挙げられよう。

ただし、実績地価と推定地価の平均誤差は MAPE より14%程度であり、このことを念頭において限り、本研究においては支障はないものとする。

(3) 自治体ごとの推定誤差の検討

ここでは、前述の地価関数を用いて各自治体ごと

表 3-3 説明変数とパラメータの回帰結果

	定数項	TIME	EMPDEN	POPMSH	DEPTH		
市街化区域 (t 値)	4.9969 (15.7105)	-0.0052 (-4.0874)	0.0039 (5.4387)	0.0001 (5.1477)	-0.1061 (-2.8263)		
市街化調整区域 (t 値)	3.0630 (4.3952)	-0.0102 (-2.0119)	0.0060 (2.3698)	0.0003 (2.1093)	-0.2278 (-2.1370)		
	DH1	DH2	DH3	DE2	DE3	決定係数	MAPE(%)
市街化区域 (t 値)	-0.4845 (-3.0396)	1.0284 (13.9294)	-0.1397 (-1.9828)	-	0.3661 (5.0056)	0.7027	4.5423
市街化調整区域 (t 値)	-	-	-	0.3661 (2.4130)	-	0.4077	14.0851

に絶対平均誤差を計算し、検討・考察を加える。

市街化区域においては、南幌町のMAPEが7.6%と最大となっており、また全体の平均よりも誤差が大きいのは苫小牧市・千歳市・恵庭市・広島町である。しかしその割合は1割以下となっている。

表3-4 市街化区域の平均絶対誤差

	サンプル数	MAPE(%)
苫小牧市	81	4.8382
江別市	44	3.2288
千歳市	26	4.9993
恵庭市	23	4.6200
広島町	19	4.8622
南幌町	5	7.5849
長沼町	5	2.6842
早来町	11	2.4867
合計	214	4.5423

市街化調整区域においては、苫小牧市・千歳市のMAPEが大きくなっており、江別市・恵庭市も1割を越えている。従って、改めて都市域周辺の特徴を表現するような説明変数の導入が必要と考えられる。

表3-5 市街化調整区域の平均絶対誤差

	サンプル数	MAPE(%)
苫小牧市	15	16.1107
江別市	9	10.5762
千歳市	6	16.7517
恵庭市	4	13.4799
広島町	5	6.9984
南幌町	0	0.0000
長沼町	0	0.0000
早来町	4	5.9115
合計	43	14.0851

4. 治水施設整備がもたらす便益の計測

(1) 治水施設整備

本研究で推定された地価関数を用いて年平均期待浸水深の値を変化させ、地価の変動分を計上することにより、将来の治水施設整備がもたらす便益を計測することを試みた。ただし、ここでいう「将来」とは、あくまで現状の土地利用形態のもとで治水施設整備が行われた場合の、比較静的な変化を予測するにとどまっており、洪水安全度の向上がもたらす土地利用の変化などは考慮にいていない。

本研究で対象とする治水施設整備としては、前述の千歳川放水路計画を対象としている。この放水路は、計画安全度を1/100確率年としており、これは千歳川の基本高水流量1,500 m^3/sec に対応している（なお、1981年8月洪水相当流量は1,000 m^3/sec 、流量確率は1/40年である）⁶⁾。放水路の効果を1981

年8月洪水を例としてみると、裏の沢基準点において最高水位を約3m低下させ、ほぼ地盤高に抑え、千歳川流域の洪水安全度を飛躍的に向上させることになる³⁾。

(2) 治水施設整備による便益の計測

治水施設整備がもたらす便益は、地価の変動分を計測することによって表現できる。本研究では、放水路供用により100年確率までの洪水が防御され、年平均期待浸水深が0となる状況を仮定している。ただし、年平均期待浸水深以外の説明変数については、地価関数推定の際と同じ値（現状の数値）を用いている。

ここでは、便益が帰着する地域（江別市・千歳市・恵庭市・広島町・南幌町・長沼町）ごとの帰着の程度を確認するため、石狩川治水経済調査報告書⁶⁾の洪水氾濫調査と同じゾーニング（千歳川流域33ゾーン）をもとに、市街化区域・市街化調整区域を考慮して合計44ゾーンに分割し、各ゾーンごとの便益を計測した後、自治体ごとに集計した。その結果を表4-1、図4-1～4-2に示す。

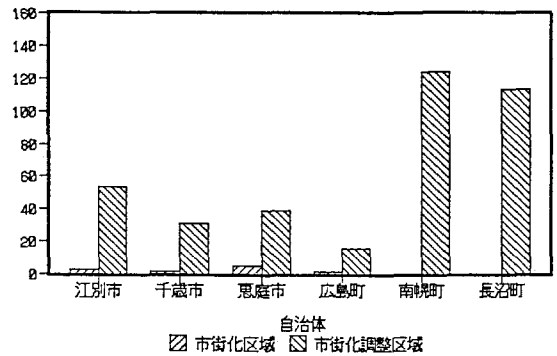


図4-1 浸水面積の比較

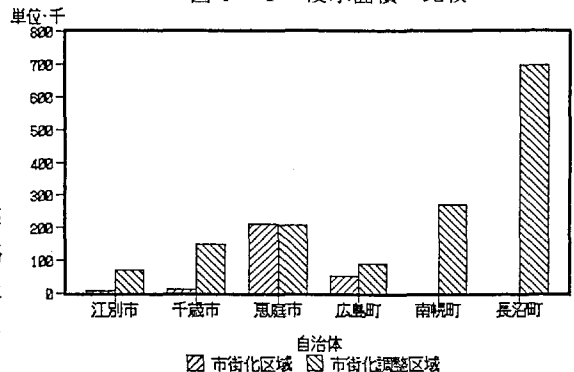


図4-2 帰着便益の比較

表 4-1 自治体別の帰着便益

	市街化区域		市街化調整区域		合計	
	浸水面積 k㎡	便益 万円	浸水面積 k㎡	便益 万円	浸水面積 k㎡	便益 万円
江別市	3.0	8,700	53.8	69,880	56.8	78,580
千歳市	1.7	12,930	31.2	150,080	32.9	163,010
恵庭市	5.6	212,910	38.7	208,530	44.3	421,440
広島町	1.9	51,680	16.0	92,500	17.9	144,180
南幌町	0.0	0	124.1	272,860	124.1	272,860
長沼町	0.0	0	113.6	695,800	113.6	695,800
合計	12.2	286,220	377.4	1,489,650	389.6	1,775,870

市街化区域においては、恵庭市・江別市が大きな値となっている。帰着便益も恵庭市が21億円で最大である。

市街化調整区域では、南幌町・長沼町の浸水面積が大きくなっている。江別市と恵庭市を比較すれば、浸水面積は江別市の方が広いが帰着便益は恵庭市の方が江別市の約3倍となっている。

全体的にみても、千歳川中流の恵庭市・長沼町・南幌町に便益の78%が帰着している。反対に最下流の江別市にはわずか4%しか便益が帰着せず、衡平性は保たれていないようである。

5. おわりに

本件級では、治水施設整備（主として洪水防御機能）がもたらす便益を、資産価値法にもとづいて計測することを試みた。その際、地価を環境特性（地点属性）に対して回帰させるヘドニック・アプローチを用いて対象地域の地価関数を作成した。前述の便益の計測は、推定された地価関数の治水環境特性を変化（改善）させることによって、地価の上昇分として捕らえることができた。また、その治水環境特性として、従来余り見受けられなかった年平均期待浸水深という概念を導入した。これは、治水経済調査の年平均被害軽減額に相当する。また、便益の集計の際に、各自治体ごとに集計を行い、衡平性という観点で評価できた。

参考文献

- 1) 森杉壽芳、宮武信春、吉田哲生：騒音の社会的費用の計測方法に関する研究、土木学会論文報告集、第302号、pp.113～123、1980
- 2) 金本良嗣、中村良平：環境の経済的価値、環境情報科学、13-2、pp.12～18、1984
- 3) '88札幌圏主要プロジェクト概要：札幌商工会議所
- 4) 国土庁土地鑑定委員会編：地価公示（平成2年）
- 5) 北海道：平成2年度北海道地価調査
- 6) 北海道開発局石狩川開発建設部：石狩川治水経済調査報告書（石狩川下流）、昭和59年3月
- 7) 建設省河川局：石狩川水系工事実施基本計画、昭和57年3月（昭和63年3月部分改定）
- 8) 金本良嗣：地方公共財の理論、公共経済学の展開、第3章、pp.29～47、東洋経済新報社、1983
- 9) 肥田野登、中村英夫、荒津有紀、長沢一秀：資産価値に基づいた都市近郊鉄道の整備効果の計測、土木学会論文集、第365号、pp.135～144、1986
- 10) 森杉壽芳、由利昌平：住環境改善便益の資産価値に反映する程度に関する数値計量的考察、日本不動産学会誌、2-4、pp.71～79、1987
- 11) Kanemoto, Y.: Hedonic Price and the Benefits of Public Projects, Econometrica, Vol.56, No.4, pp.981～989, 1988.