

(28) 住民アンケート情報を評価とした下水道施設計画案の策定

㈸ 日本水道コンサルタント 正員 堤 武
㈸ 日本水道コンサルタント 正員 ○ 上田育世
㈸ 日本水道コンサルタント 正員 西澤常彦

1 はじめに

下水道施設計画策定の基本的事項は次の各点である。つまり

- ① 計画目標年次をいつにするか。
- ② 計画区域をどのように設定するか。
- ③ 排除方式をどうするか。
- ④ 吐き口をどこにするか。
- ⑤ 処理場の規模・配置をどうするか。

である。換言すれば、いつ・どの範囲を対象にし、各地区（町や字）をどのように連結し、さらにどこで処理するかが問題となる。そして、実際の計画においては、技術・経済性・制度等を勘案して計画案が策定されている。

さて、本研究において、非常に大胆ではあるが、一つの視点として計画対象地域住民の下水道や周辺自然環境状況に対する意識を利用した、下水道施設計画策定方法を提示する。これは、いわゆる計画論における「課題計画」²⁾といわれるものである。住民意識を利用する方法以外にも、経済性を追及した計画・河川や湖沼・海域の水質保全のみに着目した計画なども課題計画として考えられ、こうした計画案の中から、実施計画が策定されていく。

本研究で地域住民の意識に着目する理由として、各地区（各市町村）住民の下水道に対する期待の質が、各地区の現状や歴史から異なっていると考えるからである。そのため、期待の質の違いを、アンケート情報³⁾⁴⁾により抽出し、これを、下水道施設投資順序の決定プロセスに評価要因として利用し、種々な代替案を順序付けていこうとするのが本論文の主旨である。

ところで、下水道施設計画案の策定に、アンケート情報を利用するとの立場に立つとしても、これを利用する範囲は限られる。つまり図-1で示す代替案の作成に対しては、自然条件・技術・費用・制度等により案を抽出し、これら案の評価に住民意識を利用するものである。

一方、地域住民の意識は、周辺の状況、情報の量や質に非常に影響されやすい。つまり不確定な要因が非常に多いわけである。そのため、アンケートを繰り返すとともに、下水道施設計画案そのものが、暫定処理施設等を含んだ柔軟な計画であることも重要であろう。

以上の考え方にに基づき、2において分析方針を、さらに3においては、実際の適用例を示すこととする。

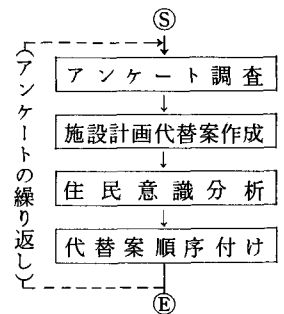


図-1 住民意識分析を通じた計画案策定プロセス

2 分析方針

下水道施設計画策定に住民アンケート情報を評価要因として導入する具体的な分析プロセスを図-2に示す。この分析プロセスは大きくは次の3つの項目より成っている。つまり

- ① 処理場候補地点の選定と施設計画代替案の作成
- ② 投資順位の設定と投資効果決定のための住民意識分析
- ③ 代替案の順序付け

である。

2-1 施設計画代替案の作成

処理場候補地点は、地形条件、経済性や、水質保全を考慮した上で、さらに整備後の周辺自然環境等をも検討して選定される。本論文では、既にこうした検討を経た上で施設計画案を策定するとの立場で論ずることとする。

一方、M処理場候補地点を有する地域の施設計画（地区間の連結）案は、1処理場案からM処理場案までN個作成される。このとき、地区間の隣接関係に着目して案を作成するものとする。

2-2 住民意識分析

2-1で与えられた計画案の投資順序の決定と投資効果の算定に住民意識を利用する方法を提示する。

下水道の正の効用は、大きくは2つのカテゴリーに分類出来る。一つは、受益者の直接的効用（内部的効用＝水洗化・生活環境保全・浸水防止）であり、他は、水質保全に代表される広域的で、外部的な効用である。

前者は、受益者レベルの問題で、下水道設置による住民相互の間での不公平感が強く意識されるものと考えられる。先ず本稿では、内部的効用に関するこれら項目を不公平性意識と定義し、各地区の投資順序を決定していく場合これが最小となるようにルートを選定していく。

さて、ルート決定の場合、地方財政制約等の次の仮定条件を置く。

- ① 財政制約上、単位期間当り1地区のみが使用しうる。
- ② 投資初年度は、処理場候補地点とし、隣接地区に管が伸びるとする。
- ③ 複数処理場のケースでも、各単位期間当りの投資は①の仮定に従うものとし、処理区域が異なっても、隣接関係は変わらないものとする。（投資即供用開始と仮定）

以上の仮定のもとに、図-3に示す模式図に従って、不公平性の算定方法を論じるものとする。

ある年度にi地区の下水道が整備された時、住民の不公平感は、遠く離れた地域よりも、特に隣接した地区に強いと考えられる。しかしながら、その不公平感の質は、対象地区住民の内部的効用への期待の意識により差が生じるであろう。つまり不公平感は、住民の内部的効用に対する意識と、下水道整備地区との隣接関係の2つより構成されると考える。そのため先ず、不公平感を距離で割引く為、図-4で示すような関係を導入する。つまり下水道整備地区に近い住民が強く不公平を感じ、遠い地区の住民はそれほど感じないであろうことを計量化するため、地区間の隣接リンク数で割引く方法である。また不公平感が距離の指数（例えば e^{-x} ）で減衰するとの考え方も成立しよう。しかしいずれにしてもここでは絶対的な数値ではなく各案の相対的關係及び不公平感最小ルートの選定を目的としており、この方法は適用しうると考える。

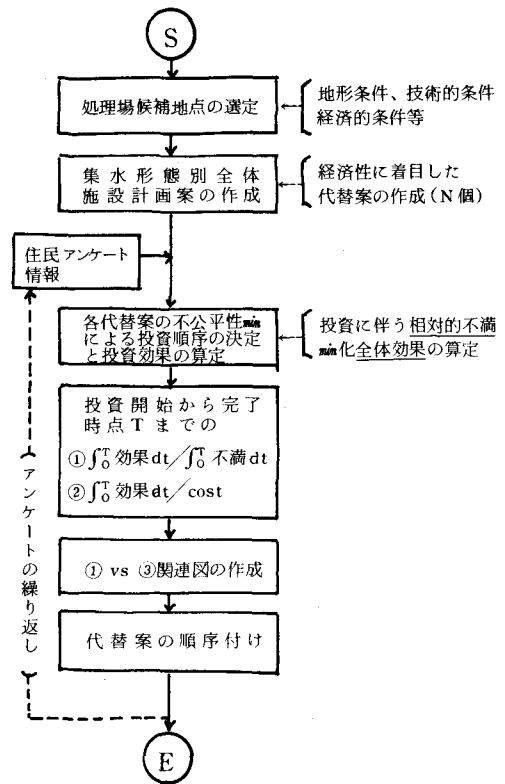


図-2 分析プロセス

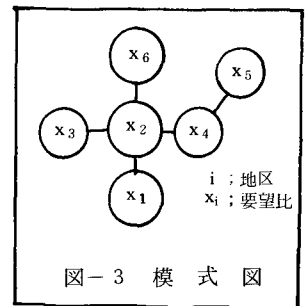


図-3 模式図

次に内部的効用の意識を地区ごとにアンケート情報より抽出し、各单位期間ごとの下水道整備による隣接リンクの変化を考慮した次式で不公平感を計量する。

$$\alpha^k(t) = \sum_{i=1}^P (x_i^k(t) / \omega_i(t)) \quad \text{〔ただし下水道整備地区は除く〕} \quad (1)$$

〔 i : 地区番号 ; k ; 要素 (アンケート質問項目) , P ; 地区数, $\alpha^k(t)$: 地区全体の不公平, x_i^k : i 地区 k 要素要望比率, $\omega_i(t)$: 下水道整備地区との最小リンク数 〕

さて、以上の考えに従い、不公平感が最小となるように各单位期間ごとに投資順序を決定していくと、全体完了時点(T)での不公平感は次式となる。

$$\alpha^k = \int_0^T \alpha^k(t) \, dt \quad (2)$$

さらに、各要素の総和を要素数(L)で割れば、不公平指標 α が算定される。

$$\alpha = \int_0^T \sum_{k=1}^L \alpha^k(t) \, dt / L \quad (3)$$

各代替案につき、 α を算定することとすると、 α が小さい案が投資開始から、完了時点まで住民の不公平感が小さい案といえる。

次に、上記の案に従って、外部的効用を算定する方法を提示する。内部及び外部とも下水道整備による効果と言えるが、本稿では、内部的効用を不公平感、外部的効用を効果と定義する。このとき特に問題となるのは、河川の水量・水質に関する上下流問題であろう。しかし、下水処理場施設をつくる段階で、河川水量に対する考慮は既になされているとの立場で、水質保全に論議を絞ることとする。

さて、河川水質問題は、上流域住民の立場からすれば、自らの地区の下水道整備のみで解決されるが、下流域住民にとっては、上流域の下水道整備状況と関係が深い。そのため先ず、各地区ごとに、河川上下流関係に着目した、汚濁影響人口を考える。つまり図-5に示すように、当該地区人口及びその上流域人口を加えた下水未処理人口即ち汚濁影響人口を算定し、次に、各地区ごとの水質保全希望人口を、アンケート情報より抽出する。

すると i 地区で下水道が整備された場合、上流域が未整備 (自地区も含め) であることによる水質保全効果への住民の不満は次式で計量しうる。

$$\beta_i(t) = \frac{i \text{ 地区汚濁影響人口}(t)}{i \text{ 地区水質保全希望人口}} \quad (3)$$

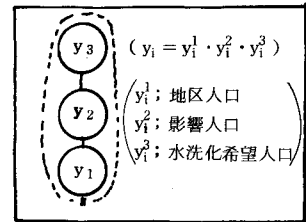
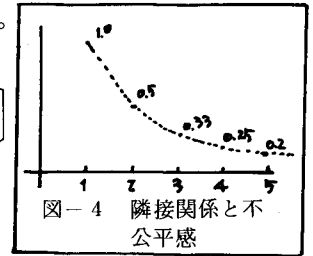


図-5 流域模式図

一方、下水道が地域全体で未整備の場合の不満は、(3)式において $t = 0$ のときの値となる。つまり、最も不満が大きい状況である。そこで、i 地区の下水道整備による効果は各年、次式で算定されることとなる。

$$r_i(t) = \beta_i(0) - \beta_i(t) \quad (4) \quad (r_i(t) : i \text{ 地区 } t \text{ 年度の効果})$$

ゆえに、ある年度における地域全体の効果及び、投資開始から完了時点までの効果は、次式となる。

$$r(t) = \sum_{i=1}^P r_i(t) \quad (5)$$

$$r = \int_0^T r(t) \, dt = \int_0^T \sum_{i=1}^P r_i(t) \, dt \quad (6)$$

(P : 地 区 数
r(t) : t 年度の地区全体での効果
r : 投資開始から完了時点までの効果)

2-3 代替案の順序付け

2-2で求めた不公平指標及び効果指標と、さらに各代替案別コスト（処理場建設費・処理場維持管理費・管理費用－ただし面整備費用は全地区整備するとの立場であるので各案とも同じとなると考え除外－）を加え、次に示す関係より代替案順序付けを行う。

先ず、効果(η)と不公平指標(ω)より

A = η / α (7)

を求める。つまり、(7)式は、大きければ大きいほど、不公平感が小さく効果が大きい案となる。

一方、効果(η)とコスト(c)より

B = η / c (8)

を求める。つまり費用効果分析である。(8)式も大きければ大きいほど、費用効果が大きい案となる。

以上 A・B の各指標を代替案ごとに求めることにより、住民アンケート情報を評価とした施設計画案の順序付けが可能となろう。

3 適用例

本研究の事例対象として取り上げた Y 地域は、典型的な農村地域であり、4 河川流域（U、V、W・X 川）で構成された 15 地区より成っている。

また、下水処理場位置は、地形・水質保全等の条件より、O・h・d 地点の 3 箇所が選定された。

先ず下水道施設計画代替案を、処理場数に基づき次の各ケースとする。

なお、地区間隣接関係を図-6 に示す。

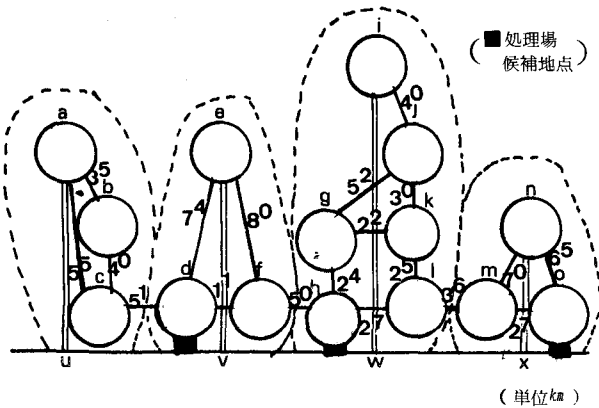


図-6 隣接関係と隣接間距離(km)

表-1 下水道計画代

ケース	処理場	関 連 地 区
1	o	全 域
2	h	全 域
3	d	全 域
4	o h	i・j・k・l・m・n・o a・b・c・d・e・f・g・h
5	o d	g・h・i・j・k・l・m・n・o a・b・c・d・e・f
6	h d	g・h・i・j・k・l・m・n・o a・b・c・d・e・f
7	o h d	m・n・o g・h・i・j・k・l a・b・c・d・e・f

表-2 各項目別意識比率

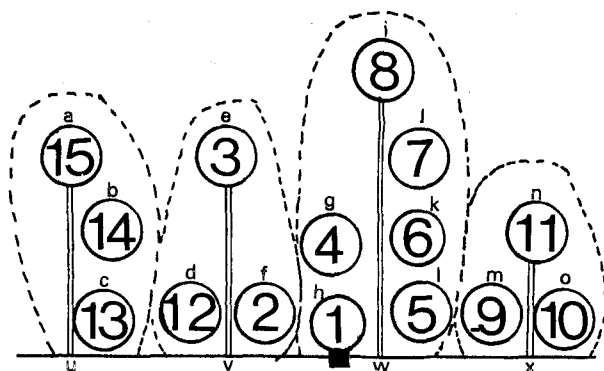
	水洗化 希 望	生 活 環 保	水 質 保 全	下水道 必 要	下水道 設 置	河川水 質より きれいに	河川水 量より 多く
a	0.37	0.58	0.74	0.55	0.71	0.53	0.50
b	0.48	0.36	0.56	0.56	0.68	0.72	0.40
c	0.47	0.43	0.65	0.61	0.76	0.78	0.69
d	0.29	0.54	0.67	0.54	0.67	0.79	0.29
e	0.31	0.48	0.67	0.69	0.81	0.78	0.59
f	0.42	0.56	0.66	0.81	0.91	0.86	0.59
g	0.30	0.47	0.80	0.60	0.77	0.80	0.60
h	0.39	0.50	0.63	0.61	0.81	0.83	0.44
i	0.44	0.63	0.48	0.67	0.59	0.70	0.52
j	0.44	0.44	0.66	0.72	0.91	0.81	0.63
k	0.33	0.45	0.61	0.61	0.84	0.86	0.49
l	0.27	0.52	0.70	0.68	0.84	0.91	0.48
m	0.43	0.35	0.61	0.74	0.87	0.96	0.74
n	0.38	0.45	0.66	0.62	0.79	0.79	0.55
o	0.42	0.47	0.67	0.68	0.86	0.86	0.56
備考	下水の正の効用の選好 （出現率）				10 年 以内		

表－１に示す各計画に対し、図－６に示す各地区隣接関係及び表－２のうち、内部的効用として特に水洗化希望意識を、外部的効用として、水質保全希望人口をとり上げ、下水道施設計画策定のための分析プロセス（図－２）に従って検討を行っていく。

ここでは、各ケースごとの分析結果の詳細は、ページ数の制約からケース２のみを示し、全体の総括表を提示するに止める。

ケース２は、処理場位置をhとし全域を対象処理区域としたケースである。

その結果は表－３及び図－８に示すものである。ここで効果の測定のためのデータは、図－７による。



図－８ ケース２の投資順序（不公平感_{min}）

以上の方法と同様に各ケースについて不公平感と効果を求め、さらに各ケースごとのコストを算定した表が、表－４及び図－９である。

この結果によれば、ケース１が本地域で最も適した案であるといえる。つまり費用効果的側面のみを見ればケース(1)(2)は差はないものの、これに住民の満足感的側面を導入すれば、ケース(1)はケース(2)に勝った案といえよう。そして最も本地域に適さない案は、ケース(6)である。

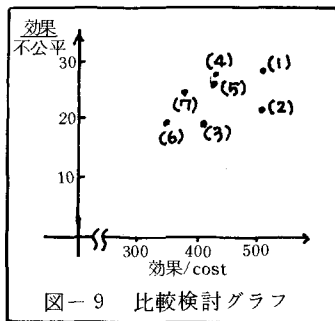
図－１０に基づき各案の順序付けを行うとすれば、次の各グループに分けられよう。つまり

- 第１グループ (1)
- 第２グループ (2)(4)(5)
- 第３グループ (3)(7)
- 第４グループ (6)

である。これらグループは、上位より本地域住民意識を利用した適切案といえよう。各グループ内の順序は、費用効

表－４ 代替案検討結果

ケース	不公平	効果	コスト	効果／コスト	
				不公平	コスト
1	18.00	517.30	1.001	28.7	517
2	23.50	513.34	1.001	21.8	513
3	21.09	415.18	1.000	19.7	415
4	18.00	517.30	1.185	28.7	437
5	18.69	511.19	1.183	27.4	432
6	21.09	415.18	1.182	19.7	351
7	20.04	500.66	1.325	25.0	378



図－９ 比較検討グラフ

果を重視するのか、住民の満足感を重視するのにより変わるものと考える。

なお、表-4に示すコストは、コスト計算結果を最も安い案に対し1.000とおき、それとの比で表現したものである。

以上の結果最も本地域で適した案であるとの結論を得たケース1の投資順序図を図-11として示しておく。

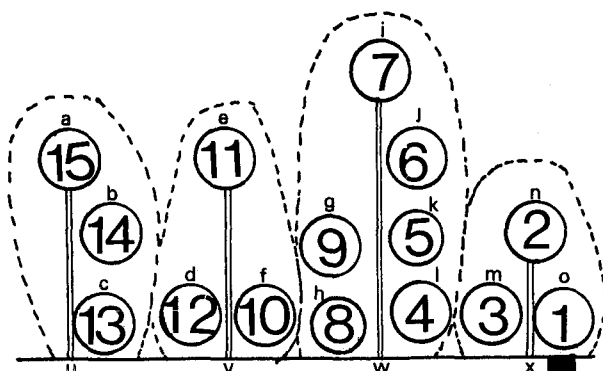


図-10 住民アンケート情報を利用した最適計画案
(投資順序を考慮)

4 おわりに

本研究において、地域住民のアンケート情報を下水道施設計画代替案の評価として導入した分析プロセスを提示し、これを実際に適用した事例を示した。

勿論下水道施設計画は、住民アンケート情報のみで評価して策定されるものではなく、「はじめに」のところでこうしたアプローチは、計画論における課題計画と位置付けられると述べた。つまり、実施計画への過程では、そこに至る段階で種々な課題計画が実際に策定されている訳で課題計画の1つに、住民アンケート情報の利用も考えていくべきであり、少しでも実施計画が種々な課題が反映されたものであると同時に下水道施設計画が暫定処理施設等をも含んだ柔軟な計画であるべきとの立場での論議である。

本研究において、今後の課題として残された点は次のようなものである。

- ① 住民アンケートの繰り返しによる計画案の修正プロセスの検討過程
- ② もっと多くの情報を導入した多目的問題の解決手法の検討
- ③ 2地区以上が同時に投資される場合の検討

等である。

本研究遂行に当り、貴重な助言を頂いた㈱日本水道コンサルタントシステム開発室、萩原良巳氏、中川芳一氏、高橋邦夫氏、渡辺・今田・堀の各氏に深甚の謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本下水道協会「下水道施設設計指針と解説」 1972
- 2) 例えば、吉川和広「最新土木計画学」
- 3) 堤・萩原・上田・西澤「実態調査による下水道必要性に関する考察」
土木学会 第17回衛生工学研究討論会 1981
- 4) 萩原・上田・高橋・西澤「実態調査による下水道必要性の分析」
第9回環境問題シンポジウム講演論文集 1981
- 5) 萩原・上田・中川・辻本・萩原(清子)
「下水道整備計画に関するシステム論的研究Ⅶ」
—とくに水質環境を考慮した地域負荷配分—
土木学会 第13回衛生工学研究討論会 PP 219 ~ 224 1977
- 6) 上田・小石川
「下水道処理場の各種排出物の周辺環境へのインパクトについて」
Nsc研究年報 vol 5 No. 1 1977
- 7) 建設省論「流域別下水道整備総合計画調査・指針」