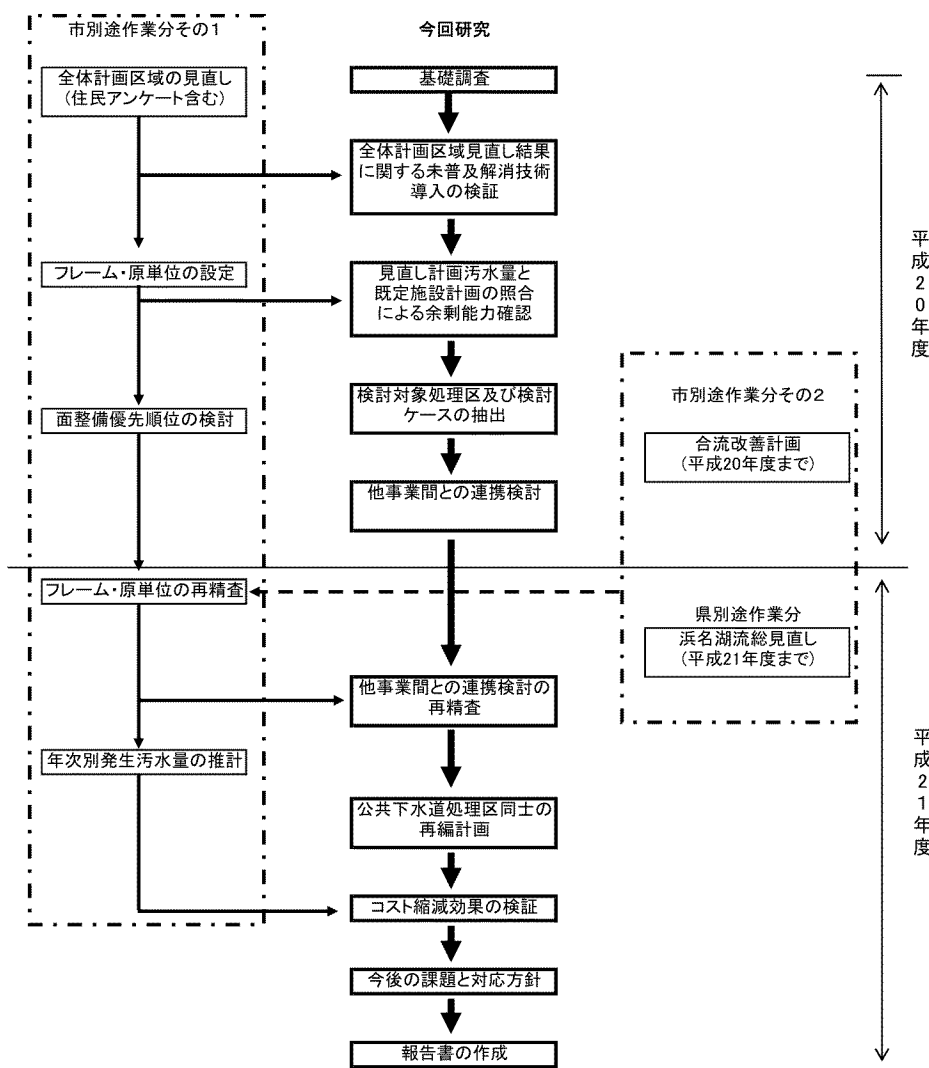


浜松市公共下水道の社会実験に関する 共同研究（汚水処理最適化）

1. 研究目的

浜松市は人口約 60 万人を擁する旧浜松市を中心に合計 12 市町村が平成 17 年 7 月に合併し、誕生した。このうち、旧 11 市町では全 11 処理区の公共下水道（流域下水道 1 処理区を含む）が事業化されており、その他農業集落排水やコミュニティ・プラント等の類似事業も複数個所で実施されている。

本研究は平成 20 年度に引き続き、個別処理・集合処理の比較により公共下水道全体計画区域見直しを行った上で、これら複数処理区の効率的な整備及び維持管理を目指し、処理区再編計画を策定するものである。



図－1 研究フロー

2. 研究体制

本研究は、浜松市及び（財）下水道新技術推進機構で共同実施した。

3. 研究内容

3.1 人口推計

全体計画区域の見直しに先立ち、可能な限り細かな区域単位で長期的な人口推計を行うこととした。

具体的には浜松市において5歳階級別の人口データが得られる最も細かな単位である町丁別に平成42年度までコーホート要因法により将来人口を推計した。また、世帯数についても町丁別の現況と全県で予測されている将来の一世帯当たり人員を勘案し、予測を行った。

その結果、新市行政人口は平成42年度で約75万人と予測され、現況基準年である平成17年度の約82万人に対し、約10%の減少となった。他方、世帯数は核家族化の進行に伴い、約30万世帯から約32万世帯へと5%程度の増加が予測された。

将来人口の地域的な内訳を見ると、中心地区では若干の減少に止まるものの、山間部では概ね半減するなど、地域的なばらつきが非常に大きい結果となった。

結果として“人口の多い地区は減少が鈍く、少ない地区は更に減少していく”ため、中心地区と山間部の人口シェアは現況以上に乖離することとなる。このため、全市の行政人口を一括で推計後に現況シェアにて各地区へ配分する「トップダウン式の推計」によると、山間部の人口を過大に見込んでしまう懸念がある。したがって、本研究のように、なるべく細かな区域単位にて推計した後に、全市人口はそれを合算する「ボトムアップ式の推計」が望まれる。

3.2 全体計画区域の見直し

既定全体計画区域内の未認可区域について、地形・土縁性等より適切なブロックへと分割し、個別処理と集合処理の判定を行った。

これは未認可区域について、引き続き公共下水道での整備を位置付けるか、あるいは全体計画区域から削除して合併処理浄化槽による個別処理へと移行させるかの検討、すなわち、公共下水道側から見た場合、「残すか、削るか」の検討であり、図-2に示す考え方に基いて区域見直しを行うものとした。

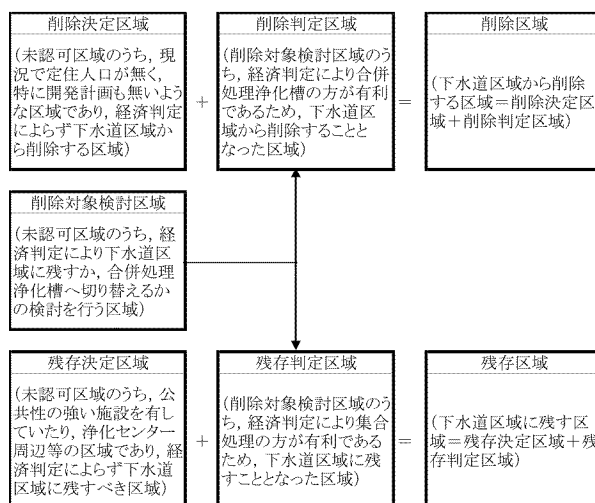


図-2 全体計画区域見直しの考え方

経済判定に当っては3.1で推計した町丁別の将来人口・世帯数（H42）をブロック毎に振り分けた。

また、都市計画図より各ブロックの道路形態及び地表勾配と家屋の貼り付き状況、河川や軌道等の障害物を確認し、集合処理の場合に必要な管渠延長やマンホールポンプ箇所数の拾い出しを行った。

なお、費用関数や各施設の耐用年数については『効率的な汚水処理施設整備のための都道府県構想策定マニュアル/平成20年9月』を中心に『静岡県生活排水処理長期計画』や市実績を考慮の上、設定した。

経済判定の一例を表-1に示す。上段のTブロックでは接続した場合の費用②が接続前の費用①を上回るため、個別処理へ方針転換すべき結果となる一方、下段のUブロックはその逆の結果となっている。

表に示すように、水洗化率は100~80%の範囲を5%刻みで変化させた。例えば、水洗化率が95%以上であれば集合処理が有利であるが、90%以下では不利となるような場合は、①未普及解消技術の導入を考慮して自然流下管渠の建設費単価を11.5⇒9.5万円/mへと低減させ、②浜松市が行った住民アンケート結果から期待される水洗化率（行政区によって異なり、約95%、約90%など）の場合で集合処理が有利であれば、全体計画区域へ残すものとした。

表-1 集合処理・個別処理経済判定表の一例

Tブロック	面積 (ha)	H42世帯数 (世帯)	H42人口 (人口)	管渠延長等		
				自然流下(m)	圧送(m)	MP(基)
判定結果:接続不利	199.0	789	2,161	38,820	100	2
	予想水洗化率	100%	95%	90%	85%	80%
① 接続前						
①-1.先取り処理場費用(万円/年)=建設費+維持管理費		269,624	269,624	269,624	269,624	269,624
①-2.浄化槽費用(万円/年)=建設費+維持管理費		7,668	7,668	7,668	7,668	7,668
①-3.合計(万円/年)=(①-1)+(①-2)		277,292	277,292	277,292	277,292	277,292
② 接続						
②-1.下水道人口(人)		446,661	446,553	446,445	446,337	446,229
②-2.浄化槽世帯数(世帯)		0	39	79	118	158
②-3.処理場流入水量	日平均(m ³ /日)	174,198	174,156	174,114	174,071	174,029
	日最大(m ³ /日)	223,331	223,277	223,223	223,169	223,115
②-4.処理場費用	建設費(万円/年)	140,942	140,918	140,893	140,868	140,844
	維持管理費(万円/年)	129,633	129,658	129,633	129,607	129,581
	小計(万円/年)	270,625	270,576	270,526	270,475	270,425
②-5.管渠費用(万円/年)=建設費+維持管理費		7,674	7,674	7,674	7,674	7,674
②-6.MP費用(万円/年)=建設費+維持管理費		110	110	110	110	110
②-7.浄化槽費用(万円/年)=建設費+維持管理費		0	379	768	1,147	1,536
②-8.合計(万円/年)=Σ(②-4)~(②-7)		278,409	278,739	279,078	279,406	279,745
③ 判定(○:接続有利, ×:接続不利)		×	×	×	×	×
Uブロック	面積 (ha)	H42世帯数 (世帯)	H42人口 (人口)	管渠延長等		
	76.9	293	845	9,020	0	0
判定結果:接続有利	予想水洗化率	100%	95%	90%	85%	80%
① 接続前						
①-1.先取り処理場費用(万円/年)=建設費+維持管理費		269,624	269,624	269,624	269,624	269,624
①-2.浄化槽費用(万円/年)=建設費+維持管理費		2,848	2,848	2,848	2,848	2,848
①-3.合計(万円/年)=(①-1)+(①-2)		272,472	272,472	272,472	272,472	272,472
② 接続						
②-1.下水道人口(人)		445,345	445,303	445,261	445,218	445,176
②-2.浄化槽世帯数(世帯)		0	15	29	44	59
②-3.処理場流入水量	日平均(m ³ /日)	173,685	173,668	173,652	173,635	173,619
	日最大(m ³ /日)	222,673	222,652	222,631	222,609	222,588
②-4.処理場費用	建設費(万円/年)	140,642	140,632	140,623	140,613	140,603
	維持管理費(万円/年)	129,374	129,364	129,354	129,344	129,334
	小計(万円/年)	270,016	269,996	269,977	269,957	269,937
②-5.管渠費用(万円/年)=建設費+維持管理費		1,780	1,780	1,780	1,780	1,780
②-6.MP費用(万円/年)=建設費+維持管理費		0	0	0	0	0
②-7.浄化槽費用(万円/年)=建設費+維持管理費		0	146	282	428	573
②-8.合計(万円/年)=Σ(②-4)~(②-7)		271,796	271,922	272,039	272,165	272,290
③ 判定(○:接続有利, ×:接続不利)		○	○	○	○	○

以上の結果、経済判定を行った全90ブロックのうち、38ブロックが全体計画区域より削除される結果となった。

3.3 計画汚水量の算定と余剰能力の確認

前述の個別処理と集合処理の比較により公共下水道全体計画区域は約3,000haが削除される一方、高速道路のサービスエリア等、今後開発される区域や既に区域外流入として取り込まれていた施設等の約500haが追加されるため、差し引きで約2,500haの減少となり、全処理区合計で約22,400haから約19,900haとなった。また、本研究と同時並行で見直されていた流総計画に準拠した汚水量原単位や工場排水量も縮小となるため、全体計画汚水量は大幅に減少し、最大規模のA処理区の日最大を例にとると見直し前397,720m³/日から見直し後は324,215m³/日となった。

一方、A浄化センターの既定全体計画処理能力は400,000m³/日であるため、見直し後の日最大汚水量に対しては計画上、約75,000m³/日の余力を有することになる。

なお、上記の計画汚水量算定は3.1で推計した平

成42年度の人口推計に基づくものでなく、上位計画の流総計画において設定されている平成37年度値を用いた。すなわち、全体計画区域の見直しに際しては、より長期的かつ細かな区域単位での人口動態を反映させるため、本研究において独自に推計を行ったが、区域確定後の処理区再編も含めた施設計画については上位計画との整合を重視し、流総計画値を準用したものである。

3.4 計画汚水量の算定と余剰能力

上述のとおり大中規模処理区で生じた能力的な余裕を生かして周辺に散在する小規模処理区(農業集落排水やコミュニティ・プラントを含む)の統廃合について検討した。

以下に農業集落排水であるL地区を公共下水道であるE処理区へ統廃合する場合を例に取り、その検討過程を示す。

① L地区を農業集落排水のまま継続する場合

L処理場は既に全施設が竣工しているが、そのまま農業集落排水として存続させる場合、長期的には躯体も含めて改築更新が必要となることから、表-2のとおり、そのコストを試算した。

表-2 L処理場のコスト算定

項目	L処理場	備考
Qa日平均汚水量(m3/日)	440	
Qm日最大汚水量(m3/日)	570	
建設費年価(万円/年)	841	
維持管理費(万円/年)	1,436	
建設費年価+維持管理費(万円/年)	2,277	
	≒23百万円/年	

- ※1)建設費(万円) = 23.090 × Qm + 14,598
- 2)維持管理費(万円/年) = 2,110.7 × (Qa/1000)^{0.4692}
- 3)浄化センター耐用年数 = 33年

② L地区をE処理区へ統廃合する場合

L地区が統廃合されることによるE浄化センターのコスト増分を表-3のとおり試算した。

表-3 統廃合によるE浄化センターコスト算定

項目	L地区統廃合		③=②-①
	①無し	②あり	
Qa日平均汚水量(m3/日)	7,540	7,980	440
Qm日最大汚水量(m3/日)	8,770	9,340	570
建設費年価(万円/年)	11,299	11,865	566
維持管理費(万円/年)	10,730	11,113	383
建設費年価+維持管理費(万円/年)	22,029	22,978	949
			≒9百万円/年

- ※1)建設費(万円) = 32.775 × Qm + 85,431
- 2)維持管理費(万円/年) = 3,083.9 × (Qa/1,000)^{0.6172}
- 3)浄化センター耐用年数 = 33年

統廃合する場合については表-3の9百万円/年に加えて、接続のための管渠及びマンホールポンプのコストが別途3百万円/年生じ、合計で12百万円/年となるが、表-2に示した23百万円/年より明らかに有利である。

以上のような手法を用い、他の組み合わせについても検討を行った結果を図-3及び表-4に示す。

これら再編計画により短期施策(①~⑥)のみでは約700百万円/年、短期+長期施策(①~⑨)では約1,000百万円のコスト縮減効果が期待される。

4. 再編計画のメリット

再編計画により期待される効果を中心に、以下に記述する。これらは個別のものではなく、相互に関連して効果が発現される要素である。

4.1 早期の未普及解消

長期的な人口及び世帯数予測結果を反映させて公共下水道の既定全体計画区域について個別処理と集合処理の経済比較を行った。ここで比較検討の対象

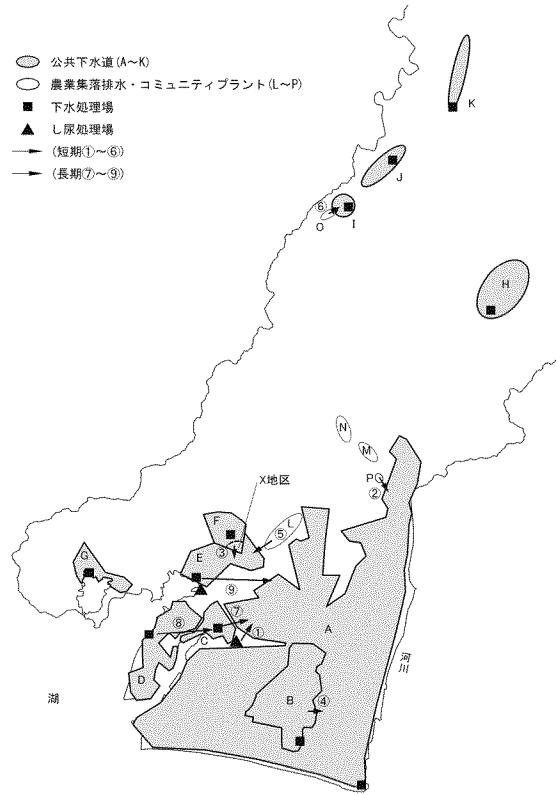


図-3 再編計画イメージ図

表-4 再編計画の概要

時期	概要	処理場数
短期	① S衛生工場(し尿)⇒A処理区に放流	現状20箇所 ↓ ②、⑤、⑥により3箇所減の17箇所
	② P地区(コンプラ)⇒A処理区に統合	
	③ X地区(F処理区)⇒E処理区に統合	
	④ B処理区の一部⇒A処理区に統合	
	⑤ L地区(農集)⇒E処理区に統合	
	⑥ O地区(農集)⇒I処理区に統合	
長期	⑦ C処理区⇒A処理区に統合	短期17箇所 ↓ 3箇所減の14箇所 ⇒A処理区に統合
	⑧ D処理区⇒A処理区に統合	
	⑨ E処理区〔短期で統合したL地区含む〕⇒A処理区に統合	

は既定全体計画区域のうち、既認可区域を除く全域とした。

その結果、例えば、最大規模のA処理区では面積ベースで対象区域の44%が集合処理有利となる一方、56%が個別処理有利となり、これを公共下水道全体計画区域より削除することで非効率的な管渠整備の必要が無くなるとともに、今後の新規事業量がスリム化された。また、合併処理浄化槽との適切な役割分担に基づく、棲み分けが明確となった。

このため、集合処理の中心的位置づけを担う公共下水道未整備区域に対する選択的な集中投資が可能となり、早期の未普及解消に貢献できる。

4.2 処理区再編によるコスト縮減

既定計画が有する施設能力の余裕を活用し、処理区の再編について検討した結果、公共下水道3処理区、農業集落排水2処理区、コミュニティ・プラント1処理区の統廃合が可能となった。

この他、経済的に有利となる部分的な処理区替えを含めて検証した結果、建設費年価+維持管理費の比較で15%のコスト縮減が期待される結果となった。

4.3 他事業との連携

農業集落排水やコミュニティ・プラントだけでなく、し尿処理施設も含めて検討した。その結果、約100kl/日規模のし尿処理施設をし渣除去後、希釈して下水道放流することにより概ね55%のコスト縮減（建設費年価+維持管理費）が期待される結果となった。

すなわち、し尿の除渣・希釈施設（維持管理費には希釈水となる工業用水道料金を含む）及び下水道への放流管渠並びに受け側となる下水処理場で生じるコストの合計が従前と同様に河川放流するタイプのし尿処理施設を更新・運転するコストよりも下回り、大幅な縮減効果が可能となるものである。

4.4 過大な建設投資の抑制

長期的な人口減少動向を踏まえた経年的な流入汚水量予測を行うことにより、流入量ピークが明確となり、その後の減少傾向を考慮した建設投資の抑制が可能となる。図-4にC処理区における年次別流入汚水量を示す。

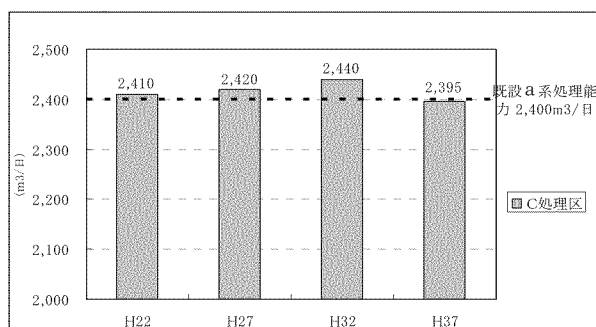


図-4 C処理区における年次別流入汚水量

汚水量は平成32年度まで漸増し、その後、汚水量原単位の伸びの頭打ちと人口減少の影響が顕著となって平成37年度には既設a系の処理能力を割り込むことが予測される。それ以前の間中年次では既設a系処理能力を超過するが、その超過量はピーク時も僅かであり、長期的にC処理区はA処理区へ統廃

合されることが有利であることから、b系の増設を回避する計画とした。

一方、上記のような増設回避をより積極的に計画したのがF処理区であり、その年次別流入汚水量を図-5に示す。本処理区の人口は既に減少局面にあり、全体計画ベースの汚水量（見直し後の全体計画区域の面整備が完了した場合の汚水量）も漸減する（F処理区については面整備途上であるため、現状では既設2池目迄の処理能力で足りている）。一方、将来的に流入汚水量が漸減しても、その減少幅は僅かであり、面整備の進捗に伴い、既設2池目の処理能力である3,400m³/日を超過することは明白である。

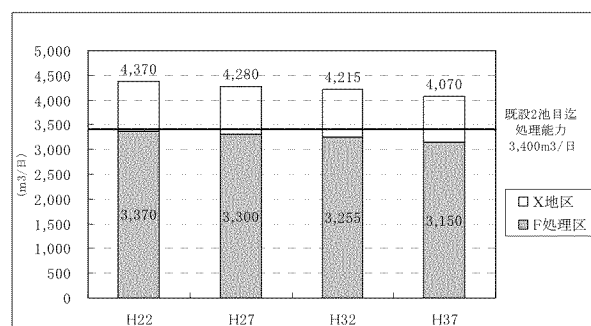


図-5 F処理区における年次別流入汚水量

ここでF処理区を有する旧F町は隣接する旧E町と市町村合併前の行政区域界が入り組んでいたため、図-6に示すとおり現状ではF処理区になっているX地区を地形勾配に準じてE処理区とすることでF浄化センターにおける3池目の増設を回避する計画とした。勿論、E浄化センターではX地区が編入されても、E処理区自体の流入汚水量が人口や汚水量原単位の見直しに伴い、減少しているため、既定計画の範囲内の処理能力で処理可能となっている。

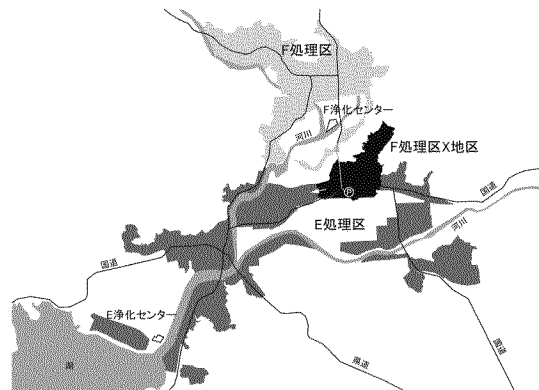


図-6 X地区（F処理区からE処理区へ）

5. まとめ

本研究は市町村合併により大小複数の処理区を有することとなった浜松市をフィールドとし、共同研究により、個別・集合処理の比較による公共下水道全体計画区域の見直し及び処理区再編計画の立案を行ったものである。このため、研究で得られた諸数値がそのまま他都市に流用できるわけではないが、計画手法そのものとその留意事項については参考になるものと考えられる。

なお、本研究では処理区再編の各種組み合わせについて統一的な視点による比較検討を行ったところであるが、実施段階の前に個々の廃止施設の撤去費用や残存価格を含めた詳細検討を行う必要があるとともに、再編計画を睨んで改築更新を進めていく必要がある。

また、公共下水道の浄化センターに比べ、維持管理が個人任せになりがちな合併処理浄化槽からの放流水が公共用水域へ与える影響のように、経済性に直接、現れて来ない要因についても定量的に評価できる統一的な手法の開発が望まれる。

そして処理区再編を実施してもなお、市内には複数の処理区が残ることとなり、これらについては汚泥集約処理の検討の余地がある。加えて、処理区再編が長期となる組み合わせについては、再編に先駆けて汚泥集約処理を先行することも有効の計画手法のひとつであると考えられる。

●この研究を行ったのは

研究第一部長
研究第一部副部長
研究第一部研究員

森田 弘昭
松葉 秀樹
阿辺山 一輝

●この研究に関するお問い合わせは

研究第一部長
研究第一部副部長
研究第一部研究員

森田 弘昭
松葉 秀樹
阿辺山 一輝