汚水処理の経営効率化に向けた事業統合事例

㈱極東技工コンサルタント　　中川邦夫

本検討事例は，人口減少下の地方自治体において，汚水処理事業の広域化・共同化の観点から，公共下水道事業および農業集落排水事業の統合検討を行い，費用対効果分析および財政収支（プライマリーバランス）を検証した。農業集落排水事業から公共下水道事業へ統合を行うことで，維持管理費の低減が見込め，統合による効果が得られた。

検討を行った地方自治体は，汚水処理事業が概成しており，また隣接する自治体との広域連携により公共下水道の処理場増設を計画しており，統合により増加する下水処理量を計画に含めることが可能であった。

Key Words　：　広域化，費用対効果分析，経営戦略，プライマリーバランス

１．はじめに

わが国の汚水処理人口普及率は，90%を超え高い普及率に到達している。しかし，地方の中小自治体においては，少子高齢化等の影響により汚水処理事業の厳しい経営環境下にあり，人口 5 万人未満の自治体においては汚水処理人口普及率 80.3%（平成 30 年度末現在）に留まっている。

現在わが国の汚水処理事業は，下水道事業と同様に，施設の老朽化による処理場や管きょ施設の更新需要の増加や維持管理費の増加，人口減少等による有収水量の減少等，厳しい財政状況にあり，これらは今後ますます加速するものと推測されている。

そこで，本検討事例では，公共下水道，農業集落排水事業および合併処理浄化槽からなる A 町の汚水処理事業において，公共下水道事業および農業集落排水事業の統合について検討を行い，その効果を検証した。

２．Ａ町の概要

A 町は，行政人口約 1 万 5 千人のうち，汚水処理人口が約 1 万 3 千人であり，公共下水道事業，農業集落排水事業，合併処理浄化槽設置整備事業の 3 事業にて，汚水処理事業の整備に積極的に取り組んできた。

A 町では，広域連携による隣接する自治体からの汚水の受け入れ，また MICS（汚水処理施設共同整備事業）による浄化槽汚泥・し尿の受け入れ等を行い，汚水処理事業の経営効率化に取り組んできた。町内の汚水処理整備は概成しており，今後，維持管理の時代へと移行していく。

A 町の汚水処理事業（集合処理）は，**表-1** および**図-1** に示すように一つの公共下水道

事業（A 処理区）と 4 地区からなる農業集落排水事業にて構成されている。公共下水道の整備は，平成 11 年から供用が開始され，平成 30 年度には管路整備が完了している。農業集落排水施設についても，平成 5 年に B 地区の供用が開始され，続いて C 地区，D 地区，E 地区が整備され，整備率は 100%である。

表-1　A町の汚水処理事業の概要(平成 28 年度現在))

汚水処理事業	公共下水道事業	農業集落排水事業			
処理区・地区名	A処理区	B地区	C地区	D地区	E地区
経過年数	17年	23年	18年	13年	7年
処理区域面積	428ha	21ha	25ha	37ha	25ha
区域内人口	9,600人	1,100人	400人	1,100人	1,000人
処理場能力	3,800m³/日	384m³/日	255m³/日	570m³/日	366m³/日
備　考	処理場能力は、水洗化率の向上および広域連携に伴い増設予定である。				

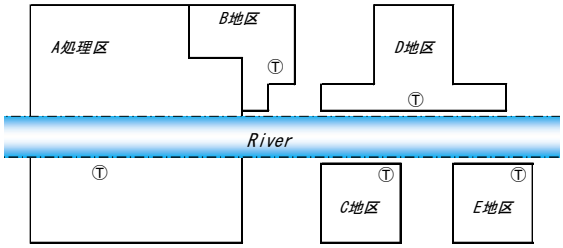


図-1　A 町の概略図

広域連携については，検討時点において汚水の受け入れが開始された直後であり，これに併せ A 下水処理場の処理能力（現況処理能力 3,800m³/日）を増強する計画であった。

A 下水処理場の処理能力は，現況 3,800m³/日（1,900m³/日×2 池）に対し，全体計画では 7,600m³/日（1,900m³/日×4 池）であり，人口減少や使用水量の減少による流入下水量の減少を考慮して，見直しを図る必要が生じていた。

なお，農業集落排水事業の区域をすべて統合すると，約 5,100m³/日の処理施設となる。

また，下水道料金については，公共下水道事業も農業集落排水事業も同額である。

３．フレームの設定（将来人口の設定）

本検討における将来フレームの設定年次は，都道府県汚水処理構想に基づき 20 年後とし，検討の基となる将来人口の推計を行った。行政区域内人口は，現況の汚水処理施設の利用状況等を勘案し，住民基本台帳による人口を基に，コーホート要因法により推計した。

表-2　現況人口と将来人口

	現況人口(人)	将来人口(人)
A処理区	9,600	7,600
B地区	1,100	900
C地区	400	350
D地区	1,100	850
E地区	1,000	750
その他	1,700	1,300
計	14,900	11,750

※将来人口は現況から 20 年後の人口とする。

処理区域毎の将来人口は，現況の処理区域内人口より各処理区域内の生活形態等は大きく異ならないこととし，現況の人口比率から推計した。**表-2** に各処理区域の現況および将来人口を示す。これより，20 年後には現在の約 8 割まで人口が減少すると推測される。

４．事業統合に向けた検討

4.1 統合検討の概要

統合については，農業集落排水事業から公共下水道への統合および農業集落排水事業間

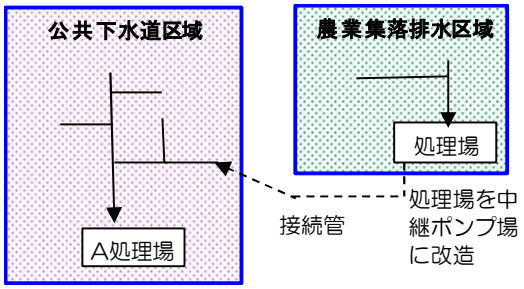
での統合について検討を行った。

（1）農業集落排水事業から公共下水道への統合

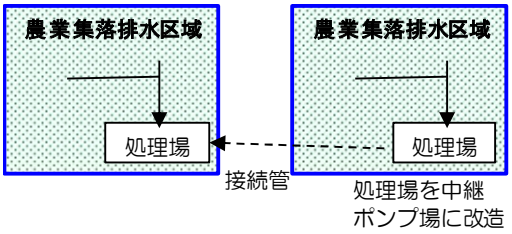
農業集落排水事業から公共下水道への接続は，農業集落排水区域の各処理場を中継ポンプ場へ改造し，そこから公共下水道区域へ汚水を送水する。なお，公共下水道区域へ送られた農業集落排水事業からの汚水は，既設の公共下水道管路施設を流下し，中継ポンプ場を経由して，A 処理場へ到達する。

（2）農業集落排水事業間での統合

農業集落排水事業の統合では，現状の処理能力を基本とし統合年次における統合の可能性を検討した。統合により廃止される農業集落排水事業の処理場は，中継ポンプ場へと改造する。



【①農業集落排水事業から公共下水道への統合】



【②農業集落排水事業間での統合】

図-2　統合モデル図

4.2 評価方法

評価は，「①農業集落排水事業から公共下水道への統合を行った場合」および「②農業集落排水事業間での統合を行った場合」とで，費用対効果分析を行った。

（1）費用（Cost）と便益（Benefit）

図-3 に示すように費用（Cost）とは統合に際して生じる建設費・改造費および統合後発生する維持管理費等であり，便益（Benefit）とは統合を行わなかった場合に生じる農業集落排水施設の更新費用と維持管理費とした。

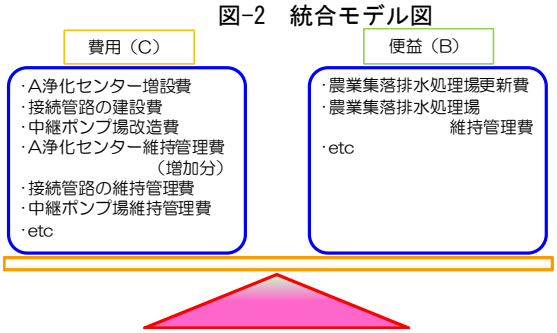


図-3　費用対効果のイメージ

（2）費用対効果分析

費用や便益は，土木・建設と機械・電気設備で耐用年数が異なるため，耐用年数で除した年あたりでの金額で評価を行った。耐用年数は，都道府県構想マニュアル [1)] に示される耐用年数を用い，建設費や維持管理費の算出についても，同マニュアル [1)] の費用関数等を用いた。

また，検討当初においては，**図-4** に示す段階的な整備計画による評価を行った。

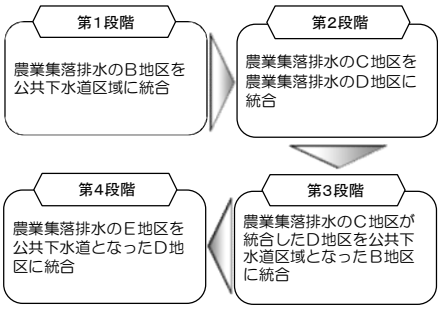


図-4　段階的整備計画フロー（当初案）

4.3 検討結果

費用対効果の検討結果を**表-3** に示す。これより，全てのケースにおいて B／C が 1.0 以上となり，統合を行うことで費用対効果が得られるという結果が得られた。この要因と

して，次のことが考えられる。

①統合時期が農業集落排水事業の電気機械設備の耐用年数に達する段階において行うよう設定しているため，電気機械設備の更新費用が生じない。

②統合により受け持つ面積が増加する汚水管きょにおいても，人口減少や上水道使用量の減少により，余裕が生じていたため，既設汚水管きょをほぼそのまま使用することが可能であった。

③公共下水道の処理場の増設に関して，現状 2 池から 3 池目の増設となるため，スケールメリットが生じるため安価となる。

以上の要因が組み合わさり，費用対効果において効果が得られたと考えられる。

なお，早期の統合が求められたため，**図-5** に示すように当初計画した段階的整備の第２，第３段階をまとめることで期間の短縮を図りつつ，整備計画の見直しを図った。

表-3　費用対効果による検討結果

B地区の再構築検討結果（B地区供用開始後25年時点）

区分	統合ケース	処理能力	経済性(C)	便益(B)	B／C	判定
公共接続	B地区 → A処理区	○	852万円/年	1,170万円/年	1.37	○採用
農集間	B地区 → C地区	×	—	—	—	×
	B地区 → D地区	×	—	—	—	×
	B地区 → E地区	×	—	—	—	×

C地区の再構築検討結果（C地区供用開始後25年時点）

区分	統合ケース	処理能力	経済性(C)	便益(B)	B／C	判定
公共接続	C地区 → B地区（公共下水道）	○	454万円/年	759万円/年	1.67	○
農集間	C地区 → D地区	○	133万円/年	759万円/年	5.71	○採用
	C地区 → E地区	×	—	—	—	×

D地区の再構築検討結果（D地区供用開始後25年時点）

区分	統合ケース	処理能力	経済性(C)	便益(B)	B／C	判定
農集間	C・D地区 → B地区（公共下水道）	○	1,001万円/年	1,524万円/年	1.52	○採用
	C・D地区 → E地区	×	—	—	—	×

E地区の再構築検討結果（E地区供用開始後25年時点）

区分	統合ケース	処理能力	経済性(C)	便益(B)	B／C	判定
農集間	E地区 → C地区（公共下水道）	○	848万円/年	994万円/年	1.17	○
	E地区 → D地区（公共下水道）	○	780万円/年	994万円/年	1.27	○採用

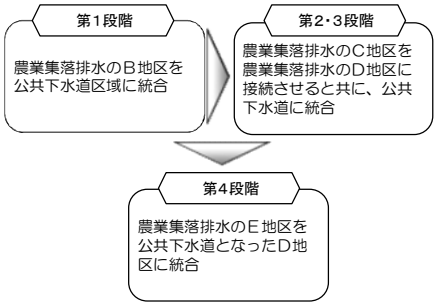


図-5　段階的整備計画フロー（最終案）

ここで，**図-6** に示すように公共下水道の A 処理場に流入する水量を，広域連携による水量増加および水洗化率を考慮して予測した結果，現状の２池では処理能力が不足することがわかった。

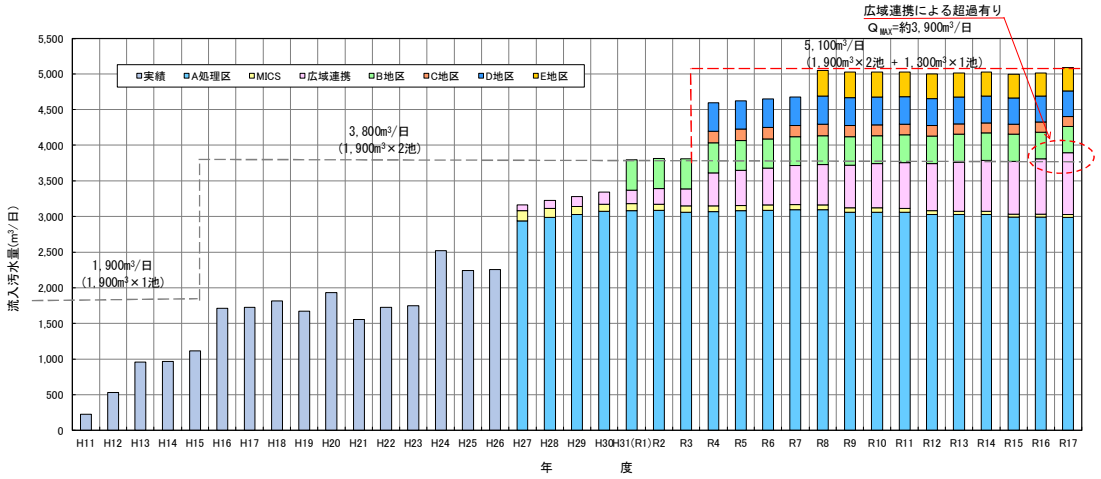


図-6　A 処理場流入水量の予測

4.4 農業集落排水処理場の利活用

統合により汚水量が増加するA処理区内の管路施設は，統合完了時には布設後 30 年を経過し，改築を必要とする路線が生じていると想定される。この時必要となるのが，対象路線における水替えであり，また中継ポンプ場の運転調整である。

表-4　日最大汚水量による貯留量の検討

地区	計画日最大汚水量 ①	貯留可能量 ②	貯留率 ①/②	貯留判定
B	370 ㎥/日	340 ㎥	109%	約1日分の貯留が可能
C	141 ㎥/日	260 ㎥	54%	約2日分の貯留が可能
D	357 ㎥/日	340 ㎥	105%	約1日分の貯留が可能
E	326 ㎥/日	605 ㎥	54%	約2日分の貯留が可能
計	1,194 ㎥/日	1,545 ㎥	77%	

D 地区については貯留量が算定出来なかったため，同規模の B 地区より想定した

そこで，農業集落排水施設の処理場を中継ポンプ場へ改造するのに併せ，水処理施設の一部を流量調整槽として改造し，利活用を図ることとした。流量調整槽は，非常時に汚水を貯留し，下流における流量を減少させるものである。計画日最大汚水量と貯留可能量の関係を**表-4** に示す。これより，B および D 地区では約 1 日分の汚水を貯留することが可能であり，C および E 地区では約 2 日分の汚水を貯留することが可能であるという結果が得られた。ただし，B 地区においては上流部に位置する C・D・E 地区，D 地区においては C・E 地区との連動が必要であり，効果的な運用方法については今後の課題である。

５．事業統合による経営効率化

5.1 経営分析指標による評価

① 収益的収支比率

収益的収支比率（**図-7**）は，料金収入や一般会計からの繰入金等の総収益で，総費用に地方債償還金を加えた費用をどの程度賄えているかを表す指標である。収益的収支比率は，統合により減少となるが，それでも90%以上と高い比率を推移している。

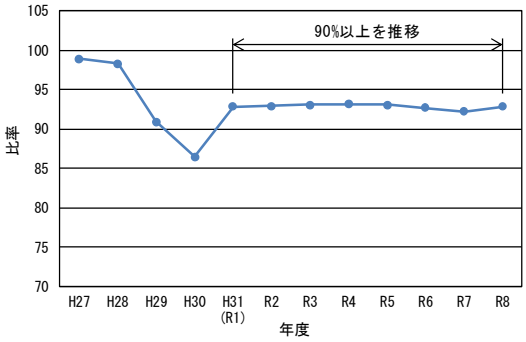


図-7　収益的収支比率

② 企業債残高対事業規模比率

料金収入に対する企業債残高の割合を示す指標（**図-8**）であり，企業債残高の規模を表す指標である。今後，建設投資額が減少するため，企業債残高は減少する。

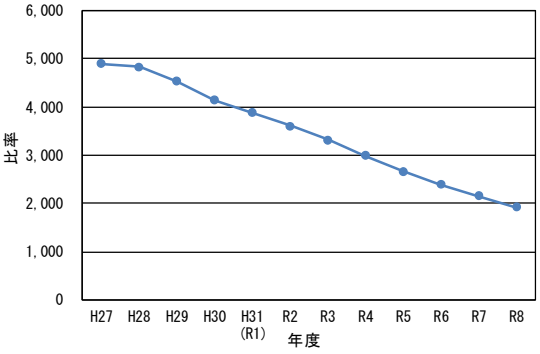


図-8　企業債残高対事業規模比率

③ 財政収支（プライマリーバランス）

財政収支とは，起債借入額を除いた収入と起債償還額を除いた支出の収支で表され，ここでプラスとなると歳出を借金に頼らず賄っていることを表し，マイナスとなると歳出を借金で賄っていることを表す。

財政収支の推移（**図-9**）より，統合に伴い接続管路や中継ポンプ場への改造に要す

る支出が一時的に増加するが，その後減少傾向となり，起債借入額も低くなる。

これより財政収支は，借入を要していたが，借入を要しない経営へと移行する。

これは，建設投資額の減少と水処理等に要する維持管理費の効率化によるところが大きいと考えられる。

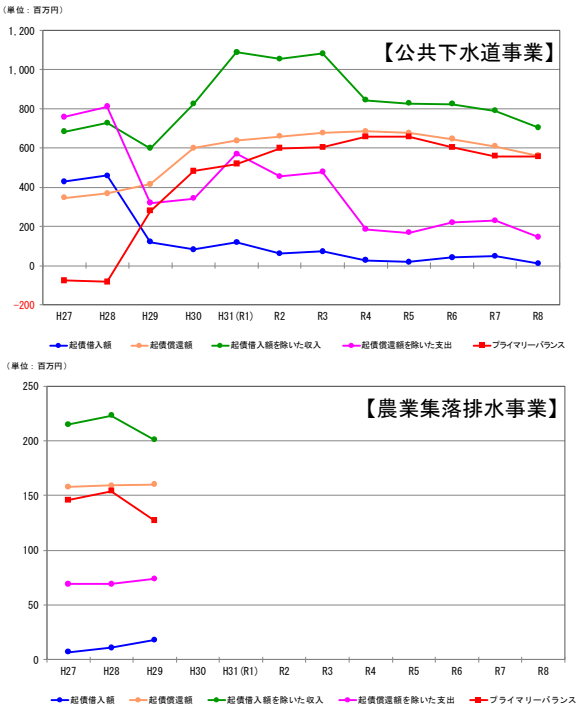


図-9　基礎的財政収支の推移

5.2 事業統合による効果

① 汚水処理費用の削減効果

農業集落排水施設の水処理等に生じる維持管理費が年間約 40 百万円生じているが，統合に伴い集約処理されるため，維持管理費は減少する。**図-10** は統合開始時から 10 年間の維持管理費の累積維持管理費である。この時点で約 2.5 億円以上の維持管理費の削減効果が見込める。

② 処理場の更新費用の効率化

農業集落排水施設の電気・機械設備の更新時期に併せて公共下水道へ統合するため，更新費用が不要となる。なお，農業集落排水施設の廃止に伴う補助金の返還については，長期利用財産の承認基準を満たすため，返還は不要である。

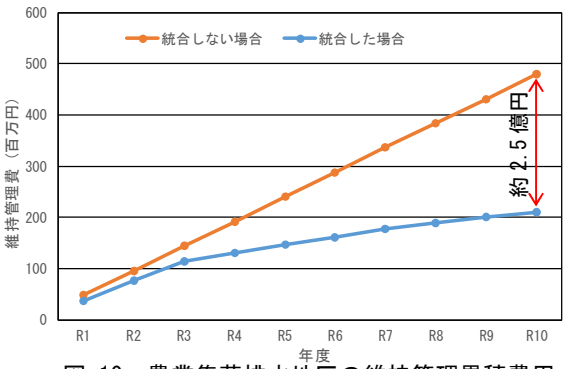


図-10　農業集落排水地区の維持管理累積費用

６．おわりに

本検討事例では，公共下水道事業と農業集落排水事業の統合について，費用対効果を元にその妥当性を検討し，さらに財政収支（プライマリーバランス）により検証を行い，公共下水道事業と農業集落排水事業の統合による効果を示すことができた。

効果が得られた要因として，汚水処理事業が概成していたということ，また，農業集落排水施設の更新時期にあったこと，そして処理場への流入下水量が当初計画より減少しており，各施設に余裕が生じていたことがあげられる。

参考文献 1）持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル，平成 26 年 1 月，国土交通省・農林水産省・環境省