

県下の資源化計画に関する共同研究 (長野県)

1. 研究の背景と目的

長野県内の下水処理場、し尿処理施設、農業集落排水施設、浄化槽等の生活排水施設は中小規模の施設割合が多く、今後、改築更新および維持管理に係る総費用は、少数の大規模施設を運用した場合と比較して割高となることが想定される。また、生活排水施設が散在しているため、汚泥の輸送に要するコストも考慮し集約処理の有効性について検討を行う必要がある。このような状況から、県内の各種生活排水施設で発生する汚泥の集約化、さらに、集約した汚泥の有効利用を図ることが求められている。このため、下水道施設を主体とした県内の各種生活排水施設の汚泥の広域処理手法やその方向性について検討し、報告書としてまとめることを目的とした。

2. 研究体制

研究体制；長野県と（財）下水道新技術推進機構の2者で実施した。

3. 研究内容

長野県は汚泥等の減容化と資源・エネルギー等への利活用プランとして「バイオマス利活用プラン2010」を策定する予定である。このプランの策定に資するため、本研究では下水道整備状況を始め、地

域が抱える汚泥処理の課題等を把握し、将来的な汚泥発生量を予測した。また、広域的な集約処理について検討を行い、汚泥集約方法、バイオマス利活用および最終処理等についての提案や検討結果を報告書にとりまとめた。

図-1に研究のフローを示す。

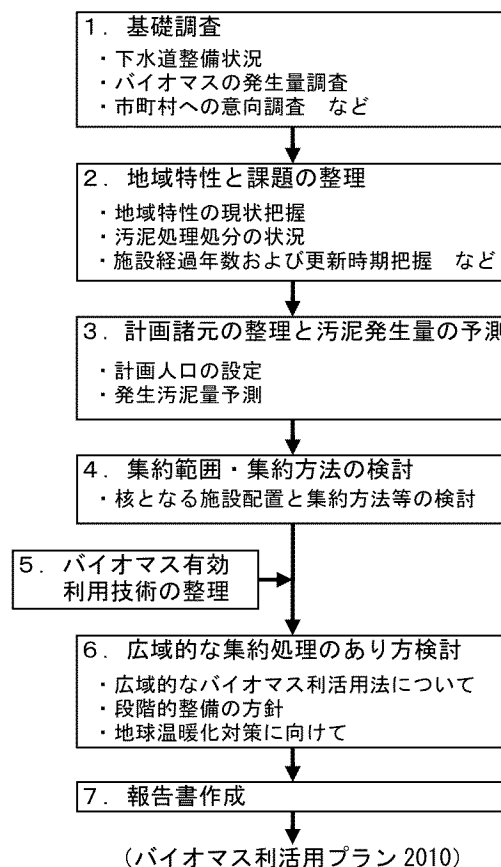


図-1 研究の全体フロー

4. 調査結果

4.1 長野県の生活排水施設の特徴と課題

(1) 整備状況

長野県の生活排水対策は、昭和24年(1949年)の飯田市公共下水道の着手に始まり、その後、全市町村において公共下水道事業、農業集落排水事業、浄化槽等による生活排水処理施設の適正な役割分担により効率的な整備を推進してきた。その結果、平成元年度末に23.8%であった汚水処理人口普及率は平成20年度末に94.0%(うち公共下水道77.4%、農業集排10.5%、浄化槽6.1%)となり、大都市を含む都府県について全国6位の整備水準となっている。なお、本県では4つの流域下水道事業が実施されている。

(2) 施設規模

図-2に県内の下水道、農業集落排水施設およびし尿処理施設の施設規模を示す。下水道施設では5千m³/日未満が65%を占めており、農業集落排水施設では全体計画処理人口で1000人未満が56%を占めている等、県内には、小規模の施設が多数存在していることがわかる。

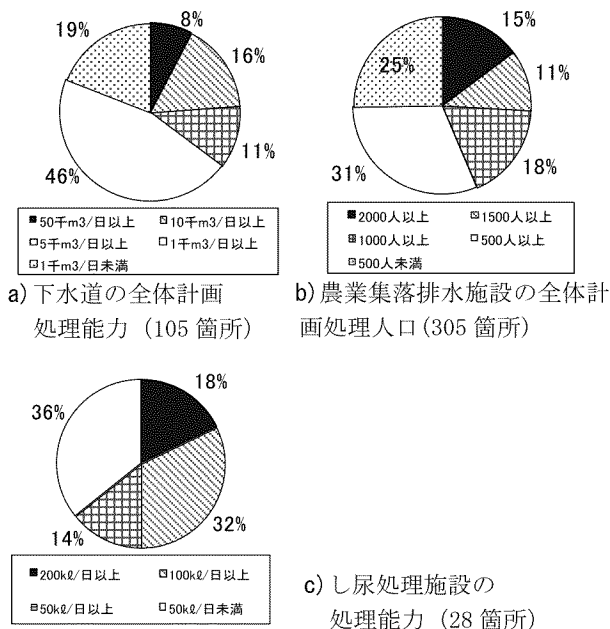


図-2 県内の下水道、農業集落排水施設およびし尿処理施設の施設規模

(3) 施設の改築更新時期

図-3に県内の下水道、農業集落排水施設およびし尿処理施設の改築更新時期の予測を示す。今後5年から15年以内に改築更新が必要な施設は、下水道で

約105箇所、農業集落排水施設で約290箇所あり、今後、多くの施設がほぼ同時期に改築更新の必要が生じるものと想定される。

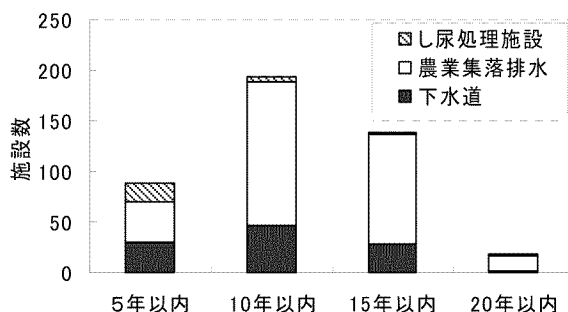


図-3 施設別改築更新時期の予測

(4) 県内の市町村の課題と取り組み

図-4および図-5に県内の市町村を対象に汚泥処理に関する課題や課題に対する取り組みを把握する目的で実施したアンケート結果を示す。課題としては、処分費が高額、処分方法・処分先が限られている、改築更新に関するものが多くみられた。これにより、汚泥の処分先が逼迫していることや、し尿処理場を含む多数の処理施設が今後ほぼ同時期に改築更新の時期を迎え、財政状況を逼迫すると想定されることについて認識が高い状況にあると言える。また、課題に対する取り組みとして、広域化の地域内検討に関する意見も多く、各市町村でもし尿、下水道、その他集合排水の連携を図った上で広域的な汚泥処理について検討する必要性があることは認識している状況である。しかし、市町村間での調整、既存施設の改築更新等の問題から取り組みができていないのが現状である。

以上のアンケート結果より、恒久的な汚泥の最終処分が実施できる方式の検討、現状の施設状況を踏まえた上での汚泥処理の集約化を行うことが必要不可欠な状況である。

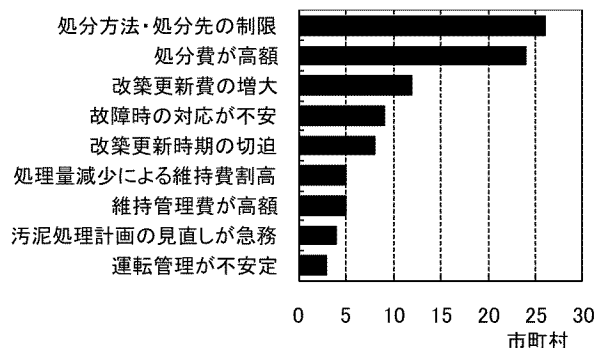


図-4 汚泥処理の課題 (有効回答: 96)

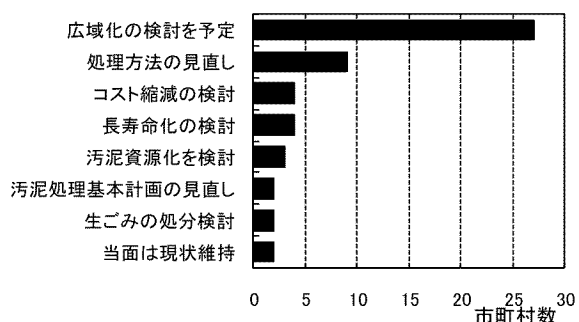


図-5 課題に対する取り組み状況 (有効回答 : 53)

4.2 汚泥の広域処理の検討

検討は地勢や地域の生活圏を考慮して、県内を10地域に分割し、今後発生が予想される計画汚泥量の設定を行ったうえで、現状の汚泥処理手法を存続した場合と、汚泥を集約して処理した場合について費用比較を行った。図-6に検討手順を示す。

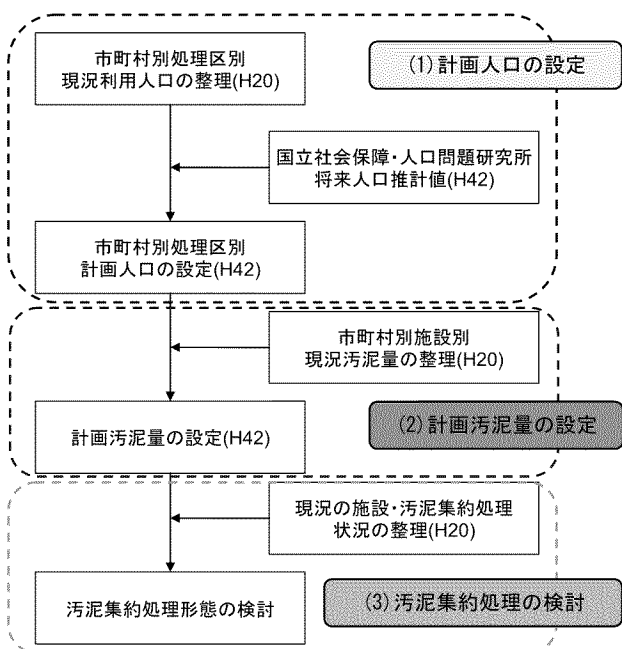


図-6 汚泥集約処理形態の検討フロー

(1) 計画人口の設定

図-7に生活圏(地域)別の現況人口および人口の将来予測値を示す。いずれの地域においても、今後、人口が減少すると予測されている。なお、地域ごとの人口推計値は、国立社会保障人口問題研究所の数値を基に設定した。また、各処理区の平成42年度までの計画人口は、人口推計値に、市町村別に実施したアンケート等から取

集した平成20年度時点の処理区別の人口比率を乗じることにより算出した。

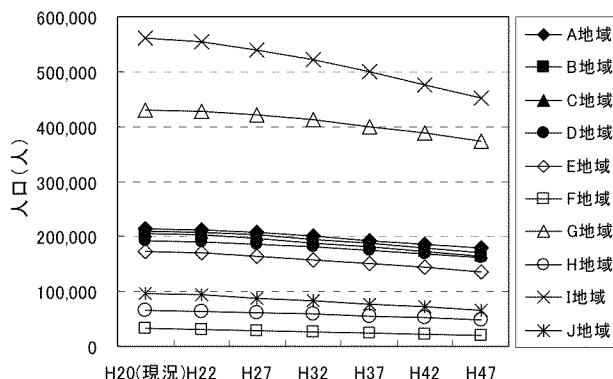


図-7 長野県内10地域の現況人口および予測値

(2) 計画汚泥量の設定

1) 現況汚泥量の算定

下水道施設および農業集落排水施設の現況汚泥量は、平成20年度の汚泥処理状況調査および農集汚泥処理状況調査に基づき、濃縮汚泥量および脱水汚泥量を現況の処理汚泥量とした。その他のし尿処理汚泥および浄化槽汚泥は、集落排水情報(平成21年3月)より県内の各し尿処理施設の値を現況の汚泥量として採用した。

2) 計画汚泥量の設定

人口は微減傾向であり、汚水処理人口普及率は一部の市町村で伸びているが、ほとんどの自治体で80%を超えているので、今後汚泥量の大幅な増加は見込めないものと思われる。また、人口は今後減少傾向にあり、平成42年には現況人口の約8割にまで減少することから、現況の処理区別計画人口および各種生活排水施設の汚泥量を基に、各種汚泥の原単位を算定し、その原単位に処理区別計画人口を乗じて、平成42年における県内の全生活排水施設の計画汚泥量を算定した。ここでは、1例として、A地域を構成しているa市からk町について計画人口、計画汚泥量の算定結果および汚泥量原単位を表-1に示

表-1 計画人口および計画汚泥量算定結果 (A地域)

市町村名	H42計画人口(人)				H42将来発生汚泥量(m ³ /日)				汚泥量原単位(L/人・日)			
	公共	農集	し尿	合計	公共	農集	し尿	合計	公共	農集	し尿	市町村全体
a市	18,867	5,808	13,171	37,846	26.5	5.8	38.0	70.3	1.40	1.00	2.89	1.86
b市	50,728	8,823	29,069	88,620	133.0	11.3	62.8	207.1	2.62	1.28	2.16	2.34
c町	1,553	422	1,979	3,954	4.8	0.4	4.5	9.7	3.09	0.95	2.27	2.45
d村	1,415	1,302	1,468	4,185	2.5	1.2	3.2	6.9	1.77	0.92	2.18	1.65
e村	651	201	2,055	2,907	1.2	0.2	3.7	5.1	1.84	1.00	1.80	1.75
f村	-	-	778	778	-	-	1.2	1.2	-	-	1.54	1.54
g村	-	-	590	590	-	-	0.7	0.7	-	-	1.19	1.19
h町	4,878	987	3,463	9,328	15.2	0.9	8.1	24.2	3.12	0.91	2.34	2.59
i町	7,011	535	9,802	17,348	38.1	0.5	28.6	67.2	5.43	0.93	2.92	3.87
j町	10,030	546	3,530	14,106	40.8	0.5	9.5	50.8	4.07	0.92	2.69	3.60
k町	2,308	2,254	1,465	6,027	4.8	1.6	4.1	10.5	2.08	0.71	2.80	1.74
計	97,441	20,878	67,370	185,689	266.9	22.4	164.4	453.7	2.74	1.07	2.44	2.44

す。

(3) 汚泥集約処理の検討

汚泥を集約する場合の検討として、県内の10地域の計画汚泥量、処理方法および地域の課題・特性を考慮して、各地域で核となる処理施設を中心に分割した地区を想定し、いくつかの集約ケースを作成して費用を算出した。

汚泥集約処理の検討にあたり、経済性の比較において計上した項目を表-2に示す。費用比較は、現況の処理方式を存続した場合と集約処理を実施した場合とした。建設および改築更新に係る費用算定は、汚泥処理施設のうち濃縮施設、消化施設、脱水施設、電気施設および焼却施設を対象とした。

汚泥輸送費は、濃縮汚泥のバキューム車による輸送、脱水ケーキのトラック輸送および送泥ポンプによる圧送の3通りを想定した。いずれの費用もバイオソリッド利活用マニュアル(平成16年 国土交通省)の費用関数を基本とした。汚泥処分費およびし尿処理施設維持管理費は、計画汚泥量および計画し尿量に、現状の単価を乗じて算出した。

(4) 費用比較結果の例 (A地域の場合)

図-8にA地域の概念図を示す。A地域は、現状の集約形態および施設規模が比較的大きく広域処理を検討する上で主要となることが想定される処理施設の位置を考慮し、3地区に分割して集約ケースを想定した。また、汚泥処分費の低減を目的として、表-3に示すようなLOTUS Projectで評価された汚泥有効利用技術を適用したケースを想定した。なお、複

数の処理場から発生する汚泥やし尿等を混合処理する際、汚泥の性状によっては汚泥調整等の設備が必要となる場合もあるが、本検討では考慮していない。

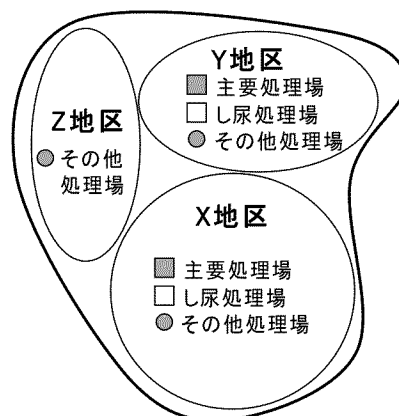


図-8 A地域の概念図

表-3 検討対象としたバイオマス有効利用技術

バイオマス有効利用技術	原料汚泥形態	生成物質	適用規模
ユニット式炭化	脱水ケーキ	活性炭化製品	7.2 t/日・基
造粒乾燥	〃	バイオソリッド ¹⁾ 燃料	20~30 t/日程度以上
低温炭化	〃	炭化汚泥	50 t/日程度以上
ガス化	〃	バイオガス	100 t/日の実績あり
亜臨界+消化	濃縮汚泥	バイオガス	30 t/日程度以上
改質+脱水+乾燥	脱水ケーキ	乾燥汚泥	50 t/日程度以上

表-2 費用比較で計上した項目

項目		現状処理を存続した場合	集約処理した場合
建設	汚泥処理施設建設費	現状の施設を存続させるため、計上しない。	受入側の処理場で、増設が必要な場合に計上する。
	汚泥処理施設改築更新費	現状の施設を更新する場合の費用を計上する。	受入側の汚泥処理施設の改築更新費を計上する。
	し尿処理施設改築更新費	現状の施設を更新する場合の費用を計上する。	汚泥減少量を考慮し、施設の改築更新費用を計上する。
	汚泥有効利用化施設	—	集約する汚泥量をベースに、施設の建設費を計上する。
維持管理	汚泥処理施設維持管理費	H42年度の計画汚泥量をベースに、現状施設の維持管理費を計上する。	集約する汚泥量をベースに、汚泥処理施設の維持管理費を計上する。
	し尿処理施設維持管理費	H42年度の計画し尿量をベースに、現状の維持管理単価実績から推計し計上する。	現在し尿処理場で処理されている汚泥量のうち、集約分を除いて、現状の維持管理単価から推計し計上する。
	汚泥有効利用化施設	—	集約する汚泥量をベースに、施設の維持管理費を計上する。
汚泥輸送費		H42年度の計画汚泥量をベースに、輸送費を計上する。	集約する汚泥量をベースに、バキューム車輸送の費用を計上する。
汚泥処分費		H42年度の計画汚泥量をベースに、現状の処分単価実績から推計し計上する。	集約する汚泥量をベースに、現状の処分単価実績から推計し計上する。なお、汚泥有効利用技術を用いた場合の汚泥処分費は、0円と仮定した。

表-4 にA地域の検討ケースと検討結果を示す。また、Case5 を例として汚泥フローおよび各段階における汚泥量を図-7 に示す。現状の処理形態を存続した Case 1 と比べ、一部又は全部を集約し、汚泥有効利用を適用した Case 2～5 は合計費用を低く抑えることができる。また、全地区の汚泥を集約し、かつ有効利用を行った Case 5 が最も安価になった。これは、Case 2～5 では、汚泥処理施設の維持管理費および汚泥輸送費は増大するものの、統合によるし尿処理施設の維持管理費および改築更新費の削減費用の方が上回っているためである。3地区全てを集約して汚泥有効利用を適用した場合（Case 5）では1,590.1百万円/年となり、現状（Case 1）の約58%にまで合計費用が削減される。また、Case2～4についても現状の処理方式に対し、約80%にまで費用が削減されることが見込まれ、全地区でなくとも集約したほうが経済的に有利となる結果となった。なお、本検討では、し尿処理場が下水処理場に統合され、廃止されることを条件としており、汚泥製品の利用や処分に係る費用は算入していない。

以上のような検討を県内の10地域を対象に実施し、いずれの地域においても、汚泥の集約処理および有効利用技術を適用することで現状と比較して費用を低減できる結果が得られた。

(5) 段階的整備の方針

段階的整備にあたっては、各地域における下水道、し尿、その他集合排水の現況の集約形態を基に、核となる処理施設や施設の改築更新予定時期から、地区間での集約化を検討する。その中で、各自治体における施設の改築更新時期を把握し、長寿命化計画を検討立案し、自治体内においても集約化・減容化の検討を行う必要がある。最終的には、地域間や流域下水道との連携による広域的な汚泥の集約処理を検討し、他のバイオマス事業との連携等を踏まえた汚泥処理基本計画の見直しを行う必要がある。なお、有効利用施設の検討に際しては、PFI方式の導入を検討するなど、整備・管理手法についても十分に検討する必要がある。本研究では今後の段階的整備計画策定の基礎資料とするため、施設別の耐用年数による改築更新スケジュールを整理した。

(6) 地球温暖化対策に向けて

地球温暖化対策のため、温室効果ガス削減や、省エネルギー対策についてもその効果を定量的に把握し、検討を進めることが重要である。本研究では通常の焼却処分（高温焼却）と、汚泥を集約化し低温炭化した場合の温室効果ガス排出量の試算を行った。この結果、通常の焼却を行った場合に対し、集約化・

表-4 A地域の検討ケースと検討結果 (百万円/年)

検討ケース		Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
集約方法		現状	X、Y、Zそれぞれで集約	X+Zを集約、Yを集約	Y+Zを集約、Xを集約	X+Y+Z全てを集約
汚泥有効利用		—	Xに炭化施設を建設	Xに炭化施設を建設	Xに炭化施設を建設	Xに炭化施設を建設
汚泥処理施設	建設費(施設増設分)	—	13.2	22.8	13.2	32.0
	維持管理費	257.7	269.1	275.2	264.7	290.5
	改築更新費	831.5	831.5	831.5	831.5	831.5
汚泥輸送費		113.7	124.2	125.9	125.7	115.2
汚泥処分費		393.0	217.6	217.6	282.7	—
し尿処理施設	維持管理費	493.5	191.1	114.1	151.5	—
	改築更新費	636.0	384.0	289.0	384.0	—
汚泥有効利用化施設	建設費	—	34.4	45.9	34.4	68.8
	維持管理費	—	126.0	168.0	126.0	252.0
合計		2725.4	2191.1	2090.0	2213.7	1590.1

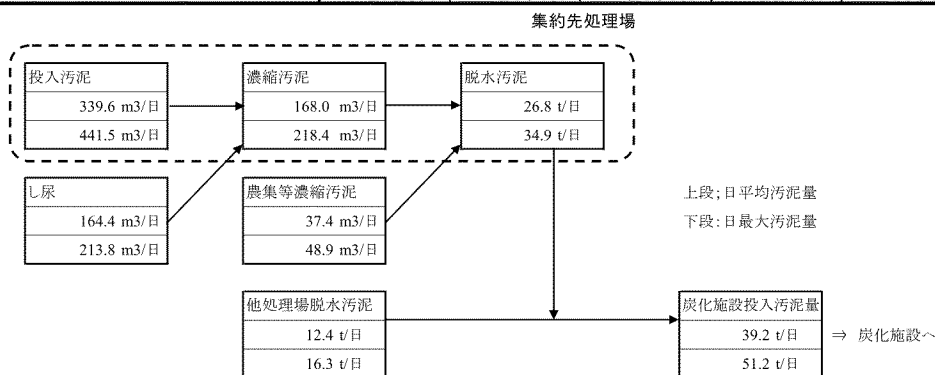


図-7 Case5における汚泥フローおよび各段階における汚泥量

有効利用した方が、温室効果ガスの排出を抑えられ、地球温暖化対策に貢献できることを確認できた。

6. まとめ

本検討において、以下の点が明らかとなった。

- 1) 長野県の特徴と汚泥処理を取り巻く課題
 - ①人口・集落が散在しており、中小の処理施設が多く存在している。
 - ②人口減少や少子高齢化等の影響で、維持管理費が高騰している処理施設が多い。
 - ③市町村合併により、1つの市町村が中小の施設を数多く管理・運営している状態である。
 - ④処分先が限定され、そこで受け入れてもらえないと処分先に困窮する。また、競争が働かないことから、処分費が比較的高い。
 - ⑤施設の老朽化が進み、改築更新が迫っている施設が多い。
- 2) 市町村の今後の取組
 - ①広域的な汚泥処理を行うための検討を進めたい。
 - ②より経費の小さな汚泥処理に変更したい。

これらを受け、本検討では県内を10の地域に分けて各種生活排水施設の集約化および連携、さらに、集約した汚泥の有効利用を図るための下水道施設を主体とした広域処理について検討を行った。その結果、山間部等の処理区統廃合が困難である地域を含むいずれの地域においても、地域内での汚泥の集約化を行うほうが経済的であること、費用が若干大きくなるが、資源化・地球温暖化に貢献できること、等が定量的に明らかとなった。また、地域間での集約を行うことについても、一定のコストメリットが働くことが分かった。

なお、本研究の成果は汚泥処理計画共同研究報告書として取りまとめた。

7. 今後の課題

今後は、本研究の成果を受けて、市町村の抱える施設の長寿命化を図りつつ、自治体内、地区内、地域内での広域化の検討を進めることが重要である。また、今回の検討では、概略の事業費を算定しているが、実際の計画策定にあたっては、汚泥集約基地の選定や輸送方法・ルート、資源化の方法、資源の利用先の模索などを具体的に地域内で検討し、より詳細な事業費に基づく実施計画を立案することが必要である。ただし、汚泥製品の有効利用施設が必要となること、受入施設側の地域の意向等の課題を今後整理する必要がある。

さらに、りんの農業利用や残渣灰の建設資材利用等、全県での連携による持続的で効率的なバイオマス活用を考えた上で、地域に合った将来の汚泥処理システム構築への更なる検討と取組を行うことも重要である。

●この研究を行ったのは

資源循環研究部長	石田 貴
資源循環研究部副部長	落 修一
資源循環研究部総括主任研究員	佐藤 博司
資源循環研究部総括主任研究員	内田 賢治

●この研究に関するお問い合わせは

資源循環研究部長	石田 貴
資源循環研究部副部長	落 修一
資源循環研究部総括主任研究員	佐藤 博司
資源循環研究部主任研究員	浦部 幹夫