

◆ 特集：下水道による水・物質の制御 ◆

下水道へのデスポーザー導入施策の費用効果分析

山縣弘樹* 吉田敏章** 森兼政行***
野口綾子**** 森田弘昭***** 藤生和也*****

1. はじめに

デスポーザーとは、生ごみを粉碎し、排水と一緒に排水管に投入する家電製品であり、アメリカでは家庭の約44%で設置されている¹⁾。一方わが国では、下水道管理者で

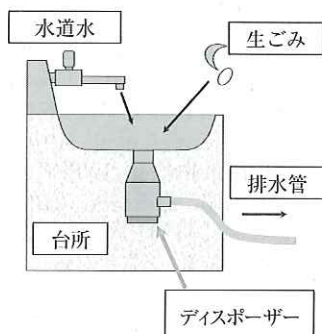


図1 デスポーザー

ある地方公共団体が、下水道施設がデスポーザーの負荷に対応していない等の理由から、下水道へのデスポーザーの接続の自粛を要請している場合が多い。しかし近年、高齢化社会におけるごみ出し労働の軽減など利便性の向上や、ごみの減量化、生ごみの分別・再生利用の手段として、デスポーザーの導入が期待されている。

デスポーザー導入の可否を判断するにあたっては、下水道システムのデメリットと、ごみ処理システムおよび地域住民のメリットを総合評価することが適切であるが、この問題が下水道システムとごみ処理システムという別分野の領域にまたがることから、総合的な検討はこれまであまり行われていない。

そこで国総研は、経済と地球環境という2つの評価軸を設定し、デスポーザー導入による下水道・ごみ処理システム及び住民生活への影響について、費用効果分析およびライフサイクルアセスメント(LCA)により総合評価する手法を開発している²⁾³⁾。この手法は、国土交通省が平成14年5月に公表した「デスポーザー普及時の影響判定の考え方(案)」⁴⁾に反映されている。

本報文は、デスポーザー導入施策の費用効果分析の考え方を概説するとともに、北海道枝幸郡歌登町におけるケーススタディの結果を報告する

ものである。

2. 費用効果分析の考え方

デスポーザー導入の費用効果分析の評価対象範囲としては、下水道事業者、清掃事業者、デスポーザー利用者、地区住民、自治体、環境が考えられる。(図-2)

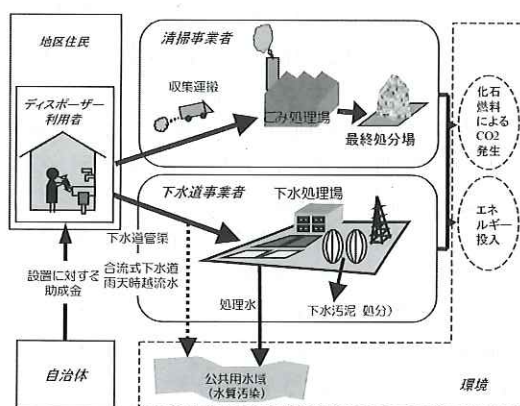


図2 費用効果分析の評価対象範囲

デスポーザー導入による各評価対象における主な費用・効果を例示すると、以下のとおり整理される。

(1) 下水道事業者

①下水道管渠:管渠の堆積量増加による維持管理費増加、②下水処理場:流入負荷増加による水処理・汚泥処理施設の維持管理費増加、及び処理能力を超過する場合の施設増設費、③合流改善:合流式下水道雨天時越流水による公共用水域への汚濁負荷の増加を防ぐために必要な合流改善施設の増設費及び維持管理費、④下水道料金:デスポーザー使用時の水道使用量に応じた下水道料金収入の増加

(2) 清掃事業者

①収集運搬:生ごみ減量化による収集運搬費用減少、②ごみ処理場:生ごみ減量化によるごみ処理場の維持管理費減少、③最終処分場:ごみ最終処分量減少による最終処分場の維持管理費減少、及び最終処分場の延命化による減価償却費の減少

(3) デスポーザー利用者

①利便性便益:生ごみが速やかに処理できることによる快適性・利便性の向上、②購入・運転費

用：デスポーザーの購入・設置費及び運転時の電力・水道料金

(4) 地区住民

①ごみ集積場の環境改善：ごみ集積場に廃棄される生ごみ量が減少することによる臭気、カラス、鳥獣被害の減少

(5) 自治体

①デスポーザー購入に対する助成費：高齢化・福祉対策等として購入に対する助成を行う場合の費用

(6) 環境

①公共用水域の水質汚染：下水処理場の処理水または合流式下水道雨天時越流水の水質悪化に対する対策を実施しない場合の公共用水域の水質汚染

②地球温暖化：下水道事業者、清掃事業者、デスポーザー利用者等からのCO₂発生量及びエネルギー投入量の増加による地球温暖化への影響

以上について、総便益から総費用を引いた差が社会的余剰となる。図-3に、費用効果分析のイメージを示す。なお、ここで企業の売上増加や雇用の創出などのフローの効果は便益として考慮していない。

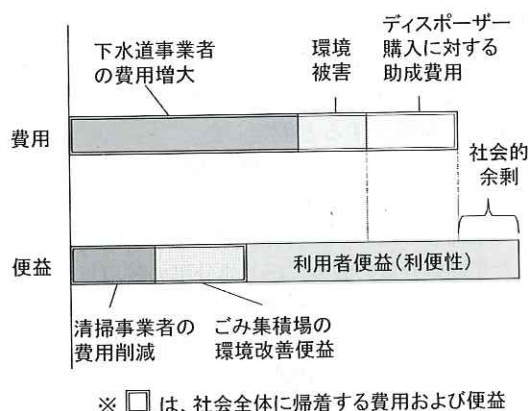


図-3 デスポーザー導入の費用効果分析のイメージ⁴⁾

3. 北海道枝幸郡歌登町におけるケーススタディ⁵⁾

3.1 歌登町の概要

歌登町は、旭川より150kmのオホーツク海寄りの北緯45°に位置する町である(図-4)。平成14年度の行政人口2,519人、下水処理区域内人口は1,986人(888世帯)であり、平成11年度までに計画区域内での下水道整備が終了している。

歌登町では、冬季のごみ出し・収集の困難さ等の背景から、町営住宅233世帯を対象に平成11



図-4 歌登町の位置

年度から14年度にかけて順次デスポーザーを設置し、一般住宅については、自己所有の住宅に居住し下水道に接続している世帯(338世帯)を対象に、平成14年7月に公募を行い、応募者(85世帯)の中から抽選で選ばれた世帯(68世帯)にデスポーザーを設置した。平成14年度時点で同町下水処理区域の約33%にあたる計301世帯でデスポーザーが設置されている。

国総研は、国土交通省下水道部、北海道、歌登町と共同で、同町を対象として、デスポーザーの導入がコストやエネルギー消費、温暖化ガス発生量の収支等の総合的な環境影響、町民生活への影響、下水道システムやごみ処理システムに与える影響等について検討することを目的として、平成12年度から15年度まで社会実験を実施している⁶⁾。

3.2 費用効果分析の方法

3.2.1 前提条件

デスポーザー導入前の下水道及びごみ処理システムの状態(平成11年度)を基に100%普及した場合の影響を仮定して推定した。

下水道は分流式であり、下水処理方法はオキシデーションディッチ法である。下水処理能力1,230m³/日であるが、平成11年度の実績667m³/日(処理人口1,767人)であり、比較的能力に余裕がある。汚泥(脱水ケーキ)・し渣は最終処分場(歌登町)で埋立処分している。可燃ごみは焼却し最終処分場(枝幸町)で埋立処分している。

3.2.2 影響推定手法

(1) 対象範囲の設定

費用効果分析の対象範囲は、デスポーザー利用者、町、清掃事業者、下水道事業者の4つを設定した。

ここでは、金銭化が困難な項目つまりごみステーション(ごみ集積場)における環境改善、CO₂発生量の増加による地球温暖化への影響については考慮して

いない。また、歌登町の下水道が分流式のため合流式下水道雨天時越流水の影響はなく、下水処理水の水質は導入前と同水準を保つように処理を行うことを前提としたため、水質悪化はないとしている。

(2) ディスポーザー投入される生ごみ量及び下水道への汚濁負荷量

ディスポーザーに投入される生ごみ量及び下水道へ排出される汚濁負荷量(BOD、SS等)は、平成12年度の歌登町での調査結果を基に、表1のとおり設定した。

表1 ディスポーザー排水の負荷量原単位⁴⁾

厨芥量	SS	BOD	COD _{Mn}	T-N	T-P
223	18.4	25.3	12.5	1.90	0.25

(単位: g/人・日)

(3) 下水道事業者

①下水道管渠: ディスポーザーの利用による管渠施設への影響としては、管内堆積物の増加による施設の腐食や下水の流下阻害が懸念されるが、ここでは単純化のために管渠維持管理における清掃費用の増加を評価対象とした。そして清掃費用は清掃延長に比例すると仮定し、清掃延長は下水のSS濃度に比例すると仮定した。

②下水処理場: 下水処理場は、100%普及の場合の負荷量が計画値以下であること等の理由により、施設の改造は不要であると判断した。

下水処理場に流入する下水の水量及び水質の変化に伴う、維持管理費の変化を推定した。具体的には、水量に比例してマンホールポンプ運転時間、塩素注入量が増加し、脱水汚泥量に比例して脱水機運転時間、薬品使用量、脱水汚泥運搬用ガソリン使用量、脱水機洗浄水量が増加すると仮定し、平成11年度の歌登町終末処理場の水量・水質・脱水汚泥量・各機器運転時間、電力費・燃料費・薬品費・水道費を基に、ディスポーザー導入後の費用増加を推定した。脱水汚泥量の算定式は、下水道施設設計指針の発生汚泥量算定式を基に式(1)のとおり設定した。除去SS量あたりの汚泥発生率(m)は、歌登町の平成11年度の実績データから求めた値(0.446)を採用した。

脱水汚泥量(t/年)=

$$\text{下水量 (m}^3/\text{年)} \times (\text{流入水 SS 濃度 (mg/l)} - \text{処理水 SS 濃度 (mg/l)}) \times 10^{-6} \times m(\%)$$

式(1)

m(%): 除去SS量あたりの汚泥発生率

また沈砂・しき量は流入水SS濃度に比例して

増加すると仮定した。

③下水汚泥処分: 歌登町では、下水汚泥を歌登町最終処分場で処分するため、下水汚泥処分費用が清掃事業者等に計上される。しかし下水道事業に起因する費用であるので、下水道事業者の費用として計上した。

ディスポーザー導入により、歌登町最終処分場で埋立処分される下水汚泥及び沈砂・スクリーンしき量が増加する。そこで、埋立処分先である歌登町最終処分場における地均しのための燃料費が年間処分量に応じて増加すると仮定した。また年間処分量の増加に応じ処分場の耐用年数(総処分量/年間処分量)が減少すると仮定し、年あたり減価償却費の増加を推定した。

④下水道料金: ディスポーザーの利用に伴う水道使用量の増加は0.02m³/日・世帯と仮定し、それに伴う下水道使用料の増加を推定した。

(4) 清掃事業者

①収集運搬: 歌登町では収集車両が1台のみなので導入後も車輛台数、収集頻度は不変とし、可燃ごみ収集における軽油使用量が可燃ごみ量の減少率に比例して減少すると仮定した。

②ごみ処理場: 枝幸地区ごみ処理場(ごみ焼却場)について、ディスポーザー導入後は可燃ごみの減少に比例して焼却処理量、稼働時間、軽油使用量、維持管理費(電力費、燃料費、水道費及び薬品費)が減少すると仮定した。

③最終処分場: 枝幸町最終処分場について、ディスポーザー導入後は焼却残渣の減少に比例して処分場での地均しのための燃料費が減少すると仮定した。また年間処分量の減少に応じ処分場の耐用年数(総処分量/年間処分量)が増加すると仮定し、処分場建設費の年あたり減価償却費の減少を推定した。

(5) ディスポーザー利用者

1) 利便性便益の推定方法

①CVMの適用

利便性便益の評価手法は、仮想評価法(CVM; Contingent Valuation Method)を適用した。CVMとは、環境質の向上に対する被験者の支払意思額(WTP; Willingness To Pay)をアンケート調査により把握することにより、環境質の向上の価値を評価する手法である⁷⁾。

②調査方法

アンケート対象世帯は、平成12年度にディスポーザーが設置されているすべての住宅(112世帯)と、ディスポーザーが設置されていない下水道整備区域内住民から選挙管理人名簿を用いて無作為に抽出した140世帯である。調査方式は、訪問面接

調査とした。実施時期は、平成12年12月である。

③調査票の設計

ディスポーザーによる利便性を享受することに対するWTPを尋ねるために、シナリオとしては「ディスポーザーを町から借りるために支払う料金」という形をとった。評価対象が電気製品の利用に伴う効果であるため、価格が明らかに被験者に意識されるが、WTPを計測するために、被験者が支払ってもよいと思う最大の金額を回答する必要がある。そこで、ディスポーザー本体の費用に加えて、ディスポーザーの利用に伴う影響に対応するための費用も負担するというシナリオとした。アンケート調査票中のWTP設問部を図-5に示す。質問形式は支払カード方式を採用し、提示金額はどちらの場合も、100円、200円、500円、1,000円、1,500円、2,000円、3,000円、4,000円、5,000円、「それ以上(月あたり 円)」、「料金がいくらであっても、借りたくない。」とした。

あなたの御家庭にディスポーザーがない状態を、想定してください。

そして、町に届け出ることによってのみ、ディスポーザーを借りて、使うことができますとします。(町が、下水道施設への影響に対応しなければならないためです)

料金がいくらであれば、ディスポーザーを借りようと思いますか?

下に示されている料金の中から、借りてもよいと思う最大の額を選んでください。

ただし、町に支払われる料金は、ディスポーザー本体の費用だけでなく、下水道に入る生ごみを処理し、水環境に影響がでないようにするためにも使われます。

図-5 ディスポーザー利用世帯に対するWTP設問部

④結果

辞書的選好等の無効回答を除いた上で、ノンパラメトリック法による推定方法⁷⁾を適用してWTP代表値を推定した。選択された金額の解釈としては、2つの考え方を採用した。つまり、選択された金額が回答者のWTPに等しいとする考え方(以下「一点WTP」と、回答者のWTPが選択された金額と次に大きい金額との間に存在してその金額間に存在する確率分布が一様であるとする考え方(以下「区間WTP」)である。

利用世帯と非利用世帯とを含めた全体の受諾率曲線を、図-6に示す。階段状の太い実線が「一点WTP」の場合の受諾率曲線であり、折れ線状の細い実線が「区間WTP」の場合の受諾率曲線である。利用世帯、非利用世帯、及び全体について推定されたWTP代表値(平均値)及び中央値(受諾率50%でのWTP)は表-2のとおりである。

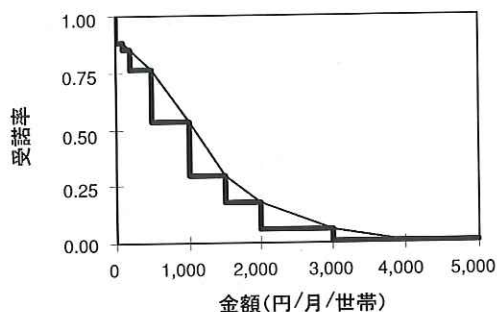


図-6 全体の受諾率曲線

表-2 利用者・非利用者・全体のWTP代表値
(単位:円/月・世帯)

	利用者	非利用者	全体
一点WTP	950	1,030	990
[中央値]	[500]	[1,000]	[1,000]
区間WTP	1,200	1,260	1,230
[中央値]	[980]	[1,140]	[1,070]

費用効果分析に用いる利便性便益の設定にあたっては、非利用者に比べディスポーザーの効用を認識していると考えられる利用者のWTPを採用する。また区間WTPに比べより控えめな値である一点WTPを採用する。平均値と中央値のどちらを採用するかについては諸議論があるが、ここでは評価額を費用効果分析に用いるので、平均値(950円/月/世帯)を採用することにする。

2) 運転費用: ディスポーザーを利用する際に生じる費用(水道料金、下水道使用料、電気料金)である。ディスポーザー製造会社のパンフレットを基に使用水量を0.02m³/日・世帯、使用電力を0.5kWと設定し、1分あたり使用水量(0.008m³/分)から1日あたり使用時間(2.5分/日)を設定した。そして歌登町の水道料金、下水道使用料、電力料金を基に費用増加を推定した。

(6) 町

①購入設置: 対象地域ではディスポーザーが公的に設置される場合を想定し、町が平成12年度までのディスポーザーの購入及び町営住宅への取り付けに要した費用(68,000円/台)を計上した。ただし、耐用年数9年(ディスポーザー製造会社パンフレットより設定)及び割引率4%により年度あたりの費用に換算した。

3.3 結果

3.3.1 下水道事業者と清掃事業者の収支比較

表-3に示すように、下水道事業者の維持管理及び減価償却費用は2%増加し、清掃事業者の同

表-3 歌登町における下水道事業者と清掃事業者の費用推定（＋は費用増加）

大項目	小項目	内訳	普及前 ① (百万円/年)	100%普及 ② (百万円/年)	増加額 ③=②-① (百万円/年)	増加率 ④=③/①
下水道事業者	管渠	維持管理費	0.7	0.9	+0.2	+24%
	処理場	維持管理費	15.5	15.8	+0.3	+2%
	最終処分場 (歌登町)	維持管理費	5.7	5.7	+0.0	+0%
		減価償却費	35.0	35.7	+0.8	+2%
	小計		56.8	58.1	+1.2	+2%
清掃事業者	ごみ収集・運搬	維持管理費	24.7	24.7	-0.0	-0%
	ごみ焼却場	維持管理費	28.9	28.7	-0.1	-0%
	最終処分場 (枝幸町)	維持管理費	12.3	12.3	-0.0	-0%
		減価償却費	29.4	29.4	-0.05	-0%
	小計		95.3	95.1	-0.2	-0%
合計			152.1	153.1	+1.0	+1%

表-4 歌登町における費用効果分析（＋は便益、－は費用）

主体	項目	金額 (百万円/年)	金額〔主体別〕 (百万円/年)
ディスポーザー利用者	利便性便益	+10.1	+8.9
	運転費用	-1.3	
歌登町	ディスポーザー購入・設置費	-7.1	-7.1
下水道事業者	費用増加の合計	-1.2	-0.8
	水量増加による下水道使用料収入増加	+0.5	
清掃事業者	費用削減の合計	+0.2	+0.2
	合計（社会的余剰）	+1.2	

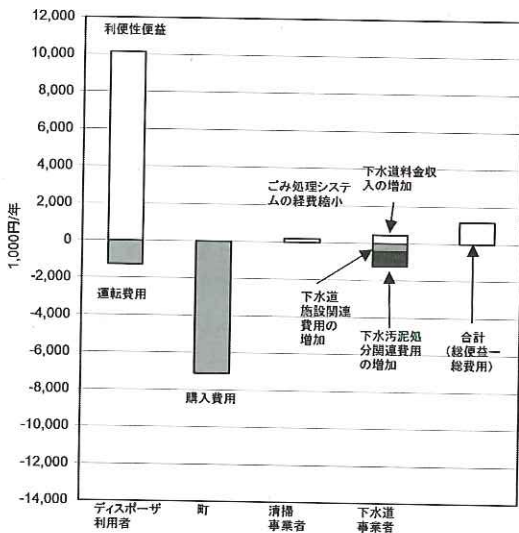


図-7 歌登町における費用効果分析

費用はほぼかわらず、全体の費用は1%増加する。

3.3.2 利便性便益を含めた総合評価

下水道事業者、清掃事業者、ディスポーザー利用者、町を含めて費用効果分析を行った結果を表-4および図-7に示す。利便性便益が費用増加に卓越しているため、社会的余剰は正となる。

4. まとめ

4.1 歌登町でのケーススタディの知見

下水道整備区域でディスポーザーが普及した場

合の効果影響について、北海道歌登町をモデル地域として導入前(平成11年度)の下水道・ごみ処理システムの現況を基に費用効果分析を用いて評価を行った。効果影響を受ける主体として、ディスポーザー利用者、町、清掃事業者、下水道事業者を設定し、費用効果分析を行い、以下の知見を得た。

- 1) 歌登町ではごみ収集、処理が小規模でそのコスト低減の余地があまりないため、下水道への負荷増加に伴う下水道事業の費用増加が、可燃ごみの削減に伴う清掃事業の費用削減を上回った。
- 2) CVMによりディスポーザー利用者の利便性に対するWTPを計測したところ、利用世帯と非利用世帯との間に大きな差は見られず、利用者のWTPの平均値として950円/月/世帯という値が得られ、町全体で年間1千万円余の利便性便益が見込まれた。

4.2 今後の研究課題

4.2.1 他地域における影響検討

今回のケーススタディの結果は仮定に基づく試算結果であり、地域条件等により異なる結果が導かれることもあり得る。特に、歌登町での検討を通して下記の地域条件は効果影響に大きな影響を及ぼすと判断される。

(1) 下水道事業者

- ・下水道施設の余裕（余裕が十分であれば、施設増設の必要がない）
- ・下水汚泥の処理形態（下水汚泥が焼却されず埋

- 立処分されているならば、処分経費がより増加)
- 下水汚泥の有効利用状況 (コンポスト化等有効利用がなされていれば、処分経費が不要)

(2) 清掃事業者

- 清掃事業の規模 (規模が大きければ、コスト削減の余地があり、費用削減効果が高まる)

4.2.2 生ごみ分別手段としてのデスポーザーの効果の検討

食品廃棄物の再生利用の観点から、生ごみの分別収集が注目されているものの、まだ実用化は進んでいない。そこで利便性の高いデスポーザーの導入により分別を進めることが期待できる。下水道研究室では、歌登町において、分別収集との比較により、デスポーザーによる生ごみ回収効果について検討を行っている。

4.2.3 未計測便益・費用の検討

(1) 合流改善費用の増加

歌登町は分流式のため考慮しなかったが、古くから下水道整備を進めてきた都市では合流式下水道を採用しているところが多い。合流式下水道雨天時越流水による公共用水域への汚濁負荷が、デスポーザーによりどの程度増加するか、また増加させないための対策費用 (合流改善施設の増設) について検討を行う必要がある。

(2) ごみ集積場の環境改善効果

ごみ集積場の環境改善効果はカラス被害の軽減等の点で期待されている。歌登町を対象とした平成14年度の調査では、ごみ集積場の環境改善効果に対する認識は利便性の向上に比べ低いという結果が得られている⁸⁾。しかし、歌登町は平均気温が低くごみが腐敗しにくいことが考えられるため、より大量の生ごみが廃棄される都市部でどの程度の効果があるかについて、今後調査を行う必要がある。

(3) 地球温暖化への影響

CO₂発生量増加による環境負荷増加についても費用として計上すべきである。今後 LCA での評価結果を基に、CO₂負荷量の増加が予想された場合は、これをコスト換算する必要がある。

参考文献

- 1) 山縣弘樹、野口綾子、森田弘昭: 米国におけるデスポーザー普及率と下水管渠清掃頻度の関係の考察、第40回下水道研究発表会講演集、pp.246-248、日本下水道協会、2003.7
- 2) 森田弘昭: 下水道へのデスポーザー導入社会実験、土木技術資料、Vol.44、No.11、pp.60-65、2002.11
- 3) Ayako Noguchi, Tomoyuki Hamada, Hiroki Yamagata, Hiroaki Morita: Impacts of Food Waste Disposers on Sewage Systems, ASIAN WATERQUAL 2003, International Water Association, 2003.10
- 4) 国土交通省都市・地域整備局下水道部・国土技術政策総合研究所下水道研究部: デスポーザー導入時の影響判定の考え方 (案)、平成14年7月 <http://www.mlit.go.jp/crd/city/sewerage/information/disposer/disposer02.html>
- 5) 吉田敏章、山縣弘樹、森田弘昭: 北海道歌登町におけるデスポーザー導入の費用効果分析に関する研究、環境技術、Vol.32、No.12、環境技術研究協会、2003.12 (掲載決定)
- 6) 建設省都市局下水道部: 歌登町下水道デスポーザー社会実験について (記者発表資料)、平成12年7月、<http://www.mlit.go.jp/crd/city/sewerage/information/disposer/000710.html>
- 7) 肥田野登: 環境と行政の経済評価 CVM (仮想市場法) マニュアル、勁草書房、1999.12
- 8) 山縣弘樹、吉田敏章、濱田知幸、野口綾子、森田弘昭、三谷哲也: 生ごみの分別手段としてのデスポーザーの効果および利便性評価、第31回環境システム研究論文発表会講演集、土木学会、2003.10

山縣弘樹*



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室研究官
Hiroki YAMAGATA

吉田敏章**



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室研究官
Toshiaki YOSHIDA

森兼政行***



中央復建コンサルタンツ(株) (元 下水道研究室交流研究員)
Masayuki MORIKANE

野口綾子****



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室研究官、農博
Ayako NOGUCHI

森田弘昭*****



国土交通省都市・地域整備局下水道部下水道事業課町村下水道対策官 (前 下水道研究室室長)、工博
Hiroaki MORITA

藤生和也*****



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室室長
Kazuya FUJII