

1. 下水道事業調査費による研究

1. 高濃度生活排水等の受け入れ基準に関する調査

下水道研究官		高橋正宏
下水道研究室	室長	森田弘昭
	研究官	森 一夫
	研究官	吉田綾子
	研究員	濱田知幸
下水処理研究室	研究官	竹歳健治
	研究官	斎野秀幸

1. はじめに

直投型ディスポーザーの導入は、下水道システムを活用した生ごみの収集・処理技術として、住居やごみ収集場の環境改善、ごみ出し労力の削減による高齢者の福祉対策などに寄与すると考えられる。しかし、一方で、生ごみの粉碎物をそのまま下水道へ流入させることとなるため、下水管渠内の堆積物の増加、下水処理場への過剰負荷、汚泥の増量など下水道システムへの影響が懸念される。また、合流式下水道の場合、雨天時に生ごみの一部が河川に流れることとなり水環境への悪影響が懸念される。従って、直投型ディスポーザーの導入には、下水道施設・ゴミ処理施設への影響や地域全体の環境への影響評価など総合的な評価に基づく判断が必要といえる。

本調査では、下水道システムにおける直投型ディスポーザーの導入に対応した技術基準を提案することを目的として、ディスポーザー導入による下水道施設（管路施設および処理施設）への影響評価を実施した。

2. 調査地域概要

調査対象地域である歌登町は、人口 2,519 人、下水道処理区域内人口は 1,986 人（平成 14 年度末）の北海道北部に位置する南宗谷管内に属する町である。歌登町では、下水道処理区域内の整備率は平成 11 年度に 100%に達し、全町の人口普及率は約 80%であり、下水道終末処理場の水処理方法は OD 法を採用おり、計画 1 日最大汚水量は 1260m³/日、平成 14 年 3 月の実測値では日平均 736 m³/日となっている。なお、下水の排除方式は分流式である。

本地域では、平成 11 年度より下水道処理区域内の一部の一般家庭にディスポーザーを設置し、平成 12 年度より下水道およびごみ処理下水道システムやごみ処理システムに与える影響を評価するとともに、地域全体の費用効果分析、LCA 等の総合的な評価を行う社会実験を実施している¹⁾。現在（平成 14 年度末）、下水道処理区域内の 301 戸の住宅にディスポーザーが設置されている。ディスポーザーの設置状況を表 1 に示す。

表 1 ディスポーザーの設置状況

年度	ディスポーザー 設置戸数 (戸)	ディスポーザー 設置人口 (人)	ディスポーザー 人口普及率 (%)	下水道接続 人口 (人)
平成11年度	50	80	4.5	1,767
平成12年度	114	212	11.8	1,803
平成13年度	181	323	18.1	1,788
平成14年度	301	639	35.7	1,791

3. 管路施設への影響評価

(1) 本年度の調査概要

下水管渠内には何らかの理由で土砂等が堆積する場合がある。ディスポーザーを設置した場合、生ごみの粉碎物が管渠内に堆積し、堆積物量が増加する恐れがある。本調査では、ディスポーザーの設置を開始した平成 11 年度から TV カメラによる管渠内調査を行っている。これまでの調査により、ディスポーザーを設置した町営住宅の下流管渠（住宅～処理場区間の管渠）では、ディスポーザーを設置後に生ごみ由来と考えられる貝殻、卵殻（以下、堆積物）が堆積していることがわかっている。

平成 14 年度は、昨年度に引き続き TV カメラによる管渠内調査を行うとともに、管渠の勾配調査、管渠内の物質収支を求めめるため堆積物の無機成分分析、ビデオカメラによる堆積物の定点観測を行った。

TVカメラによる管渠内調査では、堆積箇所での単位長さ当たりの堆積物量を算出した。また、堆積物の増加による管渠閉塞の可能性を推定するために管渠の未清掃期間と堆積物量の関係を整理し、管渠清掃後、どの程度の期間で堆積物が増加するか検討した。さらに、管渠側面の付着物についてもディスポーザー一設置、未設置地区ともに調査した。

また、TVカメラによる管渠内調査の過程で堆積物の増加は必ずしも時間的に一定ではなく、観測期間中に掃流されている可能性が考えられた。そこで、堆積物の発生状態を連続的に観測するために、ビデオカメラを固定して定点観測調査を実施した。

調査対象地区を図1に示した。調査は、町営団地のA～CおよびE地区（A：若葉団地、B：光南団地、C：新栄団地、E：檜垣団地）と下流の幹線管渠であるD地区（下流幹線）で実施した。なお、C,D地区はディスポーザー未設置地区である。

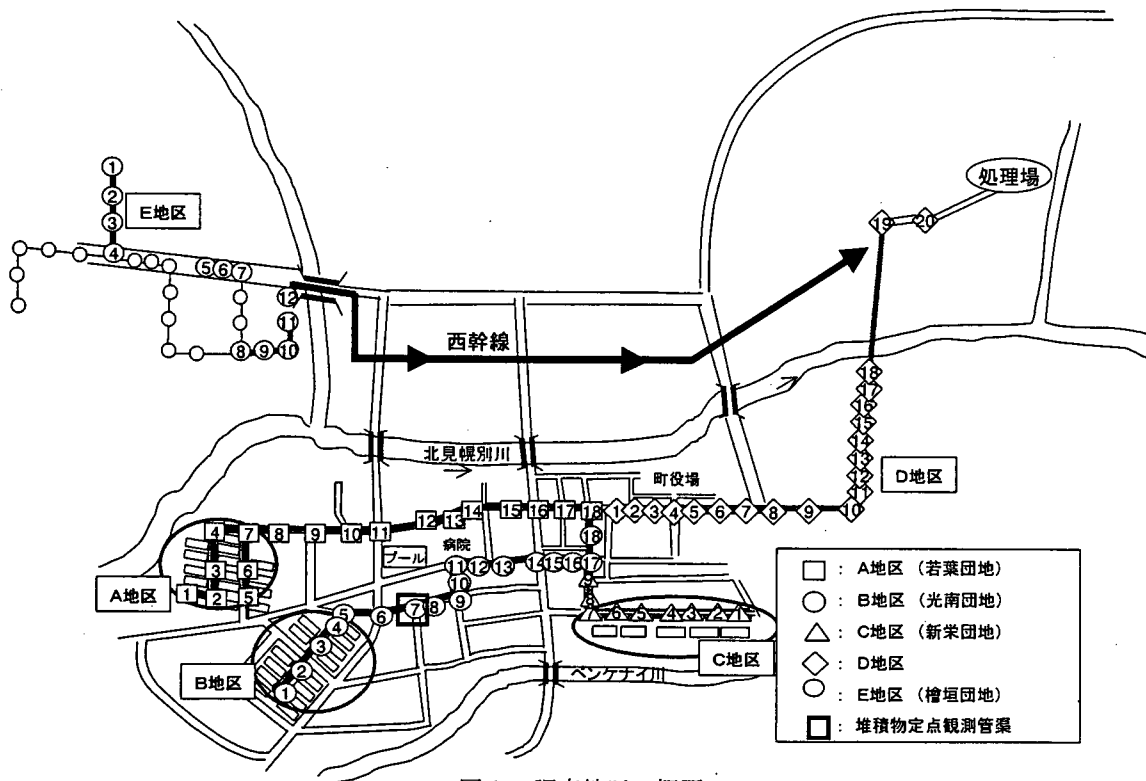


図1 調査地区の概要

(2) TVカメラによる管渠内調査

【調査方法】

調査対象地区の管渠上流マンホール側で止水プラグを用いて下水をせき止めたあとに、管渠内にTVカメラを導入し、流下方向に向かって自走させ、管渠内を撮影した。なお、観測時には上流側の下水は滞留させたままとした。

堆積物量の算出方法は以下の通りである。TVカメラ映像中の管渠の継ぎ目部分の堆積幅と内径を求め(図2)、式(1)(2)から単位長さ当たりの堆積物量、堆積深を算出した。なお、調査対象管渠の内径は、管渠

$$\text{単位長さあたりの堆積量} = D^2 / 4 \sin^{-1}(H/D) - H / 4 \sqrt{D^2 - H^2} \dots \dots \text{式 (1)}$$

$$\text{単位長さあたりの堆積深} = D/2 - D/2 \cos((\sin^{-1}(H/D))) \dots \dots \text{式 (2)}$$

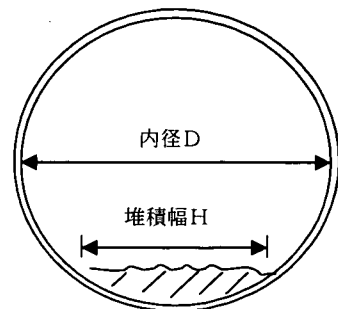


図2 管渠内堆積物量の推計方法

台帳から把握した。

昨年度までの調査を含め調査時期、対象管渠延長等を表2にまとめた。なお、表2の調査地区および人孔番号は図1示した通りである。A地区では、管渠の清掃後、どの程度の期間で堆積物が増加するか把握するため、調査毎に高圧洗浄にて堆積物を完全に除去し、定期的に調査を実施している。

表2 TVカメラ調査の概要

調査地区	調査番号	調査日	調査区間 人孔番号	延長(m)	未清掃 期間(月)	備考
A	①	H11.8	1~8	389	84	ディスポーザー未設置
	②	H12.8	1~16	817	12	ディスポーザー設置済 (H11.8設置)
	③	H13.6	1~18	895	6	
	④	H14.8	1~18	895	10	
	⑤	H14.9	1~18	895	0.5	
	⑥	H14.12	1~18	895	3	
	⑦	H15.3	1~18	895	3.3	
B	⑧	H12.8	1~11	430	60	ディスポーザー未設置
	⑨	H13.6	1~19	733	9	ディスポーザー設置済(H12.9設置)
C	⑩	H13.6	1~10	344	6	ディスポーザー未設置
D	⑪	H14.8	1~20	878	48	A,B,C地区の汚水が流入 (下流の幹線管渠)
E	⑫	H14.8	1~4, 5~7, 8~12	563	96	ディスポーザー未設置

【結果および考察】

1) 堆積物

H11年度から本年度までの堆積物量に関する調査結果を表3にまとめた。ディスポーザー設置および未設置時に調査を行っているA,B地区では、ディスポーザー設置前にはA地区では $0.006 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{m}$ の堆積物がみられたものの、B地区では全く堆積物はみられなかった。しかし、ディスポーザー設置後、A,B地区ともに堆積物が $0.022 \sim 0.110 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{m}$ 堆積し、管渠閉塞率は1.1~3.1%であった。なお、ディスポーザー設置後に確認された堆積物は、卵殻を中心とした生ごみ由来のものであった。つぎに、ディスポーザー未設置地区であるC,E地区についてみると、 $0.04 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{m}$ および $0.20 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{m}$ の堆積物が確認され、管渠閉塞率は1.3%および6.1%であった。そこで、堆積物が多く確認されたE地区において、調査時に同地区内の人孔(番号11:図1参照)より堆積物を採取し、組成調査を行った。その結果、堆積物の大半は土砂と思われ生ごみ由来のものは確認されなかった。

表3 管渠内堆積物量

調査地区	A地区							B地区	C地区	D地区	E地区	
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	①	①	
調査番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	①	①	
ディスポーザー 設置状況	未設置	設置						未設置	設置	未設置	設置	未設置
調査日	H11.7.14	H12.8.29	H13.6.12	H14.8.19	H14.9.4	H14.12.3	H15.3.11	H12.8.29	H13.6.13	H13.6.12	H14.8.6	H14.8.6
調査延長(m)	389	817	928	895	895	895	895	430	734	344	878	563
未清掃期間(月)	84	12	6	10	0.5	3	3.3	60	9	108	48	96
堆積箇所数	4	50	108	145	53	82	127	0	82	11	89	7
堆積延長(m)	7.8	82.7	122.6	110.7	41.6	63.9	110.3	0	72.3	26.2	97.8	59.4
総堆積物量(m^3)	0.003	0.080	0.102	0.060	0.020	0.032	0.037	0.000	0.074	0.014	0.109	0.114
管渠閉塞率(%)*1	1.0%	3.1%	2.6%	1.7%	1.5%	1.6%	1.1%	0.0%	3.0%	1.3%	2.3%	6.1%
単位堆積物量($10^{-3} \text{m}^3/\text{m}$)*2	0.006	0.098	0.110	0.066	0.022	0.035	0.041	0.000	0.101	0.041	0.124	0.203

*1管渠閉塞率 : 総堆積物量(m^3)/堆積延長(m)/管渠断面積(m^2)

*2単位堆積物量 : 総堆積物量(m^3)/調査延長(m)

処理場に近い下流幹線であるD地区では上流地域のA~C,E地区よりも流速が速く設計²⁾されていることから、当初堆積は発生しないと予想していたが、 $0.12 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{m}$ の堆積物が確認され、管渠閉塞率は2.3%

と比較的高いことがわかった。さらに、この区間の堆積物はポンプ場の直前で最もその堆積量が多いことがTVカメラの映像から読みとれた。この区間の管渠勾配は下流で一部2.6‰と緩勾配の箇所がみられるが、その前後は5‰とほぼ一定に設計されている。しかし、この区間は、ポンプ場の直上流となっており、ポンプ圧送能力以上の雨天時浸入水により下水が管渠内に滞留し、流速が低下することが予想され、これが堆積の原因の一つと考えられた。また、

この区間の堆積物については、目視によると堆積物のほとんどが土砂であり、若干の生ごみが混入していた。なお、同時期にこの区間から186m下流の処理場手前のポンプ場内の堆積物を採取し、内容物の調査を行った結果、堆積物の内容は、土砂86.5%、生ごみ8.0%、その他2.3%であった。

つぎに、ディスポーザー設置地区では、管渠の清掃後にどの程度の期間で堆積物が増加するか把握するため、ディスポーザー設置後、最も長期間継続して調査を実施してきたA地区にて、未清掃期間と堆積物量の関係を検討した(図3)。その結果、管渠単位長さあたりの堆積物量は、未清掃期間が長いほど増加する傾向はみられるものの、未清掃期間が6カ月以上になると必ずしも未清掃期間が長いほど堆積物量が多いとはいえず、堆積物は管渠内で増加し続けるのではなく掃流される可能性があることが示唆された。雨天時の流入下水量は晴天時の2倍に達することが処理場の流入水量のデータから確認されていることから、不定期に発生する下水量の増加が堆積物の増加し続けられない原因の一つと考えられる。このため、定点における堆積物の経時的な挙動を現場で確認することとした。

2) 付着物

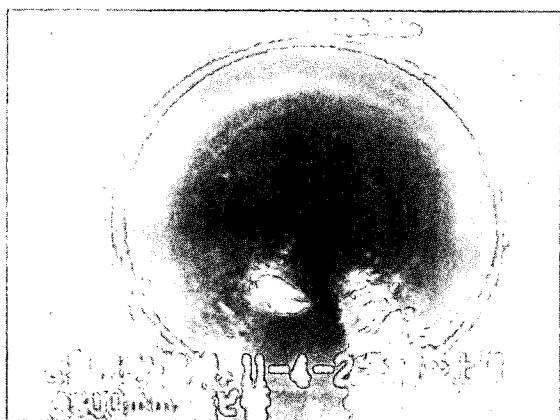


写真1 A地区（設置地区 2002年8月撮影）

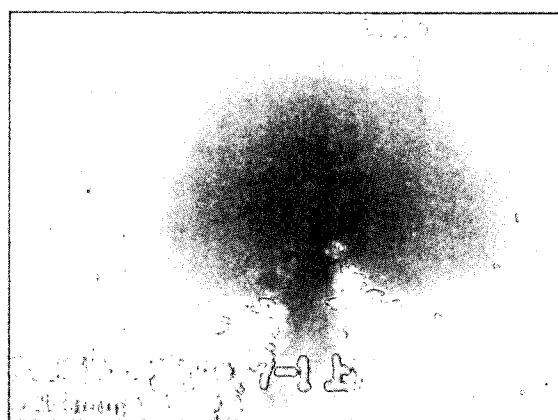


写真2 E地区（未設置地区 2002年8月撮影）

写真1はディスポーザー設置地区であるA地区、写真2はディスポーザー未設置地区であるE地区の管渠内の映像である。いずれも管渠側面に付着物があることが確認できる。

昨年度までの調査結果では、管渠側面のこのような付着物はディスポーザー設置前にはみられなかったため、ディスポーザーの設置により付着物が発生したと考えていた。しかし、ディスポーザー未設置地区でも同様の付着物が確認されたことから、付着物の発生はディスポーザー設置が原因とは必ずしもいえない。また、昨年度までにディスポーザー設置地区の付着物の主な成分は生物膜であることがわかっているが、今回、未設置地区でみられた付着物は、形状は類似しているが成分の特定に至っていない。未設置地区での付着物の成分分析を含め、ディスポーザーの設置と付着物の発生については、さらに調査を進める必要がある。

(3) 管渠勾配調査

これまで調査結果から、ディスポーザー設置地区における堆積物の発生は、管渠勾配に関係しているこ

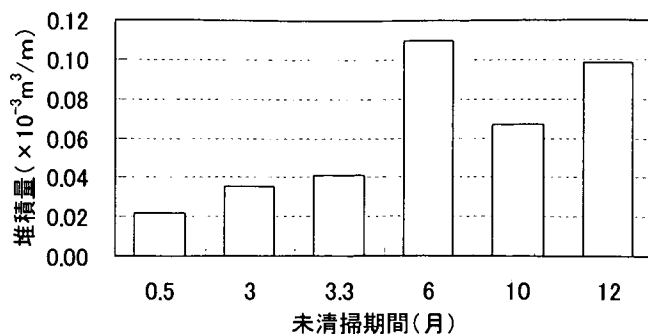


図3 未清掃期間による堆積物量の相違

とが予見される。そこで、ディスポーザー設置後、最も長期間TVカメラによる管渠内調査を継続しているA地区の管渠の勾配測定し、堆積物量と比較検討した。

【調査方法】

管渠勾配は、扶桑技研製 WLI-03 型水位測定器を用いて管底高を調べ算出した。この調査方法の概要を図4に示す。図のように、管渠の上下流両側のマンホールに止水プラグを取り付け注水した後、センサーを移動させる。センサーは内部にフロートがついており、その垂直位置を読みとるものである。水面はレベルになっているので、管底が下がると、センサー内のフロートが上昇する。B点のフロート高からA点のフロート高を差し引いたものが管底差となる。測定手順を以下に示す。

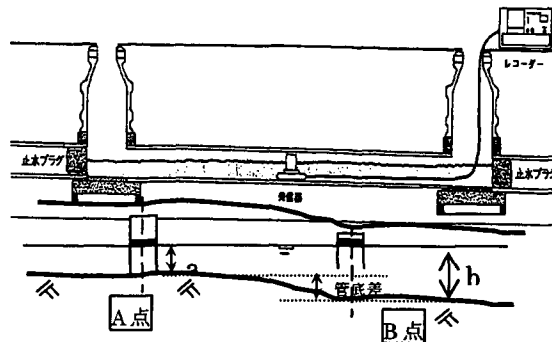


図4 管渠勾配調査方法

○測定手順

- (1)測定管渠を高圧洗浄車、バキュームカーなどを用いて洗浄する。
- (2)マンホール流入出口の水準測量を行い、管底高を調べる。
- (3)測定区間の上下流マンホールに止水プラグを取り付け、管渠内に注水する。
- (4)水位測定器を管口に置き水位をレコーダーに記録し、測点を移動して水位の差を記録する。
- (5)水位測定器が水没したり、水位が確保できなくなりそうな場合は、バキュームカー、給水車などにより水位を変更する。その場合、同一箇所測定を行い、水位差を把握しておく。

【結果および考察】

表4に管渠勾配と堆積物量の関係を示す。逆勾配と緩勾配(2.5%以下)において大きな堆積物量が観測されているが、急勾配(7.5%以上)においても比較的大きな堆積物量観測されている。これは、一般に予見される管渠勾配と堆積物量の関係と矛盾しているため、調査区間を精査したところ以下のことが明らかとなった。つまり、大きい堆積物量が観測される急勾配は、逆勾配の直前に観測されることが多く、何らかの原因で管渠が逆勾配となった時に、それに連動してその上流スパンの勾配が急勾配となったものと推察される(図5)。

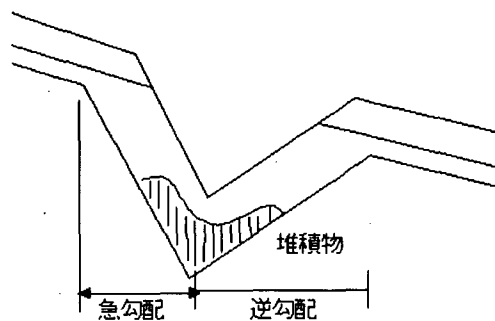


図5 管渠勾配のイメージ

そして、逆勾配区間では、流下断面が大きくなることから相対的に流速が落ち、その影響が直前の急勾配区間に及んだものと考えられた。このため、逆勾配の影響を受けている急勾配管渠の勾配は直下流の逆勾配管渠の勾配として修正し、修正管渠勾配と堆積物量の関係を再整理して表5に示した。修正勾配が0%以上の区間の堆積物量には勾配によって明確な差がみられなかったが、0%以下の逆勾配区間には総堆積物量42,852cm³の約76%に相当する32,592cm³の堆積物が発生しており、明らかに逆勾配区間に堆積物が集中していることがわかった。

表4 管渠勾配と堆積物量の関係

勾配(%)	勾配別管渠長(m)	堆積物量(cm ³)	堆積物量の割合(%)	単位長さ当たり堆積物量(×10 ⁻⁶ m ³ /m)
10 ≤	100	8,815	20.6	88
7.5 ≤ < 10	212	9,852	23.0	46
5 ≤ < 7.5	337	3,362	7.8	10
2.5 ≤ < 5	188	2,881	6.7	15
0 ≤ < 2.5	41	5,771	13.5	142
< 0	18	12,171	28.4	669
合計	896	42,852	100	-

表5 管渠勾配と堆積物量の関係(修正後)

勾配(%)	勾配別管渠長(m)	堆積物量(cm ³)	堆積物量の割合(%)	単位長さ当たり堆積物量(×10 ⁻⁶ m ³ /m)
10 ≤	81	809	1.9	10
7.5 ≤ < 10	194	2,561	6.0	13
5 ≤ < 7.5	314	2,306	5.4	7
2.5 ≤ < 5	208	3,519	8.2	17
0 ≤ < 2.5	53	1,064	2.5	20
< 0	46	32,592	76.1	710
合計	896	42,852	100	-

(4) 堆積物の無機成分分析

下水管渠は、これまで輸送手段としての機能が主に着目されてきたが、管渠内での様々な反応により下水が変質することが知られるようになってきた³⁾。ディスポーザーの導入によって、生ごみ粉碎物が下水管渠に流入することになるが、生ごみは生物分解を受けやすい材料であり、下水道システム全体におけるディスポーザー導入の影響評価を的確に行うためには、管渠内の物質収支を把握する必要がある。このため、物質収支を把握するための基礎データとして、ディスポーザー導入地区の管渠の堆積物の無機成分を分析した。分析した無機成分は C,N,P,K,Ca,Mg,Na,Al,Fe,B,S,Mn,Cu, Zn の 14 項目である。

【材料および方法】

堆積物は、平成 15 年 3 月にディスポーザー設置地区であるの A,B,C 地区の人孔より採取し、現物のまま単位堆積重量、含水率を測定した。無機成分分析には、風乾後、微粉碎した試料を用いた。C,N は NC コーダー（住友化学工業 SUMIGRAPH NC-90）、その他の元素はテフロン加圧分解容器-ICP 発光分光分析法により ICP-AES（島津製作所 ICP-1000IV）にて定量した。なお、堆積物と成分組成を比較するためにディスポーザーで粉碎した生ごみ（以下、生ごみ粉碎物）、卵殻についても同様の分析を行った。

【結果および考察】

堆積物の分析結果を表 6 に示した。昨年度の調査で堆積物の組成を目視により分類した結果、ディスポーザー設置地区の管渠（A 地区の人孔番号 11 で採取）の堆積物の大半は卵殻と思われる⁴⁾。分析の結果、堆積物の Ca 含有率は 17.6~29.0% と高い値を示した。同様に分析を行ったディスポーザー粉碎後の生ごみの Ca 含有率は 4.9% であったのに対し、卵殻の Ca 含有率は 41.2% と非常に高かったことから、堆積物の大半は卵殻であったと考えられる。すなわち、管渠内には生ごみ由来の Ca が蓄積されていると考えられた。また、生ごみ中の N 含有率が 4.71% であったのに対し、堆積物はいずれも 1% 以下と低い値を示した。このことから、生ごみ中の N は大部分が処理場へ移行すると考えられる。しかし、P,K についてみると生ごみと堆積物に大きな相違がないことから、P,K はある程度堆積物として管渠内に存在する可能性が考えられた。しかし、管渠内の堆積物は常に下水中に存在するため、堆積物中に生ごみ由来の P,K がどの程度含まれているかは不明である。また、今回の調査では、ディスポーザー未設置地区の管渠内堆積物については分析がなされていない。ディスポーザーの使用による下水道への流入する生ごみの物質収支において、管渠内での生ごみ由来の蓄積成分量を把握するためには、ディスポーザー未設置地区の堆積物との成分組成の比較など、今後さらに検討する必要がある。

表6 堆積物の成分組成

採取場所 (地区/人孔番号)	N (%)	C	P	K	Ca	Mg	Na	S	(乾物当たり)			
									Mn (ppm)	Zn	Cu	B
A地区/11	0.37	8.23	0.31	0.16	29.0	0.27	0.15	0.28	122	2233	408	11.9
B地区/11	0.31	6.32	0.50	0.33	17.6	0.46	0.09	0.30	366	1480	443	25.0
C地区/9	0.60	8.73	0.68	0.23	18.3	0.34	0.10	0.29	217	730	497	19.9
生ごみ粉碎物	4.71	45.2	0.52	0.37	4.99	0.10	0.61	0.37	39.6	967	26.0	-
卵殻	-	-	0.10	tr	41.2	0.36	0.45	-	-	-	-	-

(5) 堆積物定点観測

TV カメラによる管渠内調査により、堆積物量は必ずしも経時的に増加するわけではないことが示された。このことから、堆積物は不明水などの一時的な流量増加に伴い、掃流（フラッシュ）されている可能性が考えられた。そこで、マンホール内から観測できる堆積物の多い箇所を選定し、堆積物の状態を定期的に観測した。また、不明水の状態を把握するため、調査期間中の降雨量と処理場の流入水量のデータから雨水浸入水量を算出し、堆積物の掃流との関係を検討した。

【調査方法】

調査箇所は B 地区人孔番号 7（図 1 参照）である。調査は平成 14 年 8 月から平成 15 年 2 月までの 7 カ

月間で計8回実施した。この期間の雨水浸入水量は、「下水道管路施設における侵入水防止対策指針」⁵⁾に準拠し算出した。

【結果および考察】

写真3に調査地点における堆積物の経時変化を示した。「第1回目調査 8/22」では多量の堆積物が3~4m先に視認され、堆積物の主成分は卵殻、貝殻と思われた。つぎに、「第2回目調査 9/24」、「第3回目調査 10/28」では、第1回目調査と堆積状況が異なっていた。すなわち、マンホールの直上流部から、視認限界を越えて上流部まで堆積物が存在し、第1回目調査よりもはるかに多い堆積物量であった。また、「第4回目調査 12/4」では「第2回目調査 9/24」、「第3回目調査 10/28」に比べて堆積物量が明らかに減少しており、「第5回目調査 12/24」以降、堆積物はほとんど確認できなかった。これらの結果から、管渠中の堆積物は汚水により掃流され、移動していることが推定された。

降雨量と雨水浸入水量との関係を図6に示した。降雨時に雨水浸入水量が増加していることが確認され、特に7~8月の降雨量が多い期間は、雨水浸入水量も多くなっていることがわかった。降雨量20mm以上の時に雨水進入が顕著であり、最大で月平均流入汚水量の2倍以上の汚水が流入した。これらの結果から、雨天時に管渠内の流量は一時的に増加することが示唆された。しかし、今回の定点観測では調査間隔が月毎であったため、降雨時の堆積物の動態を的確に把握することはできなかった。また、手動による撮影であったためアングルが一定ではなく、調査毎の堆積物量の変化を算出することができなかった。定点における堆積物量の変化を把握するために、①降雨の前後に調査を行う、②ビデオカメラの位置を固定するなどの調査方法の改善を図ることとした。また、浸入水による掃流力を定量的に把握するために、現地の実勾配などのデータを用いて掃流力を推定する必要がある。

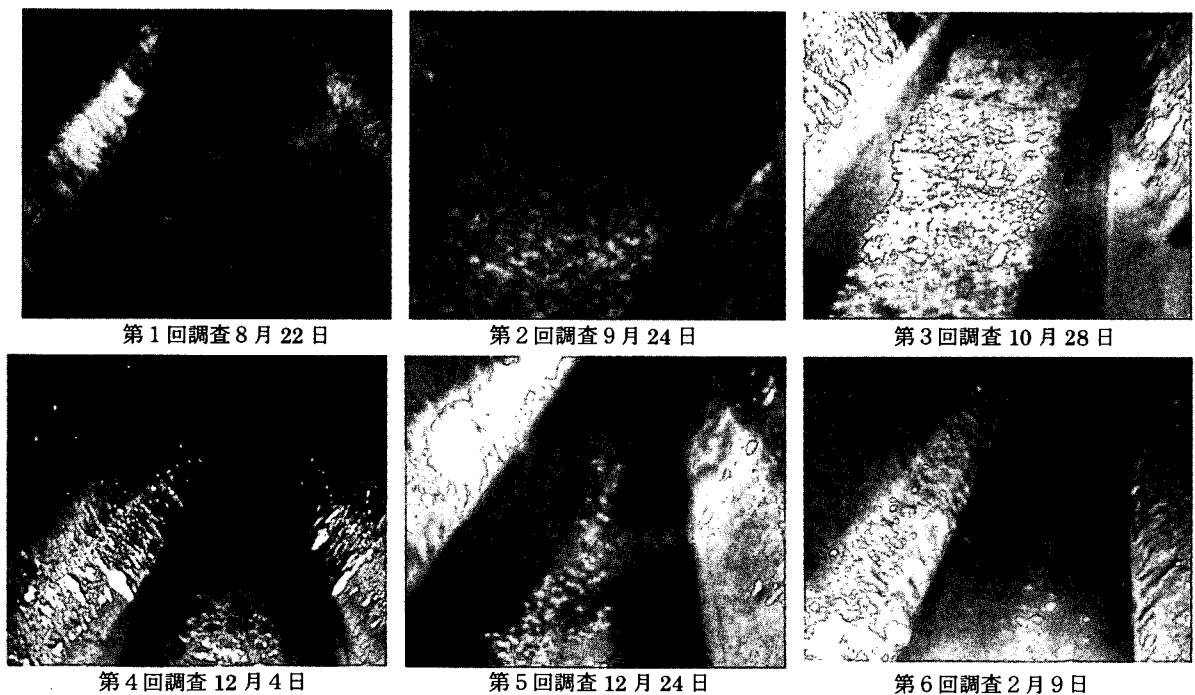


写真3 調査地点における堆積物の経時変化

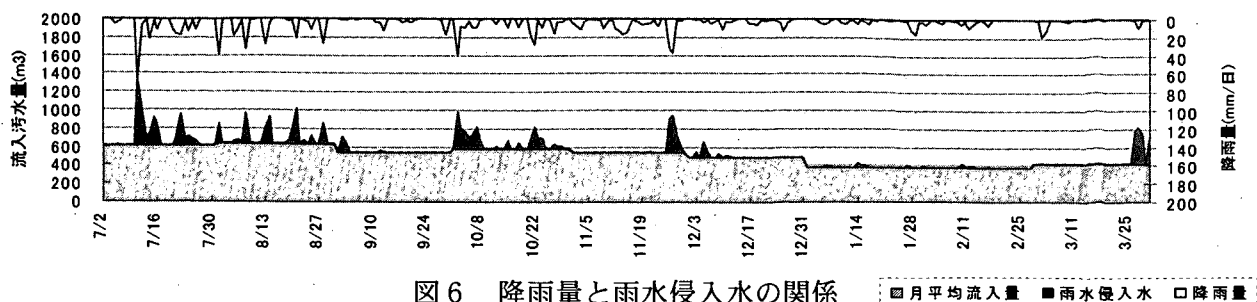


図6 降雨量と雨水侵入水の関係

□月平均流入量 ■雨水浸入水 ▲降雨量

4. 処理施設への影響調査

わが国の下水処理施設は、ディスポーザーには対応していないため、ディスポーザー導入にともなう負荷の増大は処理施設に影響を及ぼし、施設設計の見直しを必要とする可能性がある。そこで本調査では、ディスポーザー導入による流入・処理水質や汚泥性状の変化といった処理施設への影響を把握し、施設設計における改善点の検討を行うものである。

平成14年度は、昨年度までと同様に流入水質変動および処理状況を把握するため、ディスポーザーの普及率に応じて、流入下水及び処理水、発生汚泥等に関して調査を実施した。

(1) 処理施設の概要

歌登町の終末処理場は、OD法を採用しており、容量630m³のOD槽が2池設けられており、2池とも稼働している。汚泥処理は、重力濃縮槽とベルトプレス式脱水機(処理能力:2.5m³/h)が設けられており、発生した脱水ケーキは埋め立て処分されている。

最近数年間の調査結果では、流入水量の時間変動率(時間最大水量/時間平均水量)が、ほぼ140~180%の範囲に収まっており、OD法での平均的な変動率であった。流入水量及び水質のピークは、最大側が朝8時~10時と夜19時~21時頃に見られ、最小側は未明の3時~6時頃に見られた。また、SS、BOD、CODは90%以上の高い除去率であり、良好な処理が行われていた。

(2) 調査方法

本調査で行った調査及びその方法を以下に示す。

なお、各調査における水質分析は、ポータブル測定器で現場測定できる水温、pH、DO以外は、前処理及び保存処理を行った上で分析所へ運搬して、分析を行った。分析方法は、原則として①下水試験方法、②JIS、③環境省告示等で定められた方法に従った。

1) 通日調査

本年度は、前年度までと同じく、ディスポーザーの追加設置の前後に処理場において通日(24時間)調査を行い、流入水及び処理水の水質やし渣・汚泥性状等について精密に観測した。

① 流入水

採水場所: 第一ポンプ所*

*歌登町終末処理場では、最終(第一)ポンプ所から反応槽への圧送管に直接返流水が流入する構造となっており、処理場では純粋な流入汚水を採水することができないため、処理場へ汚水を圧送している最終(第一)ポンプ所で採水を行っている。なお、第一ポンプ所と処理場の間には、新たな汚水の流入はない。

採水頻度: 通日(13時から翌日12時まで)で1時間毎に採水し、分析用検水とした*。

*有機酸及びノルマルヘキサン抽出物質のみ4時間毎に採水。

測定項目: 水温、pH、DO、SS、BOD、D-BOD、CODCr、D-CODCr、T-N、D-T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、T-P、D-T-P、PO₄-P、塩化物イオン、硫酸イオン、有機酸、n-ヘキサン抽出物質

② 処理水

採水場所: 処理場最終沈殿池越流堰

採水頻度: 通日(14時から翌日12時まで)で2時間毎に採水した。*

*有機酸及びノルマルヘキサン抽出物質のみ4時間毎に採水。

測定項目: 水温、pH、DO、SS、BOD、D-BOD、CODCr、D-CODCr、T-N、D-T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、T-P、D-T-P、PO₄-P、塩化物イオン、硫酸イオン、有機酸、n-ヘキサン抽出物質

③ し渣

採水場所: 処理場スクリーン装置

採水頻度: 通日(10時から翌日10時まで)で4時間毎に採取した。

測定項目: 重量(湿潤・乾燥)、含水率、TS、VS、CODCr、T-N、T-P、n-ヘキサン抽出物質

④余剰（返送）汚泥・脱水汚泥

採水場所：＜余剰汚泥＞汚泥返送ポンプ付近 ＜脱水汚泥＞脱水機ホッパー

採水頻度：1日1回採取した。

測定項目：重量（湿潤・乾燥）、含水率、TS、VS、CODCr、T-N、T-P、n-ヘキサン抽出物質

2)定期調査

町が月1回程度行っている処理場定期調査の際に、採取した試料を分取して国土技術政策総合研究所（以下、「当所」という）へ送付し、補足的に水質分析を行った。

①流入水・処理水

採水場所：第一ポンプ所（流入水）、処理場最終沈殿池越流堰（処理水）

採水頻度：30分おきに採取した試料1日分を流量比例コンポジットし、1つの試料とした。

測定項目：SS、CODCr、D-CODCr、T-N、D-T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、T-P、D-T-P、PO₄-P

②反応槽混合液

採水場所：反応槽スパロータ付近

採水頻度：1日1回採取した。

測定項目：MLSS、MLVSS、CODCr、D-CODCr、T-N、D-T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、T-P、D-T-P、PO₄-P

3)最初沈殿池模型実験

歌登町の終末処理場ではOD法で下水処理を行っているが、我が国では下水処理方式として標準活性汚泥法（標準法）を採用している下水処理場が多い。この標準法とOD法の大きな違いとしては、反応槽の構造の他に、最初沈殿池の有無が挙げられる。ディスポーザーを導入した場合、破碎厨芥が下水道に流入することになるが、破碎厨芥は比較的大きな粒子状成分と報告⁶⁾されており、最初沈殿池が設置されている下水処理場では、最初沈殿池での除去性能や発生汚泥量に影響が生じると考えられる。

そこで13年度より、最初沈殿池でのディスポーザー導入の影響を把握する目的で、最初沈殿池模型を用いて、歌登町のディスポーザー排水の沈殿処理実験を行っている。14年度は、前年度実験で不足していたデータを中心に追加実験を行うとともに、一般的な生下水の沈殿処理と比較するために、茨城県霞ヶ浦浄化センター（茨城県土浦市）の流入水を使用して対照実験を行った。

①実験箇所（供試水採取場所）

- ・第一ポンプ場：終末処理場流入水（ディスポーザー普及率：約20%を想定）
- ・若葉団地出口付近人孔：ディスポーザー設置住宅の生下水（ディスポーザー普及率：100%を想定）
- ・霞ヶ浦浄化センター流入水：茨城県霞ヶ浦浄化センターの流入水（ディスポーザー未普及を想定）

②実験方法

各調査箇所から水中ポンプで貯水槽へ生下水を汲み上げ、一定の水面積負荷となるよう定量ポンプを用いて、写真4に示す最初沈殿池模型（容量90L、アクリル製）に連続的に送水することで実験を行った。

なお、水面積負荷は、10m³/d（沈殿時間60分）、20m³/d（沈殿時間30分）、40m³/d（沈殿時間15分）の3段階でそれぞれ処理実験を行った。これらの設定条件は、一般的な分流式下水道の終末処理場では、最初沈殿池の水面積負荷が35-70m³/d、沈殿時間は60-90分が標準とされていることから、ディスポーザー導入を前提として安全側に設計した場合を想定して設定した。



写真4 最初沈殿池模型

(3)調査結果

1)通日調査

通日調査の調査結果を図7に示す。流入水の水量や各水質項目ともに、生活パターンに対応した一般的な変動が認められた。ただ、塩化物イオンにつ

いては、他の水質項目と比べて午前中の変動が小さかった。また、処理水質については、それほど大きな変動は見られず、安定した処理が行われていた。

次に、ディスポーザー導入による変化を検討するため、ディスポーザー普及率が異なる各年度の調査結果を比較した。各調査における流入汚濁負荷量を水質項目別に図8に示す。流入汚濁負荷量については、ディスポーザーの普及率が上がって(11.8%→35.7%)も、大きな変化は見られなかった。

さらに、流入水性状の時間変動について、ディスポーザー導入による影響を検討するため、各調査日ごとに、流入水量及び流入水質の最大値と平均値との比を比較した結果を図9に示す。その結果、リンを除くほとんどの項目で大きな時間変動は見られず、ディスポーザー導入による明確な影響は通日調査では確認できなかった。

2) 定期調査
図10に、定期水質調査結果をもとに、月単位の終末処理場への流入水量及び流入汚濁負荷量、脱水ケーキ発生量について、経時的に示した。また、変動傾向を明確にするため、各項目について12ヶ月間の移動平均を併せて示す。平成11年頃から、ディスポーザーの導入が段階的に始まっているが、BOD流入汚濁負荷量と脱水ケーキ発生量が若干の変化が認められた。しかしながら、流入水量も同様に変化しているため、流入水量の移動平均値と流入汚濁負荷量・脱水ケーキ発生量の移動平均値との相関を検討し、変化要因の分離を行った。その相関図を図11に示す。

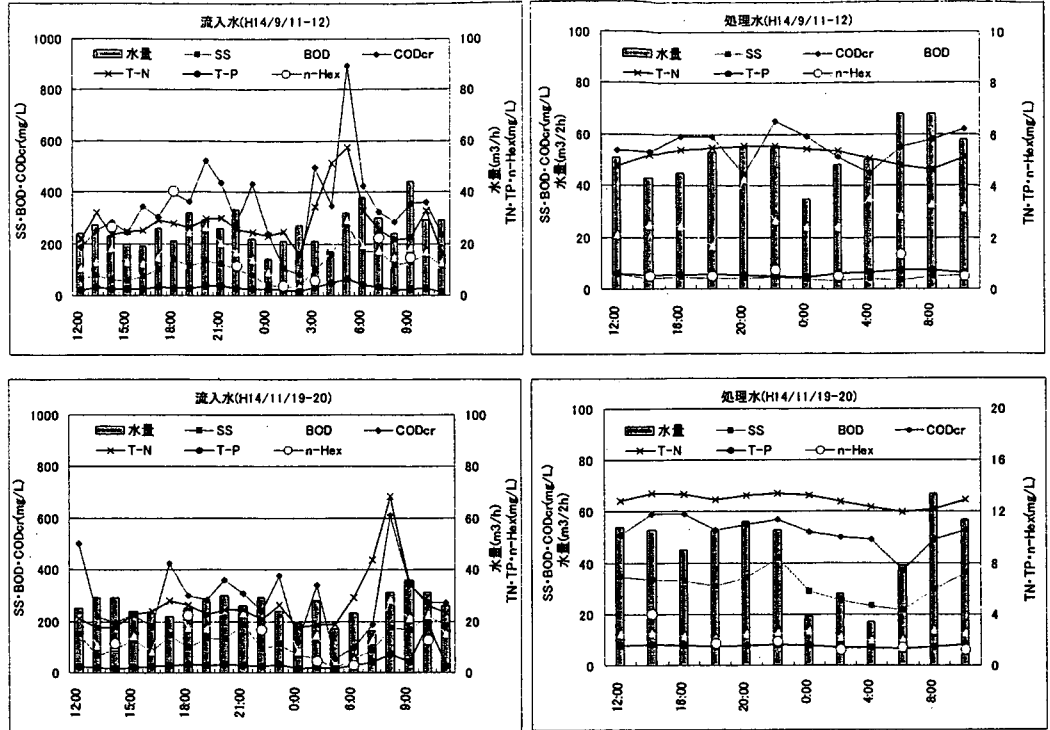


図7 通日調査結果

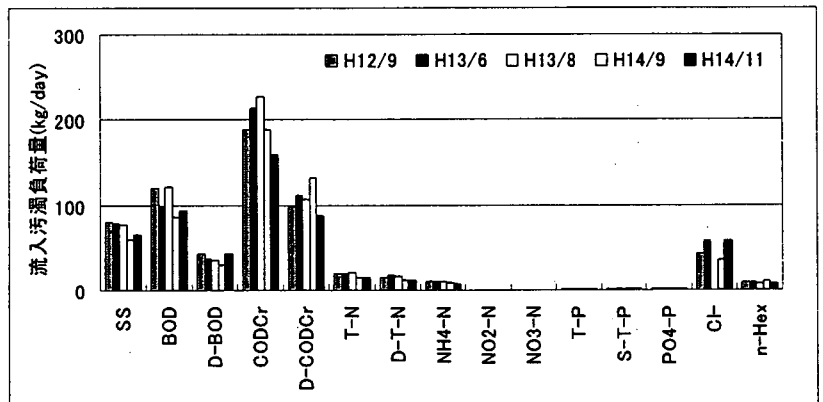


図8 各調査日における流入汚濁負荷量

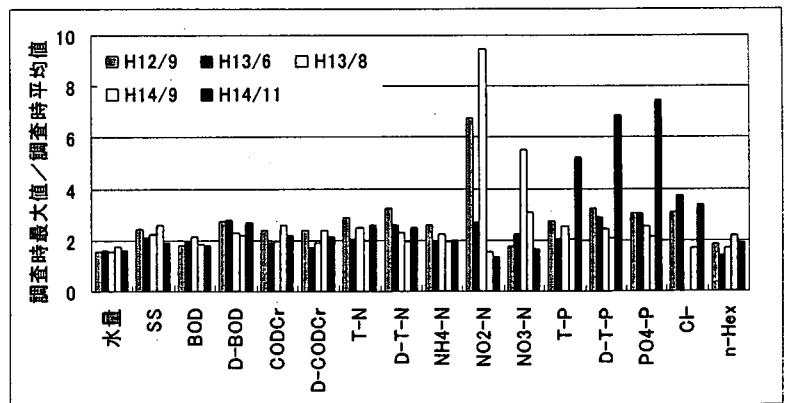


図9 各調査日における流入水性状の最大値と平均値との比

その相関図を図11に示す。

BOD も含め各水質項目の流入汚濁負荷量は、流入水量の変化と同様な相関傾向が見られ現時点ではディスポーザーの影響は確認できなかった。

その一方で、脱水ケーキ発生量は流量変動とは異なる変化を示しており、流入水量や流入汚濁負荷量が増減している中、僅かではあるが、ディスポーザーの普及に連れて増加傾向を維持している。今後は負荷量収支や汚泥性状の変化等について調査を行い、この傾向がディスポーザーに起因しているか否かを検討する必要がある。なお、脱水機の処理能力（濃縮汚泥ペースで2.5m³/h）に対して、発生汚泥量は十分に小さく、処理能力に制限される状況にはなっていない。

また、処理水については、ディスポーザー導入に起因する変化は確認できなかった。

3) 最初沈殿池模型実験

図 12 に、各地点及び各水面積負荷における水質項目ごとの除去率を示す。

一般的に水面積負荷が低いほど、除去率が良くなる傾向にある。また水質成分の形態別では、溶存態成分より粒子態成分の方が除去率は高く、水面積負荷と反比例となる傾向が顕著であった。

地点ごとの除去率を比較した場合、若葉団地の結果は、水面積負荷による除去率の変動度合いが大きくなっており、特に低水面積負荷時の除去率が非常に大きくなっていった。

また、ディスポーザーが普及していない地域の下水（霞ヶ浦浄化センター流入水）と比較すると、低水面積負荷時であれば、厨芥を含む下水の方が、SS や粒子態成分の除去率が明らかに高く、生汚泥の発生量が増加することが推定された。

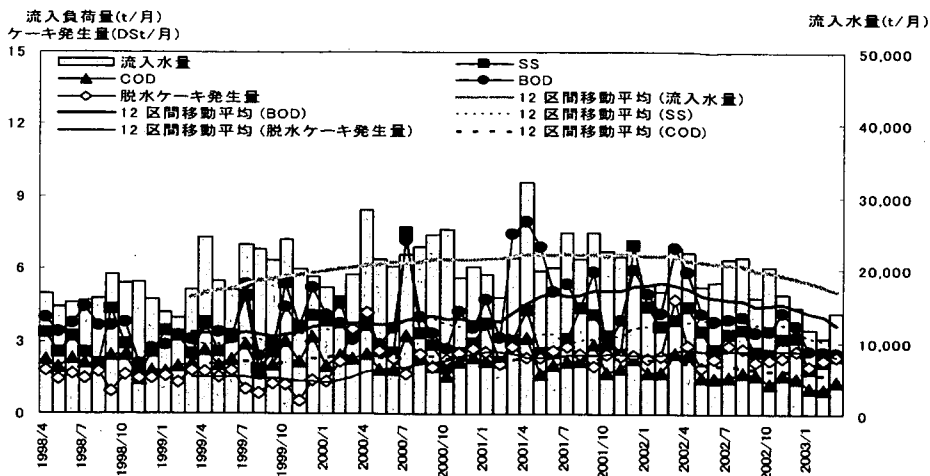


図 10 流入水量及び流入汚濁負荷量の経年変化

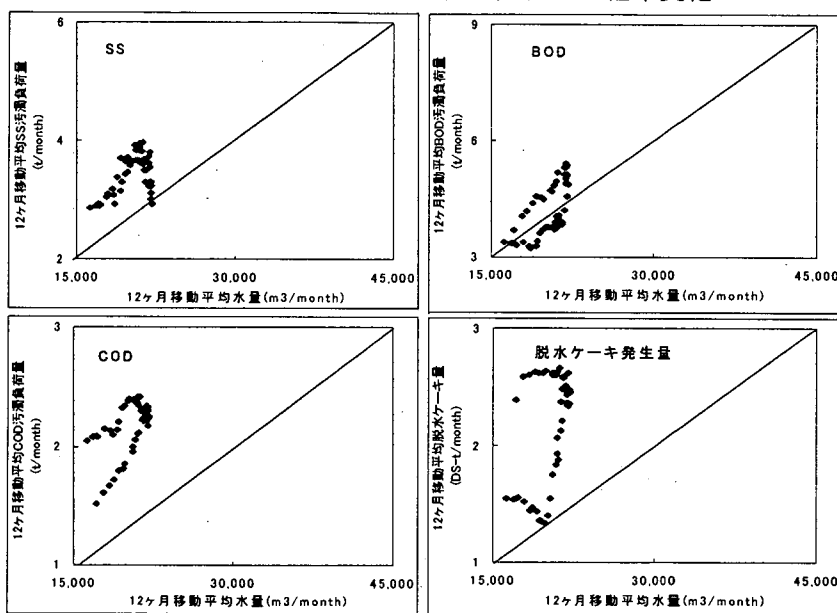


図 11 流入水量・汚濁負荷量・脱水ケーキ発生量との相関

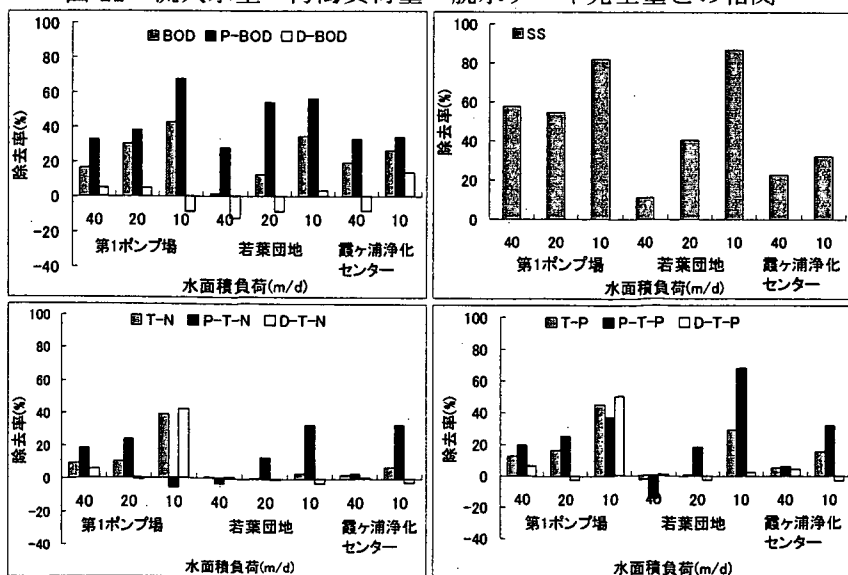


図 12 最初沈殿池模型実験における除去率の比較

5. 結論

【管渠施設への影響評価】

- 1) ディスポーザー設置前後の堆積物量を観測した A 地区、B 地区では、ディスポーザー設置後に堆積物が増加することが観測された。
- 2) 枝線管渠に比べて流速が早く設計されている下流幹線管渠においても、堆積物に生ごみが混入していた。これは、雨天時の浸入水により下水が管渠内で滞留することによって、下流幹線管渠でも流速が低下することが原因と考えられた。
- 3) ディスポーザー未設置地区においても、ディスポーザー設置地区に類似した付着物が観察された。
- 4) 堆積物量は、必ずしも未清掃期間が長いほど増加するとはいえない。
- 5) 管渠の勾配と堆積物量の関係を調べた結果、堆積物の約 76%が逆勾配区間で発生していた。
- 6) ディスポーザー設置地区の管渠内堆積物の成分分析を行ったところ、Ca 含有量が多く生ごみ由来の卵殻が影響を与えているものと推定された。
- 7) 定点観測により、管渠中の堆積物は汚水により掃流され移動していることがわかった。また、降雨時に最大で日平均汚水量の 2 倍以上の流入があることから、雨水浸入水が堆積物の掃流に関与している可能性が示唆された。

【処理施設への影響評価】

- 8) 現時点（ディスポーザー設置率：約 36%）では、下水処理場の流入水量や流入水質へのディスポーザーの影響は、明確には認められなかった。
- 9) 汚泥発生量（脱水ケーキ量）については、流入水量や流入汚濁負荷量とは異なり、ディスポーザーの普及に連れて若干の増加傾向が見られるため、さらなる検討を行い、要因を明確にする必要がある。
- 10) 最初沈殿池を模した実験では、条件がある程度限定されるものの、厨芥が含まれる下水の方が粒子態成分の除去率は高く、生汚泥量の増加が予想される。

<参考文献>

- 1) 建設省都市局下水道部下水道企画課、建設省土木研究所下水道部、北海道建設部公園下水道課、歌登町水道課、歌登町下水道ディスポーザー社会実験について、平成 12 年 7 月 10 日記者発表資料
- 2) 北海道歌登町、歌登町公共下水道事業計画変更認可申請書、平成 11 年度
- 3) Hvitved-Jacobsen, T., Sewer Processes, Microbial and chemical process engineering of sewer networks, CRC PRESS (2001)
- 4) 国土技術政策総合研究所、国土技術政策総合研究所資料 No.64 平成 13 年度下水道関係調査研究年次報告集、pp.131-148
- 5) (社)日本下水道協会、下水道管路施設における浸入水防止対策指針、pp.10-12
- 6) 船水尚行、高桑哲男、ディスポーザー排水の処理性に関する基礎実験、土木学会論文集、No.664/VII-17、pp.65-73、2000