

2. 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 豊田忠宏
	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. 目的

社会基盤施設整備の進展に伴い、市民の行政ニーズは多様化してきている。また、厳しい財政状況のもと、効率的な行政サービスの実施も強く求められている。このような背景の中で、既に整備された社会基盤施設を利活用して、より質の高い行政サービスを実現させようとするプランが提案されている。

厨芥を粉碎して水とともに排水管に流し出すディスポーザーの導入は、下水道システムを活用して、住環境の向上、高齢者の福祉対策、都市環境の改善等をはかろうとするものであるが、下水道システムへの負担や都市全体のエネルギー消費量増大などの悪影響が懸念されている。このため、ディスポーザーの導入にあたっては、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求められている。

本調査は、ディスポーザー導入に関する総合的な評価のなかで、ディスポーザー導入が下水道施設に与える影響について検討を行い、下水道システムにディスポーザーを導入する場合の技術基準を提案することを目的として実施する。

2. 調査内容

調査対象地域とした北海道歌登町は、下水道整備区域内の一部の町営住宅にディスポーザーを公的に設置する施策を進めている¹⁾。同町では平成11年度より4カ年計画で町営住宅にディスポーザーを設置しており、平成11年度に「若葉団地」、平成12年度に「光南団地」、平成13年度に「新栄団地」に設置した。なお、平成14年度は「檜垣団地」に設置する予定であり、下水道区域内の約4割(300戸)の住宅に設置する計画である。

管路施設においては、ディスポーザー設置による管渠への汚濁負荷の影響を把握するため、流量観測及び水質調査を行った。12年度にディスポーザー設置前の「光南団地」と設置済みの「若葉団地」で比較調査を行った。13年度はディスポーザー設置後の「光南団地」とディスポーザー設置前後の「新栄団地」で調査を行っており、同一管渠における設置前後のデータを収集した。また、ディスポーザーの設置による堆積量の変化を把握するため、12年度にTVカメラにより、ディスポーザー設置前の「光南団地」と設置済みの「若葉団地」で比較調査を行った。13年度も「若葉団地」、「光南団地」と13年度ディスポーザーの設置を行う「新栄団地」において、TVカメラによる調査を実施した。その際、堆積物、付着物をTVカメラで確認しながら採取し、分析を行った。堆積の発生に関して、管渠のたわみ等の影響を確認するために、管渠勾配調査を実施し、堆積箇所との関係を確認した。また、ディスポーザーの設置により、易分解性堆積物が増加すると硫化物生成量の増加が予想されるため、管渠内での硫化水素についても測定を実施した。

処理施設では、ディスポーザーの設置数の増加による経年的な変化を精密に追跡するために、通日調査を行った。また、ディスポーザーの導入の影響評価を一般化できるように、ディスポーザー排水の沈降特性の把握を初沈模型実験で行った。通日調査は、調査最終年度である平成15年度まで年間、複数回ずつ行う予定である。通日調査では、処理場への流入水や処理水、汚泥、し渣等について1～数時間間隔で通日採取し、水質分析等を行って、流入水の性状や処理状況を把握した。また、初沈模型実験では、調査対象としている歌登町終末処理場は処理方法としてOD法を採用しており、最初沈殿池が設置されていないこ

とから、現地に最初沈殿池模型を持ち込み、実際のディスポーザー排水を用いて、最初沈殿池における除去性能等を検討した。

3. 管渠負荷量調査

ディスポーザーの影響による汚濁負荷量の変化を確認するため、若葉団地、光南団地、新栄団地の汚水が集水される各人孔において通日で採水、流量測定を行い、サンプルの水質を分析した。調査地点の概要図を図-3.1に示す。また、各調査地点で平成12~13年度に行った調査の時期等を表-3.1に示す。

3.1 調査概要

(1) 流量測定

調査にはアレック電子(株)製メモリー電磁流量計 ACM109-16M を使用した。この流量計は流速・水位センサにより、管内を流れる下水の流速と、その時の水位を測定する方式である。流速センサの検知できる最低水位は3.0cmである。しかし、本調査で流量を測定した管渠は末端管渠であるため、流量が大幅に変動し、早朝はほとんど流量がなく、計測不能となる。そこで測定時にマンホールの上流側を堰上げし、常時センサ部分の水位が3.0cm以上となるようにした。

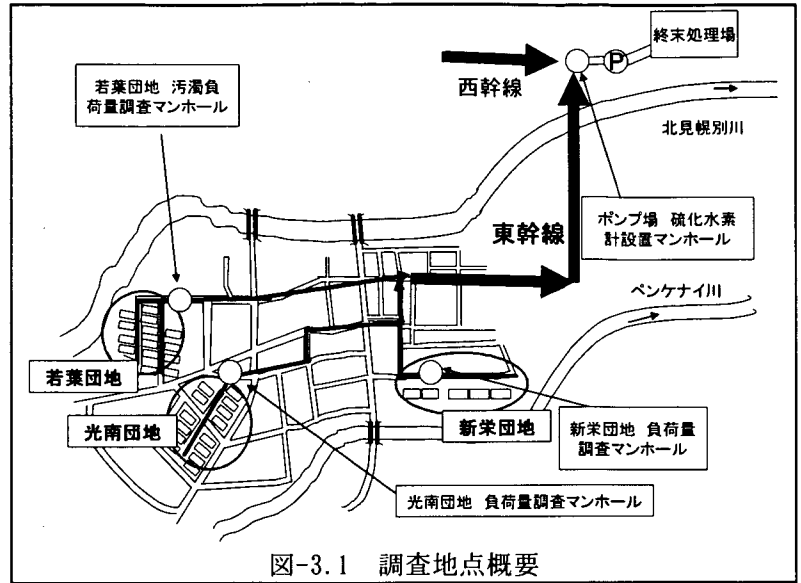


図-3.1 調査地点概要

表-3.1 調査の時期等

	調査 NO.	調査日	ディスポーザー設置時期	ディスポーザー設置経過時間
若葉団地	①	H12. 9. 5~6	H11 年 8 月	約 1 年
光南団地	②	H12. 9. 5~6	H12 年 9 月	未設置
	③	H13. 8. 29~30		1 年
新栄団地	④	H13. 6. 18~19	H13 年 7 月	未設置
	⑤	H13. 8. 29~30		1~2 ヶ月

(2) 採水、水質分析

採水は、手採水により通日で毎正時に実施し、採水量は一回あたり2Lとした。また、夜間(1:00~4:00)については、水量が減少するため採水を行うことが出来なかった。採水時にpH、ORP、DO、水温の4項目については、現場で測定を行った。採水した試料について、現場測定項目のほかに以下の項目を分析した。

BOD, S-BOD, TS, VS, SS, VSS…………… 下水試験法に基づいて測定を行った。

COD_{Cr}, S-COD_{Cr}…………… HACH社製 DR/2000のCOD_{Cr}簡易測定キットを用いて、測定を行った。

K-N, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, PO₄-P, T-P… フランルーベ社製自動比色分析装置TRRACS2000を用いて、測定を行った。T-P, K-Nの分解にはペルオキシ二硫酸カリウム溶液を用いた。

Cl⁻(調査①②だけ測定)…………… 0.45μmの濾紙で濾過した後、イオンクロマトグラフで測定した。

3.2 調査結果

(1) 流量

図3.2に流量経時変化を、図-3.3に流量データ分布を示す。なお、これらのデータは10秒毎に測定した流量を1時間の平均流量に直したものである。流量データ分布図には、各調査毎の最大流量、最小流量、平均流量と上下10%の流量データをカットした80%データを記載してある。

図3.2から、各調査とも、朝夕の各家庭の排水状況と夜間1~5時の無排水状況がとらえられており、ある

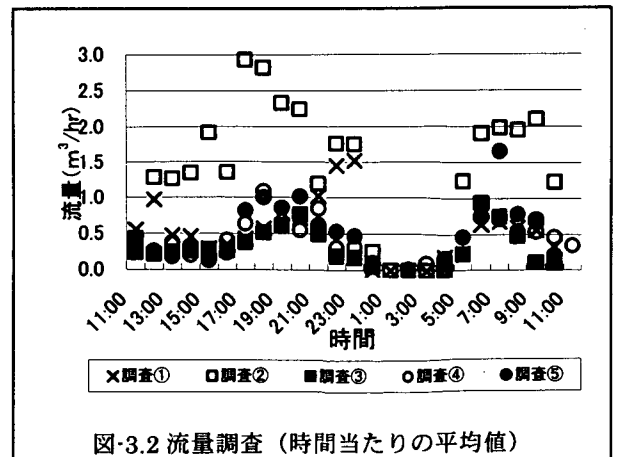


図-3.2 流量調査(時間当たりの平均値)

程度の調査精度は確保されているものと考えられる。

図 3.3 で、調査②④がディスポージャー設置前の管渠内流量で、調査①③⑤が、設置後の流量である。全体的には、設置前の流量が大きい。各団地毎に比較してみると、光南団地の調査②③では、ディスポージャー導入前後で、一人一日当たりの水量が 311L から 70L に減少しているとともに、1 日の変動幅も小さくなっていった。新栄団地の調査④⑤では、169L から 203L に増加し、変動幅も大きくなっていった。

一方、平成 12 年度に行ったディスポージャー使用水量を把握するための調査結果²⁾によると、水道使用量の増加分は 1.1~4.5L/人・日、平均 2.3L/人・日

であり、今回の調査③の一日流量 70L/人・日の 3%、他の調査①②④⑤の 1% 程度であった。以上の結果から、ディスポージャー導入による使用水量の増加は、わずかであり、日平均下水量から、その影響を読みとることはできなかった。なお、ディスポージャー使用が特定の時間帯に集中して、管渠の設計流量である時間最大流量に影響を与えるか否かは、図 3.2 から、調査②③では時間変動幅が減少し、調査④⑤では拡大していることから、どちらとも判断できず、次の研究課題と考えている。

(2) 水質

図-3.4~3.19 に T-CODcr, S-CODcr, T-BOD, S-BODcr, T-N, T-P, SS, Cl⁻ の経時変化とデータ分布を示す。データ分布は、平均水質と上下 10% の水質データをカットした 80% データを記載してある。

各調査の経時変化では、水質が一時間毎に上下していた。管渠の末端で行った調査であるため、住居から排水された汚水の採水地点までの流下時間が短く、採水地点の管渠への接続戸数が少ない。つまり、住居から高濃度排水が排出されると採水地点にそのまま高濃度汚水が流れてくるため、採水のタイミングによっては偏ったサンプルを採水してしまうことがある。しかし、T-N, T-P, Cl⁻ など人の尿尿由来に多く含まれる水質項目の朝 5~8 時のデータが比較的高くなっており、朝の尿尿の排出が再現されている。そのため、異常値をのぞけば、比較的良好に住民の排水サイクルがよく押さえられているのではないかと考えられる。

調査②23 時や調査④5 時の有機物分析値が飛び抜けて高い値となっているが、他の水質項目ではそれほど高濃度になっていない。そのため異常値の原因として、サンプルに油などに有機性有機物が混入していたのではないかと推察できる。

光南団地において、ディスポージャー設置前後に行った調査②③では、データ分布図中の平均値を比較するとディスポージャー設置後にほとんどの水質項目で濃度が増加していた。しかし、新栄団地でディスポージャー設置前後に行った調査④⑤ではディスポージャー設置後に全ての水質項目で濃度は減少していた。これは調査回数がディスポージャー設置前後で一回ずつであり、そもそも調査回数が少ないこと、一時間に一回のサンプリングであるために異常値の影響が大きいなどの理由が考えられる。そのため、本調査からはディスポージャーを設置することにより、汚水の水質が悪化しているかどうかは言及できない。

(3) 汚濁負荷量

図 3.20, 3.21 に各調査の一人一日当たり汚濁負荷量を示す。汚濁負荷量は流量測定、水質分析、調査時の各団地の人口から求めたものである。

汚濁負荷量をディスポージャー設置前後で比較すると、新栄団地ではディスポージャー設置後に汚濁負荷量が増加していたが、光南団地ではディスポージャー設置後に大きく減少していた。汚濁負荷量を求めるための緒元として使った流量測定では、ディスポージャー導入による影響を読みとることはできず、水質分析では、ディスポージャーを設置することにより、汚水の水質が悪化しているかどうかは言及できないとしている。そのため、汚濁負荷量についてもディスポージャーを設置することにより、増加しているかどうかは言及できない。

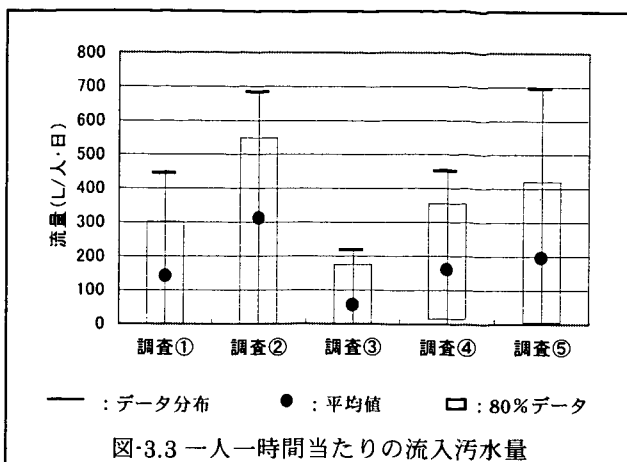


図-3.3 一人一時間当たりの流入汚水量

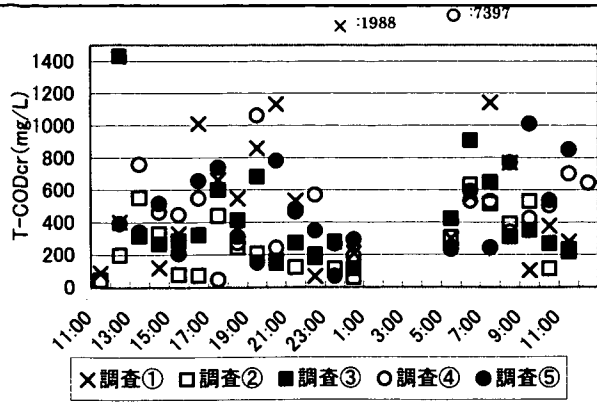


図-3.4 T-COD_{Cr} (経時変化)

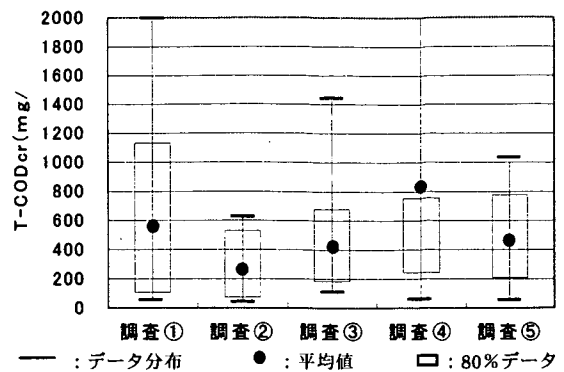


図-3.5 T-COD_{Cr} (データ分布)

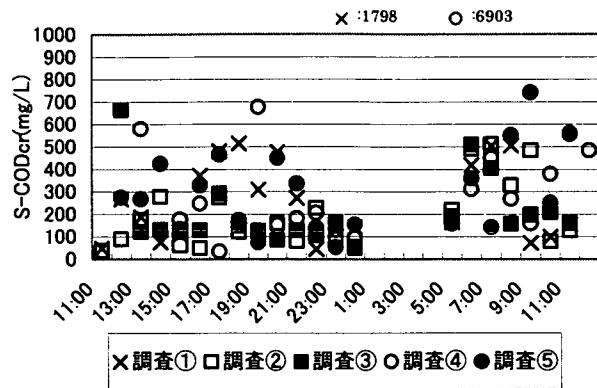


図-3.6 S-COD_{Cr} (経時変化)

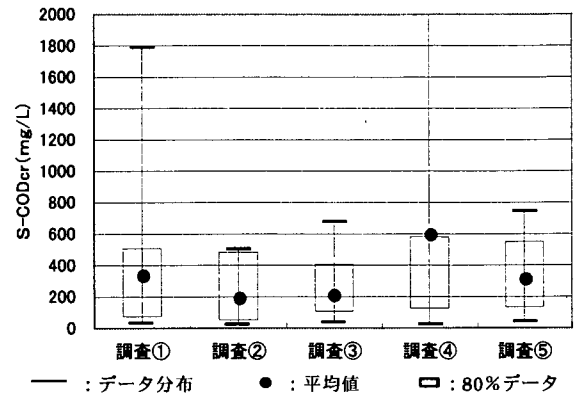


図-3.7 S-COD_{Cr} (データ分布)

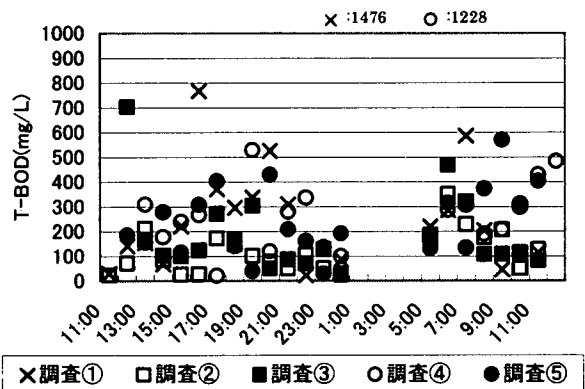


図-3.8 T-BOD (経時変化)

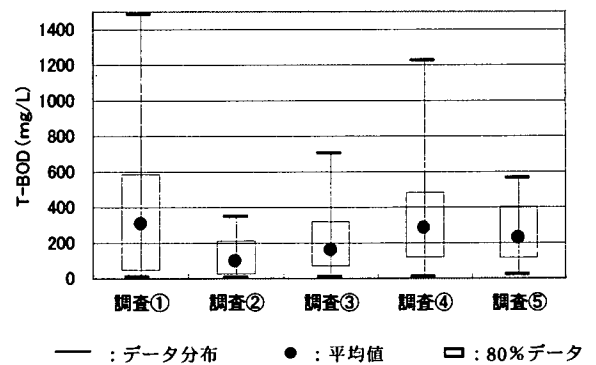


図-3.9 T-BOD (データ分布)

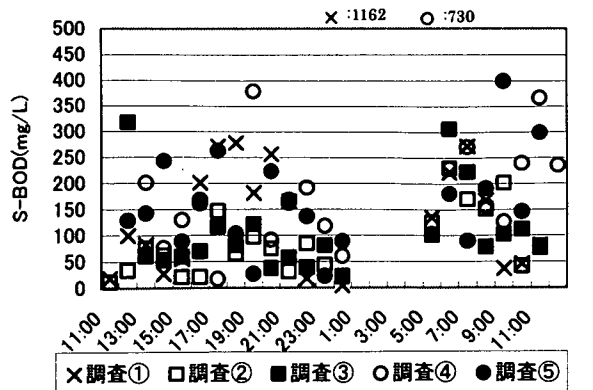


図-3.10 S-BOD (経時変化)

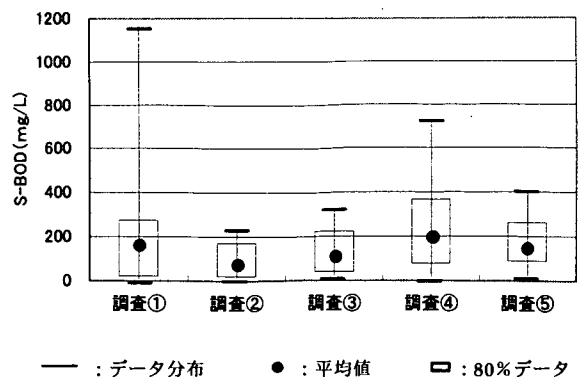


図-3.11 S-BOD (データ分布)

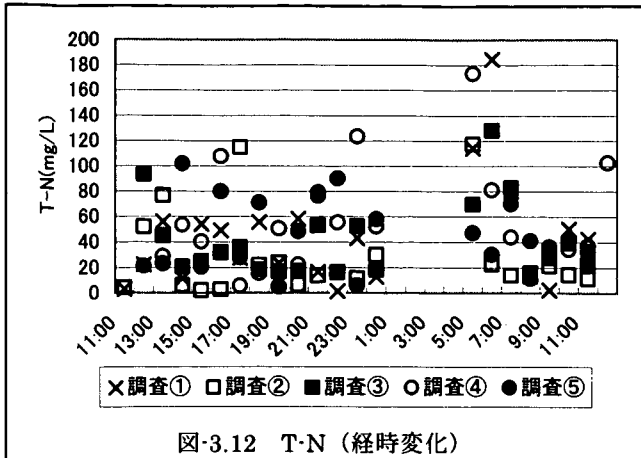


図-3.12 T-N (経時変化)

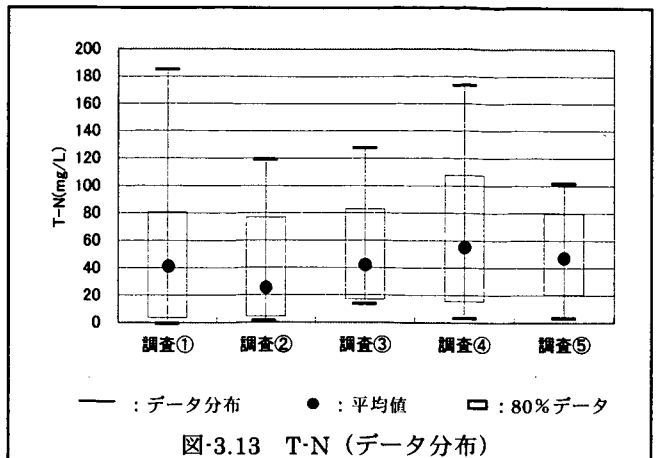


図-3.13 T-N (データ分布)

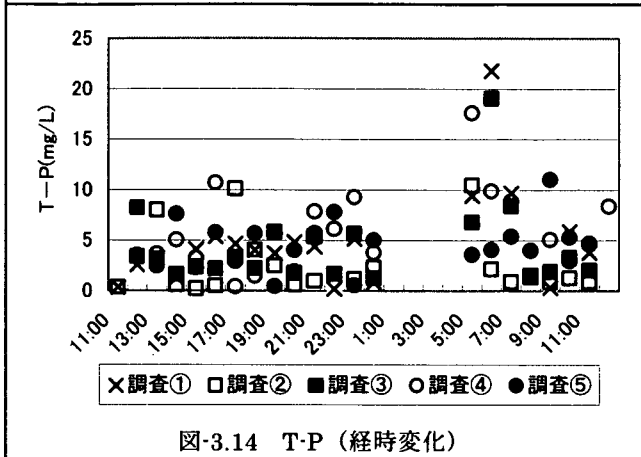


図-3.14 T-P (経時変化)

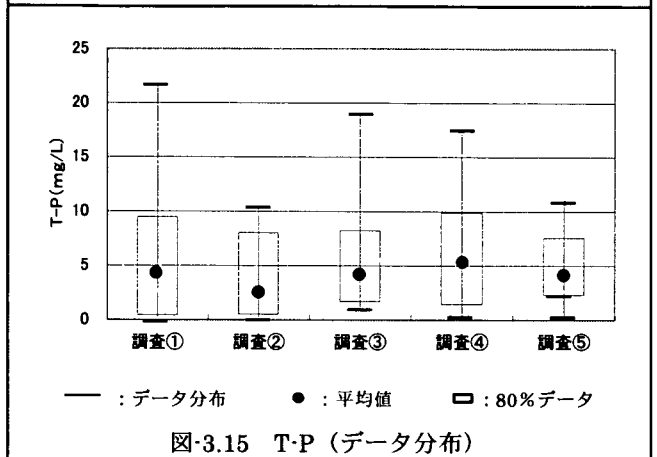


図-3.15 T-P (データ分布)

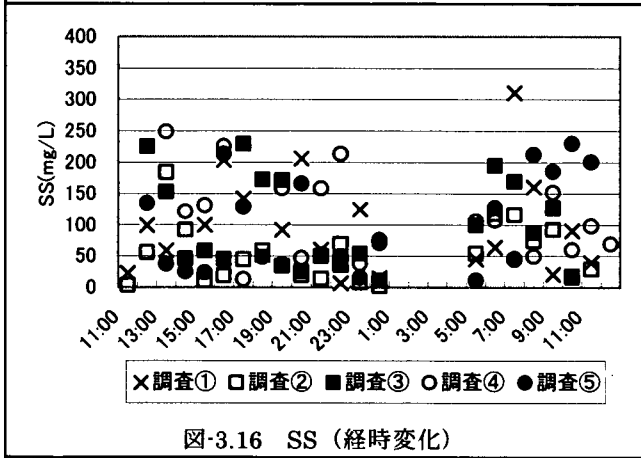


図-3.16 SS (経時変化)

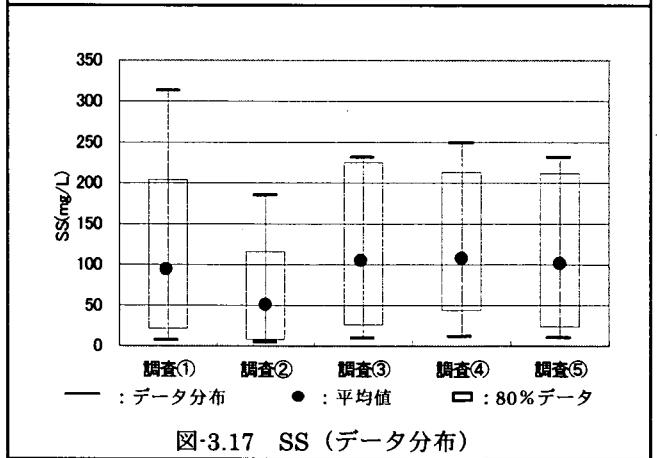


図-3.17 SS (データ分布)

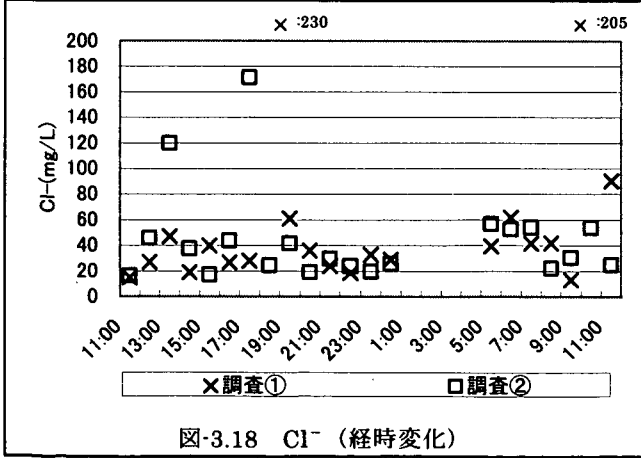


図-3.18 Cl⁻ (経時変化)

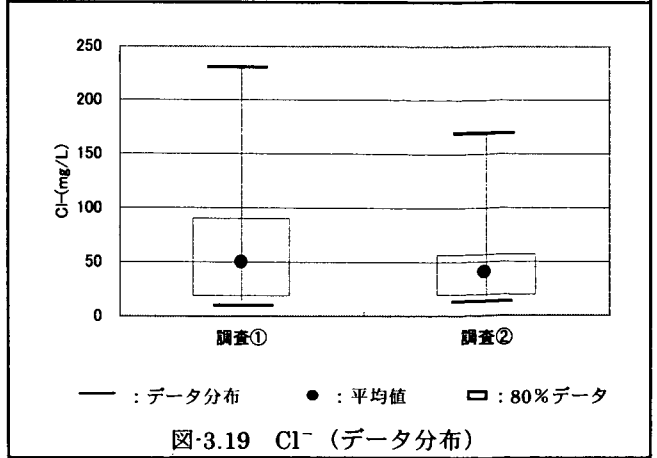


図-3.19 Cl⁻ (データ分布)

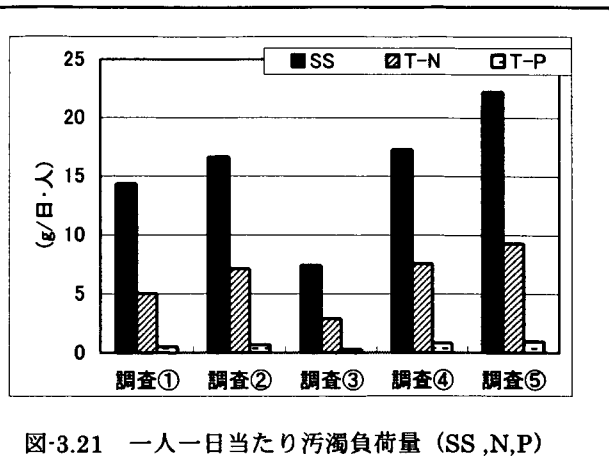
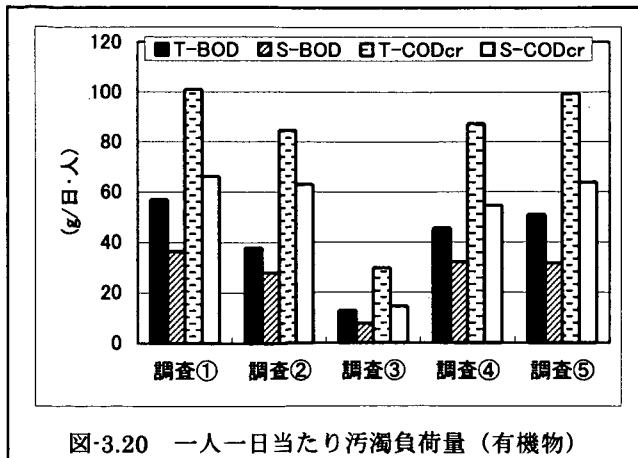


図-3.20 一人一日当たり汚濁負荷量（有機物）

図-3.21 一人一日当たり汚濁負荷量（SS,N,P）

4. 管渠内堆積物量調査

若葉団地、光南団地、新栄団地の管渠内をTVカメラにより調査した。調査対象区間を図-4.1に、調査対象管渠の詳細を表-4.1示す。12年度調査と同様に、管渠内の清掃を実施せずにTVカメラを導入し、堆積状況の撮影を行った。また、撮影したVTRを元に管渠延長ごとの堆積深を推定し堆積量の算定を行った。

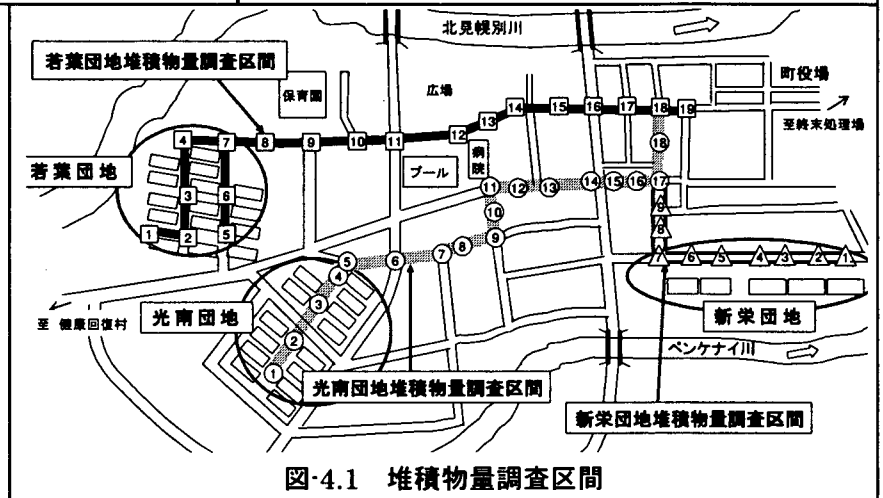


図-4.1 堆積物量調査区間

表-4.1 調査区間の詳細

	調査NO.	調査日	調査区間 (図-4.1 参照)	ディスポーザー 設置時期	ディスポーザー 設置後の 経過時間	未清掃期 間	管材・形状	勾配
若葉	①	H12年8月29日	①~⑱ 817m	H11年8月	1年	1年	①~⑱ 200VU	4.7~ 7.9‰
	②	H13年6月12日	①~⑲ 928m				⑱~⑲ 250HP	
光南	③	H12年8月29日	①~⑪ 430m	H12年9月	未設置	5年以上	①~③ 200EP	4.2~ 5.9‰
	④	H13年6月13日	①~⑱ 733m				③~⑭ 200VU ⑭~⑱ 250HP	
新栄	⑤	H13年6月13日	△~⑰ 344m	H13年7月	未設置	6ヶ月	△~⑰ 250EP	1.4~ 2.0‰

4.1 調査方法

調査対象管渠の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、管渠内にTVカメラを入れた。この時、上流側の下水は調査終了まで滞留させたままであった。TVカメラは流下方向に向かって自走させ、管渠中の堆積物を撮影した(図-4.2)。

堆積物量の推定は以下のような手順で行った。まずTVカメラ映像中の管渠の継ぎ目部分を見つける。管渠の継ぎ目部分の堆積幅と内径から、式(1)(2)によって、単位長さ当たりの堆積物量、堆積深を推定した(図-4.3参照)。なお、調査対象管渠の内径は、管渠台帳から事前にすべて把握してある。また、堆積物は、若干の不陸はあるがほぼ水平に堆積していた。

調査結果は、換算堆積深ごとに表記を大(15mm以上)、中(15~5mm)、小(5mm以下)の3種に分類し、おおよその堆積物量を推定した。

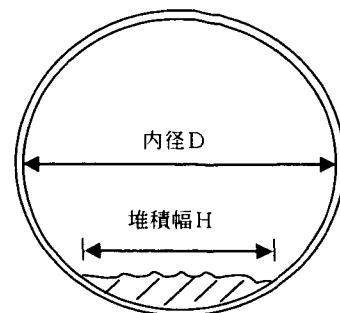
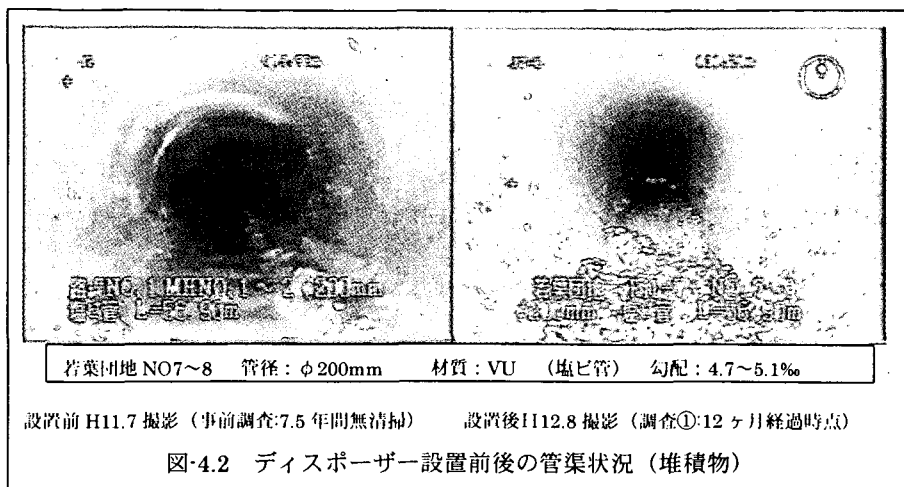


図-4.3 管渠内堆積物量の推計方法

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

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

4.2 調査結果

表-4.2 に調査結果を総括して示す。

表-4.2 管渠内堆積物量調査結果

調査地点	若葉団地		光南団地		新栄団地	
	①	②	③ (ディスポーザー未設置)	④	⑤ (ディスポーザー未設置)	
調査延長(m)	817.3	928.0	429.8	734.3	344.5	
堆積延長	(m)	82.7	122.6	0	72.3	26.2
	(%)	10.1	13.2	0	9.8	7.6
堆積体積(m ³)	0.0802	0.102	0	0.0742	0.0141	
堆積箇所堆積率(%)	3.09	2.65	0	3.27	1.3	
年換算堆積箇所堆積率(%/年)	3.09	5.31	0	4.36	2.6	
堆積箇所平均堆積量(cm ³ /m)	969.65	831.97	0	1026.28	538.17	
年換算堆積箇所平均堆積量(cm ³ /m年)	969.65	1663.95	0	1368.37	1076.34	

4.2.1 若葉団地

若葉団地では、ディスポーザー設置後に2回調査を行った。調査①(図4.4)は清掃1年後、調査②(図4.5)は清掃6ヶ月後の調査結果であり、いずれの調査でも堆積物が確認された。歌登町がディスポーザー設置前に行った調査(図4.2参照)では、ほとんどの管渠で堆積物が確認されていなかったことから、ディスポーザー設置により堆積物が増加することが明らかとなった。調査①と調査②を比較すると、未清掃期間の短い調査②のほうが堆積延長、年換算堆積量ともに大きい値となっており、堆積量もほぼ同程度であった。

今回の調査では、ディスポーザーの設置により、明らかに堆積物は増加するが、時間の経過とともに、堆積物量が増加していく傾向があるとは、判断できなかった。これは、調査①については、この団地が初めてのディスポーザー設置団地であったこと、ディスポーザー設置後1年だったため住民がディスポーザーを十分に利用できなかった可能性があること、そもそも調査回数が2回と少ないこと、雨天時の侵入水で堆積物が掃流された可能性があることなどの理由が考えられる。このため、本団地において、引き続き未清掃期間と堆積物量のデータを取っていく予定である。

マンホールNo	管径 (mm)	勾配 (%)	延長 (m)	管内堆積物位置 (上流～下流)							堆積物総延長及び総量		
				0m	10m	20m	30m	40m	50m	60m	(m)	(m ³)	
1～2	200VU	5.5	48.52									3.62	0.0027
2～3	200VU	6.4	56.87									5.32	0.0054
3～4	200VU	5.2	56.59									0.00	0
4～7	200VU	5.0	48.84									4.92	0.0024
5～6	200VU	5.1	60.89									0.48	0.0001
6～7	200VU	5.1	60.60									1.00	0.0002
7～8	200VU	5.4	56.90									17.05	0.0119
8～9	200VU	5.3	60.95									13.05	0.0085
9～10	200VU	5.6	51.48									9.53	0.0092
10～11	200VU	6.0	52.94									6.86	0.0029
11～12	200VU	4.8	60.90									3.17	0.0007
12～13	200VU	4.9	60.77									7.10	0.0172
13～14	200VU	4.8	60.96									2.04	0.0004
14～15	200VU	5.9	52.87									2.40	0.0085
15～16	200VU	4.6	27.17									6.17	0.0101
台 計			817.25									82.71	0.0802

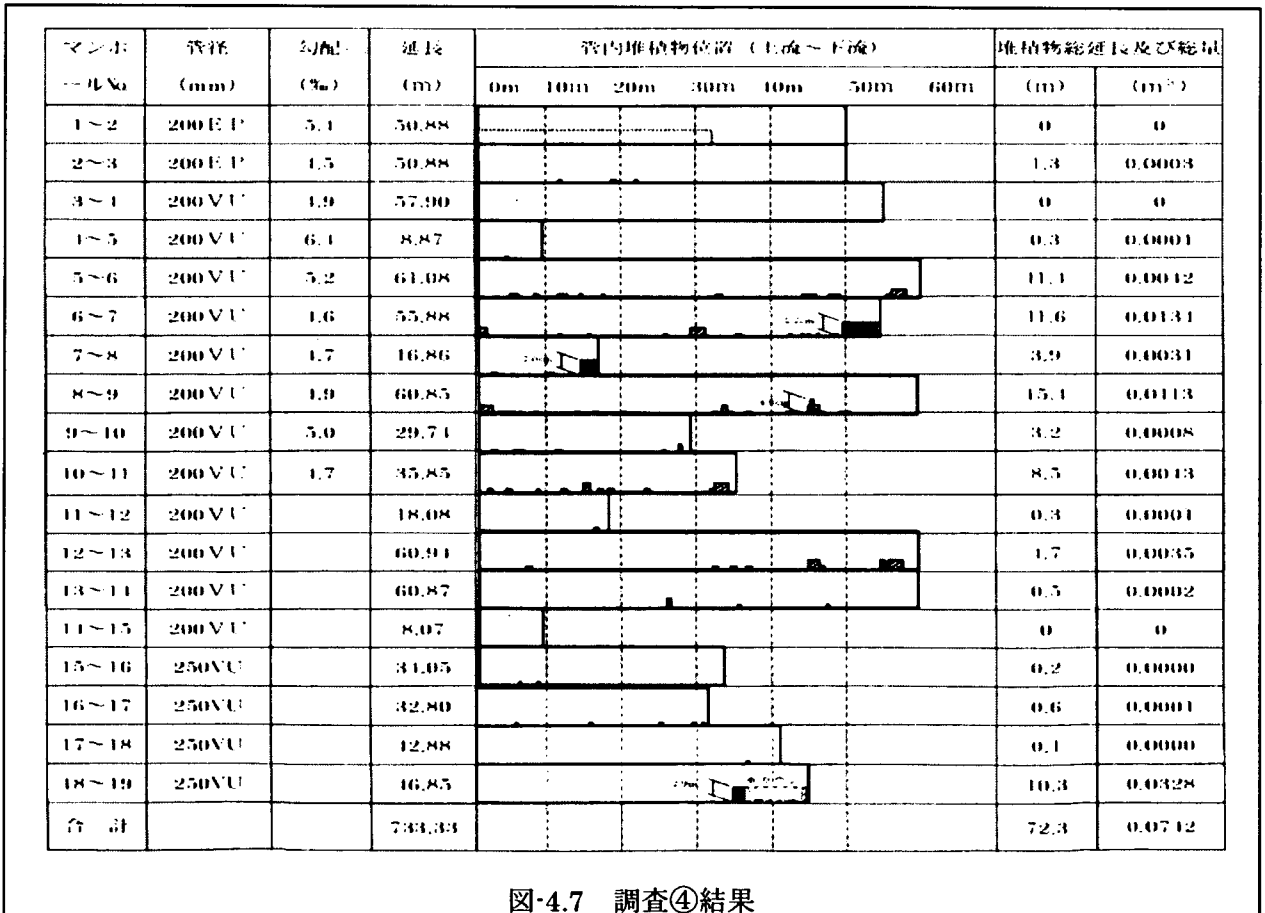
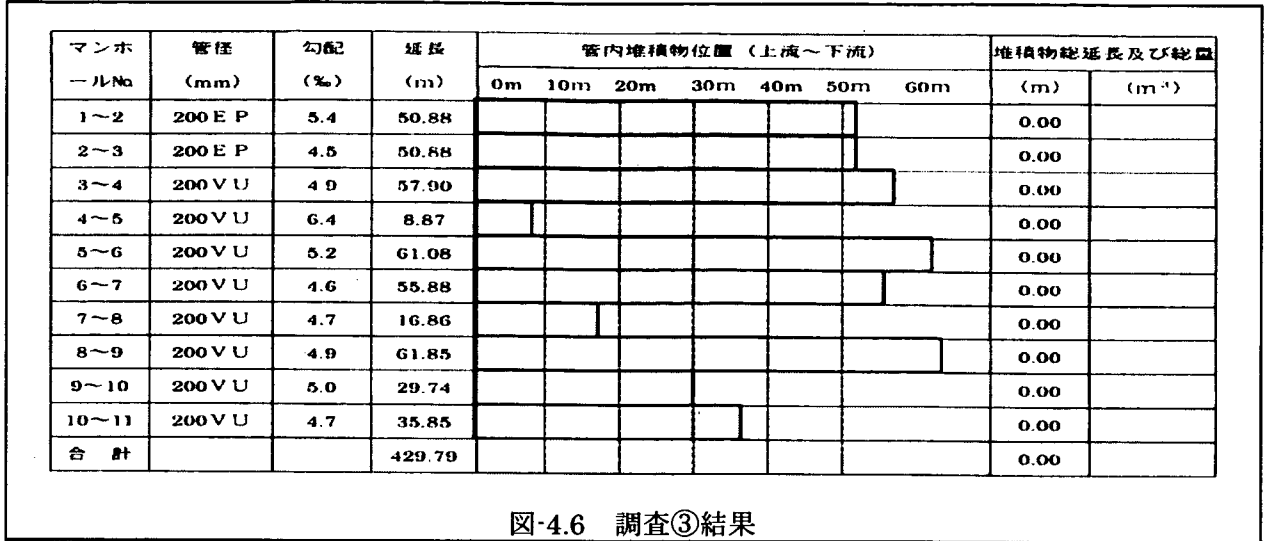
図-4.4 調査①結果

マンホールNo	管径 (mm)	勾配 (%)	延長 (m)	管内堆積物位置 (上流～下流)							堆積物総延長及び総量		
				0m	10m	20m	30m	40m	50m	60m	(m)	(m ³)	
1～2	200VU	5.5	48.52									7.6	0.0051
2～3	200VU	5.4	56.87									7.9	0.0051
3～4	200VU	5.2	56.59									2.9	0.0022
4～7	200VU	5.0	48.84									14.8	0.0089
5～6	200VU	5.1	60.89									4.0	0.0031
6～7	200VU	5.1	60.60									4.3	0.0009
7～8	200VU	5.4	56.90									20.0	0.0173
8～9	200VU	5.3	60.95									0.1	0.0000
9～10	200VU	5.6	51.48									5.2	0.0051
10～11	200VU	6.0	52.94									10.8	0.0045
11～12	200VU	4.8	60.90									10.3	0.0053
12～13	200VU	4.9	60.77									10.6	0.0120
13～14	200VU	4.8	60.96									0.5	0.0001
14～15	200VU	5.9	52.87									1.6	0.0022
15～16	200VU	4.6	27.17									0	0
16～17	200VU		41.38									2.8	0.0031
17～18	200VU		36.90									19.2	0.0273
18～19	200VU		32.87									0	0
台 計			928.40									122.6	0.1022

図-4.5 調査②結果

4.2.2 光南団地

光南団地では、ディスポーザー設置前後に調査を行った。設置前に行った調査③(図 4.6)では堆積物が発生していなかったが、設置 9 ヶ月後に行った調査④で(図 4.7)は堆積物が確認された。同一管渠のディスポーザー設置前後で堆積物が明らかに増えており、ディスポーザー設置により、管渠中の堆積物が増加することが確認された。限界堆積物量や堆積速度については、若葉団地と同様、引き続き調査を行い、明らかにしていく予定である。



4.2.3 新栄団地

新栄団地では、ディスポーザー設置前の事前調査を行った。ほとんどのスパンで堆積物が発生していなかったが、一部の極端にたわんでいる管渠区間で堆積物が確認された(図4.8)。

マンホールNo	管径 (mm)	勾配 (%)	延長 (m)	管内堆積物位置(上流～下流)						堆積物総延長及び総量		
				0m	10m	20m	30m	40m	50m	60m	(m)	(m ³)
1-2	250E1P		26.36								0	0
2-3	250E1P		10.92								0.1	0.0004
3-4	250E1P		14.91								0	0
4-5	250E1P		44.88								0	0
5-6	250E1P		11.88								0	0
6-7	250E1P		11.88								0	0
7-8	250E1P		28.75								5.1	0.0055
8-9	250E1P		24.93								5.8	0.0012
9-10	250E1P		13.01								14.9	0.0010
合計			313.52								26.2	0.0111

図-4.8 調査⑤結果

4.2.4 小括

本調査より、ディスポーザー設置区間の下流側を対象とした調査の結果、ディスポーザー設置前には確認されなかった堆積物が、設置後に調査区間の10～13%程度の箇所を確認された。堆積箇所では、年間で管体積の3～5%程度(平均1300cm³/m)増加した。管径20cmの管渠で、堆積深が6ヶ月で2cm程度増加しているところが多数確認されたが、流下阻害の発生は確認されなかった。一般に清掃が必要となる管渠の閉そく率は20%前後と言われており、「下水道維持管理指針」³⁾では管渠の持つ余裕以内の閉そく率で清掃またはしゅんせつを実施し、流下能力等に支障をきたさないようにしている。これまでの調査では清掃が必要な状況に至っていない。

5. 管渠勾配調査

管渠内の堆積物の発生と、管渠の物理的な状態との関連の確認を行うために、管渠勾配調査を実施した。若葉団地、光南団地のTVカメラ調査結果より、堆積物の多い区間を選定し勾配調査を実施した。

5.1 調査方法

本調査は、扶桑技研製WLI-03型水位測定器を用いて管底高を調べるにより行った。この装置の概要図を図-5.1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、注水したのち、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。図中のA点とB点の管底差を調べる場合は、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。

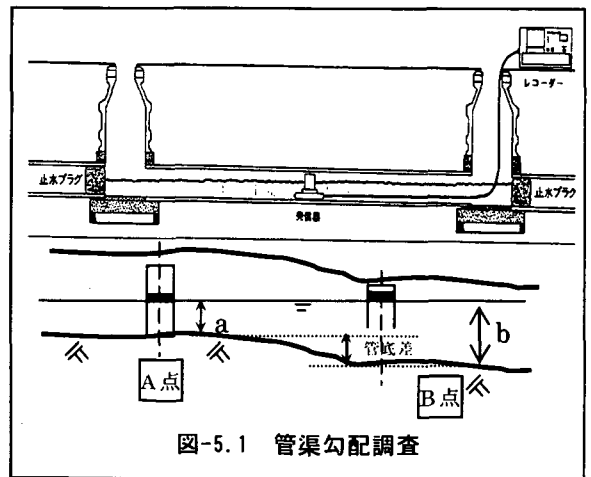


図-5.1 管渠勾配調査

- 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、同一箇所での測定を行い、水位差を把握しておく。

5.2 調査結果

勾配調査の結果から得た管渠勾配と堆積物堆積状況の比較の一部を、図-5.2 に示す。堆積箇所への傾向としては、管渠がたわみ、逆勾配、レベルになっている箇所では堆積が確認できる結果となった。管渠のたわみの発生箇所は、マンホール直上下流が比較的多かった。

6. 堆積物、付着物性状調査

ディスポーザー設置後の調査時に、多くの管渠で壁面に付着している物質が確認された(図-6.1)。そこで、ディスポーザー設置区域の管渠で、堆積物と付着物の採取を行いその性状を分析した。採取した堆積物について、組成、粒径分布、強熱減量の分析を行った。付着物については、外観及び顕微鏡観察、赤外吸収スペクトルの測定を行うことにより、成分の特定を行った。なお、この付着物は、管渠の末端部分のみ観測されている。

6.1 採取方法

図-6.2 に堆積物、付着物の採取地点を示す。本調査では堆積物、付着物をマンホールの管口から写真 1.2 のような器具を使い、人力で採取した。そのため、採取時に堆積物、付着物を直視することはできず、正確に採取することは難しい。そこで採取マンホールの反対側から TV カメラを入れ、その画面をモニタリングしながら採取を行った。

採取地点での採取量は少量であるため、各採取地点で試料を付着物、堆積物別にまとめ、それぞれの試料とした。

各採取地点の採取状況を表-6.1 に、調査手順を以下に示す。

1. 止水プラグを取り付け、TV カメラを調査管渠に入れる。
2. TV カメラを自走させ、管口付近に堆積物、付着物があった場合は堆積物を TV カメラの映像で捉えておく。
3. 堆積物、付着物を捉えた映像モニターを採取マンホールの中まで運ぶ。
4. モニターを見ながら、試料の採取を行う。採取した試料は 500ml ポリビンに入れ、5℃程度に冷却しながら、国総研まで運搬した。

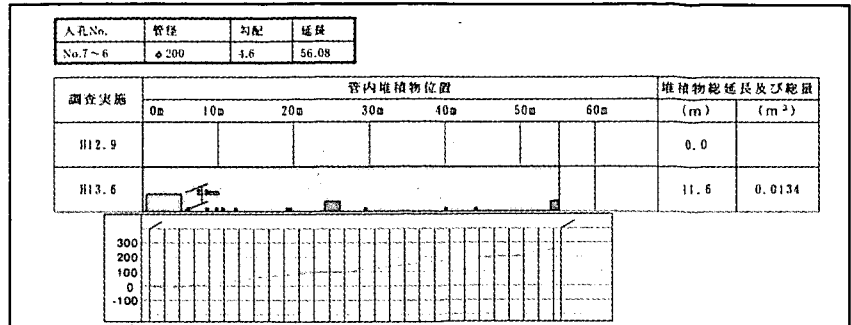
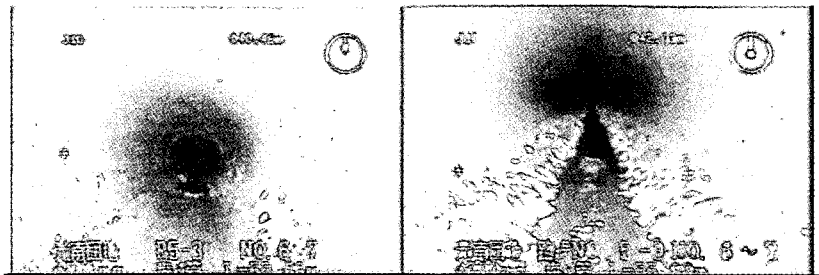


図-5.2 管渠勾配と堆積物堆積状況



光南団地 NO6~7 管径: φ200mm 材質: VU (塩ビ管) 勾配: 4.8~5.0‰
設置前 (5年間無清掃) H12.8 撮影 設置後 (9ヶ月経過時点) H13.6 撮影

図-6.1 ディスポーザー設置前後の管渠状況 (付着物)

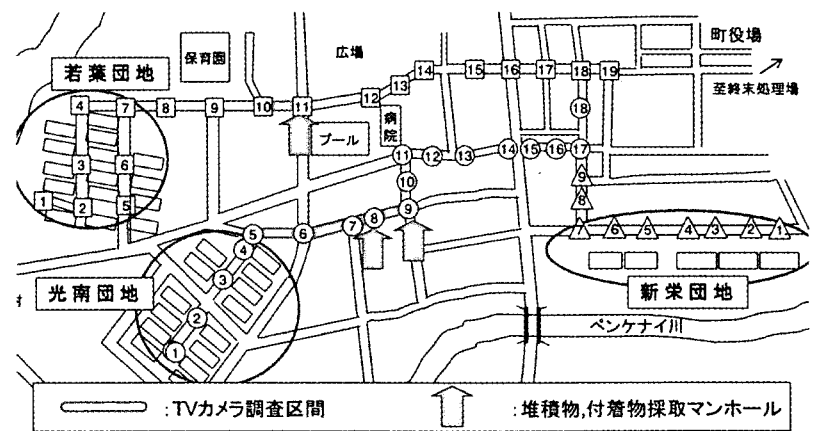


図-6.2 堆積物、付着物の採取地点

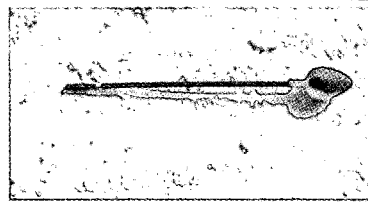


写真1 小さい柄

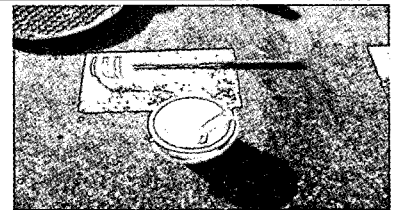


写真2 釣竿を工作した道具

表-6.1 採取状況

	試料採取管渠	採取方法	採取物	
			付着物	堆積物
光南	NO9人孔の直上流	管壁部の付着物を小さい柄で回収した。	○	×
	NO9からNO8	TVカメラが管渠内自走撮影時に、浚ってきた堆積物をNO8人孔で回収した。	×	○
	NO8人孔の直上流	管壁部の付着物をモニターで見ながら、釣竿を工作した道具で回収した。	○	×
若葉	NO11人孔の直流	管壁部の付着物と堆積物をモニターと釣竿を工作した道具で回収した。	○	○

6.2 分析方法

(1) 堆積物

組成: 堆積物を一定量採取し、ピンセットを用いて、目視により卵殻、貝殻、砂、その他に分類した後、乾燥させ重量を測定した。

粒径分布: 堆積物を一定量採取し、ふるいを使い粒径分布を取った。

強熱減量: 下水試験法に基づいて、測定を行った。

(2) 付着物

強熱減量: 下水試験法に基づいて、測定を行った。

外観及び顕微鏡観察: 外観により試料を大別し、それぞれ光学顕微鏡下で観察を行った。

赤外吸収スペクトルの測定: 赤外吸収スペクトルの測定を行い、スペクトルの類似性から、試料を形成するものを推定した。

6.3 分析結果

(1) 堆積物

図-6.3に堆積物の分析結果を示す。堆積物のほとんどが卵殻であった。歌登町では貝殻は不燃物として収集されていたため、ディスポーザーで処理されず、堆積物中の組成比率が低かったのではないかと考えられる。粒径分布では粒径が1.0mm以上のものが7割を占めていた。また、強熱減量は5.4%であり堆積物の大部分は無機物であった。

(2) 付着物

試料の70.8%が強熱減量で大半が有機物と考えられる。単位体積重量は1.0~1.1程度であった。

試料は外観から白色半透明のゲル状物質、白色の固形物質、黒~茶色の物質の3種類に大別され、それぞれ試料①~③とした。試料中の割合としては、試料①が大部分を占めている。それぞれの物質を光学顕微鏡下で観察した。試料①は多数の菌体を主体とし、そのほかに筋組織、植物性繊維、植物片、赤褐色の不定型な物質等が認められた。また、試料②、③には物質を特定することができる特徴的な形状は認められなかった。

試料②の赤外吸収スペクトルを測定したところ、2種類のスペクトルが得られ、それぞれ脂肪酸の金属塩、炭酸塩に由来すると考えられる吸収ピークが認められた。また、試料③のスペクトルはフェノール樹脂のスペクトルと類似性が認められた。

以上より、試料の大部分が有機物であり、その構成物は、生物膜、脂肪酸の金属塩及び炭酸塩、フェノール樹脂と推測された。

7. 硫化物調査

下水道施設内の特定環境下で発生する硫化水素による施設の腐食や悪臭が問題となっており、ディスポーザー設置により硫化水素発生が助長する恐れがある。その根拠として、ディスポーザー設置により有機物の負荷が大きくなることが確認されている²⁾。また、汚水中の硫化物濃度予測には有機物を指標とした

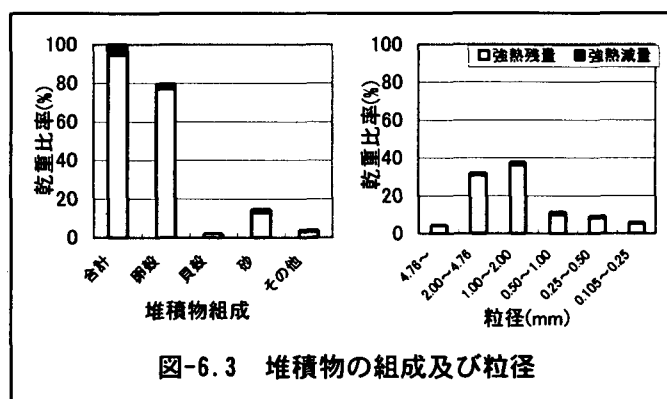


図-6.3 堆積物の組成及び粒径

硫化物生成予測式⁴⁾が提案されており、有機物濃度が高くなると硫化物生成速度が速くなる。以上の要因から、ディスポーザーを設置することにより、硫化水素の発生を促進する可能性がある。本調査では歌登町の実管渠における硫化水素ガス濃度の測定を実施した。また、圧送管、伏せ越し、ポンプ井などを想定した汚水中の硫化物濃度の経時変化を室内実験により調査した。

7.1.1 現地調査概要

管渠内の硫化水素濃度について、ガステック製拡散式硫化水素測定器 GHS-7AT による連続測定を行った。この硫化水素測定器の特徴は、機械内にデータログが組み込まれているため、測定器回収後にパソコンでのデータの読みとりが可能という点である。マンホールの蓋を開放した状態で測定しても、硫化水素ガスがマンホールから外に逃げてしまうため正確な測定値を得ることができないが、本調査に用いた硫化水素測定器では、マンホールの蓋を閉めた状態で長時間の調査が可能である。硫化水素測定器の設置箇所はディスポーザー設置済みである若葉団地、光南団地、処理場手前のポンプ場（手前のマンホール）調査地点の3箇所である。硫化水素測定器設置マンホールを図-7.1に示す。硫化水素測定器は足掛け金物に紐を結びつけて、インバートから50cmの高さになるように設置した。硫化水素測定器の設置期間は平成14年2月4～14日の10日間である。

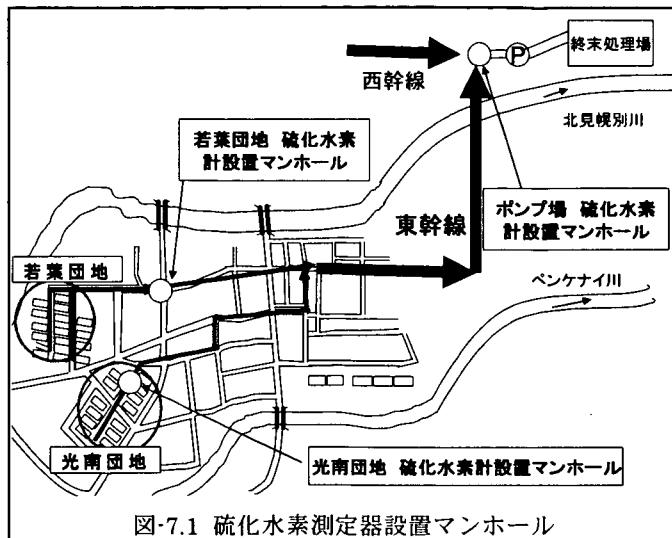


図-7.1 硫化水素測定器設置マンホール

7.1.2 現地調査結果

いずれの調査地点でも硫化水素は検出されなかった。

7.2.1 室内実験概要

(1) 圧送管路、伏せ越し

圧送管路、伏せ越しなどの施設では、常に満管状態であるため、自由水面からの再曝気がなく汚水が嫌気化しやすく、硫化水素発生の原因になることが多い。そのため、本実験では圧送管路、伏せ越しを想定した。フランビンに密閉した汚水、ディスポーザー排水を容量比で1%混ぜた汚水を7本準備し、20℃の恒温室に静置することにより温度管理した。密閉後0, 60, 120, 240, 360, 720, 1440min毎にフランビンを開け、汚水中の全硫化物、溶存硫化物を測定した。全硫化物は下水を酸性域（pH1.0～1.5）にpH調整した後、N₂パージによる発生ガスを全量捕捉し、荏原実業製の硫化物測定用検知管を用いて測定した。溶存硫化物は中性域（pH約7.0）にpH調整した後、N₂パージによる発生ガスを全量捕捉し、荏原実業製の硫化物測定用検知管を用いて測定した。全硫化物と溶存硫化物の違いは、全硫化物では硫化鉄などの金属塩と結合している硫化物も含むのに対し、溶存硫化物は金属塩が含まれないことである。

実験は3回行い、その平均値を実験結果としてまとめた。

(2) ポンプ井

厨芥のうち野菜くずなどの比重の軽い成分が、ポンプ井でスカムになる。運転中のポンプ井では、水面に発生したスカムは掃流されにくい²⁾。また、1日のうちの運転時間が短く、長時間に渡り汚水がポンプ井に滞留するようなポンプ施設である場合は汚水が嫌気化しやすく、厨芥が長時間に渡り堆積する。本実験ではポンプ井での長時間の滞留を想定した実験を行った。

実験はアクリル製φ180の5L容器に4Lの「汚水」、「厨芥（重量比で5%）+汚水」の2系列の試料をいれ、水浴上で20℃に温度管理した。汚水は茨城県霞ヶ浦浄化センターに流入する汚水を用いた。採水は0, 3, 6, 12, 24, 48, 120hrの7回行った。その際、試料をなるべく乱さないようサイフォンにて採水を行い、汚水中の全硫化物、溶存硫化物を測定した。

実験は4回行い、その平均値を実験結果としてまとめた。また、「厨芥（重量比で1%）+汚水」で同様

の実験を1回行った。

7.2.2 室内実験結果

(1) 圧送管路、伏せ越し

実験結果を図-7.2に示す。360minまでは全硫化物、溶存硫化物ともにほとんど変わらないが、それ以降はディスポーザー排水を混入させた系列の硫化物濃度が高くなった。

(2) ポンプ井

実験結果を図-7.3に示す。溶存硫化物の粉碎厨芥1%の系列で硫化物濃度が低くなったが、それ以外は厨芥の量が多いほど硫化物濃度が高くなった。

7.3 硫化水素調査結果

現地調査では、硫化水素が未検出であった。平成12年度の9月4～11日に行った調査でも、ほとんど硫化水素が発生していなかったことから、歌登の管渠条件では硫化水素が発生しないものと考えられる。室内実験の結果では、通常の汚水に比べてディスポーザー排水、粉碎厨芥入りの汚水の方が高硫化物濃度となった。汚水中の硫化物は、汚水が管渠を流下することや管渠中にある段差で段落ちすることなどにより、気相中に硫化水素として放散する。そのため、ディスポーザーを設置することにより硫化水素の発生量が増える可能性がある。

8. 処理場調査

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。

本年度は、前年度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。

8.1 調査対象

本調査で対象としている歌登町特定環境保全公共下水道（計画人口：2,110人、計画面積：110ha）では、前述したように、ディスポーザーの設置を段階的に行っており、最終的には300世帯（約600人）にディスポーザーを設置する予定である。ここで、ディスポーザーの設置状況を表-8.1に示す。

また、同下水道における終末処理場は処理方法としてOD法を採用しており、日最大処理水量は約1,200m³となっている。

8.2 12年度の調査概要

12年度は、ディスポーザーの普及がまだ少ない段階でのデータを把握する目的で、以下の調査を行った。

- 1) 流入水質及び処理水質の日間変動および週間変動の調査
- 2) し渣、余剰汚泥および脱水汚泥の発生量・性状の調査
- 3) 活性汚泥の酸素利用速度及び硝化速度試験
- 4) 反応槽内の流速、MLSS、DO分布の把握

これらの調査の結果、流入水量に関しては、時間変動率（時間最大水量/時間平均水量）は150～180%で、OD法での平均的な変動率であった。水量及び水質のピークは、最大側が9～11時及び20～22時に見られ、

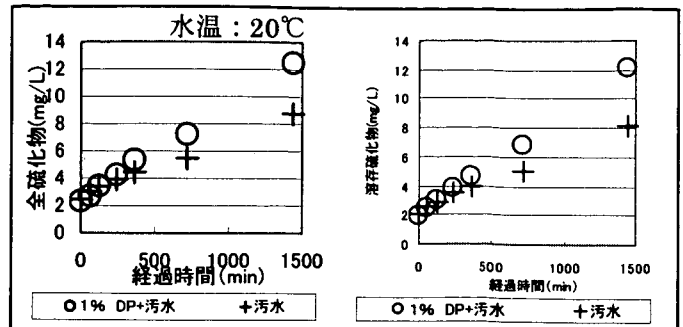


図-7.2 室内実験結果（圧送管路、伏せ越し）

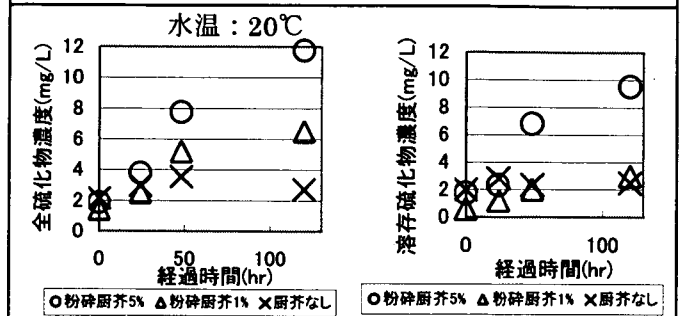


図-7.3 室内実験結果（ポンプ井）

表-8.1 ディスポーザーの設置状況

	設置戸数 (戸)	設置人口 (人)	下水道接続 戸数(戸)	下水道接続 人口(人)	世帯普及率 (%)	人口普及率 (%)
H11(1999)年度	50	80	777	1767	6.44	4.53
H12(2000)年度	114	212	777	1788	14.67	11.86
H13(2001)年度	180	323	777	1788	23.17	18.06
H14(2002)年度	300	(予定)				

最小側は2～4時に見られた。

また、SS、COD、BOD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。窒素に関しては、ほぼ硝化が完了していたが、最終沈殿池越流水のpHは6.0と低くなっていた。

8.3 調査方法

処理場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、分析を行った。分析方法は3.1で示した方法で行い、特記なき項目については、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

13年度は、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、COD_{Cr}、D-COD_{Cr}、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、ノルマルヘキサン抽出物質

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、COD_{Cr}、D-COD_{Cr}、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、ノルマルヘキサン抽出物質

3) し渣

採水場所：処理場スクリーン装置

採水頻度：通日（14時から翌日12時まで）で4時間毎に採取した。

測定項目：重量、含水率、TS、VS、COD_{Cr}、T-N、T-P、ノルマルヘキサン抽出物質

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、含水率、TS、VS、COD_{Cr}、T-N、T-P、ノルマルヘキサン抽出物質

(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、採取した試料の一部を当所へ送付し、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、COD_{Cr}、D-COD_{Cr}、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、COD_{Cr}、D-COD_{Cr}、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であり、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、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一次処理実験を行うことで、最初沈殿池でのディスポーザー導入の影響を把握することにした。

1) 実験箇所（供試水採取場所）

・第1ポンプ場：終末処理場流入水（ディスポーザー普及率：約20%）

・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%）

2) 実験方法

各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、10(m/d)、20(m/d)、40(m/d)の3段階でそれぞれ処理実験を行った。

(4) その他

・処理状況等の観測

現在の処理状況や今後の影響予測の基礎資料として、流入水中の易分解性有機物濃度の測定や、反応槽内の酸素消費速度、硝化速度、流速分布等の測定を行った。

・基礎データ収集

調査と同時に、運転管理データや定期（法定）水質調査結果についても収集を行った。

調査と同時に、運転管理データや定期（法定）水質調査結果についても収集を行った。

8.4 調査結果

(1) 通日調査

通日調査の調査結果を図-8.1に示す。流入水の水量や各水質項目ともに、人間の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

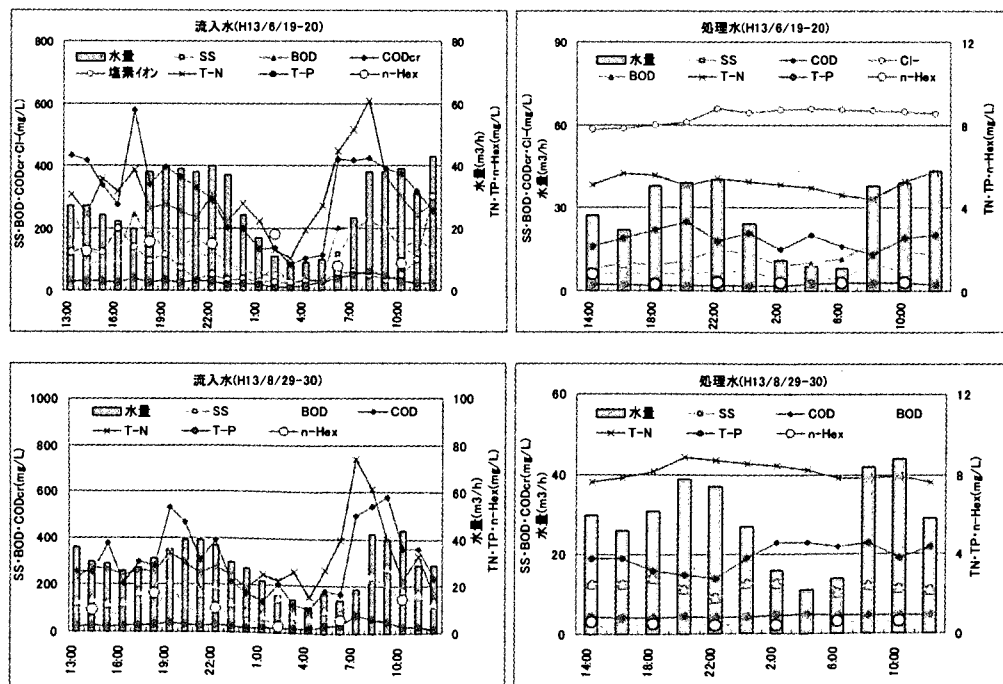


図-8.1 通日調査結果

するため、ディスポーザー普及率が異なる12年度と13年度の結果を比較した。図-8.2に流入水性状の時間変動の変化を検討するため、流入水量及び流入水質について、各調査日ごとに、最大値と平均値との比を比較した結果を示す。

その結果、ディスポーザーの普及率が上がっても、ほとんどの項目で逆に低下したり、日間変動の影響等でばらついており、明確な影響は把握できなかった。

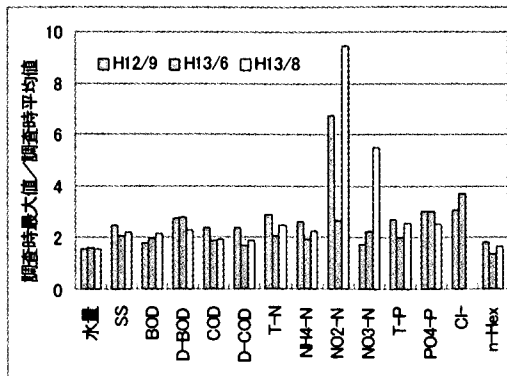


図-8.2 流入水性状の最大値と平均値との比

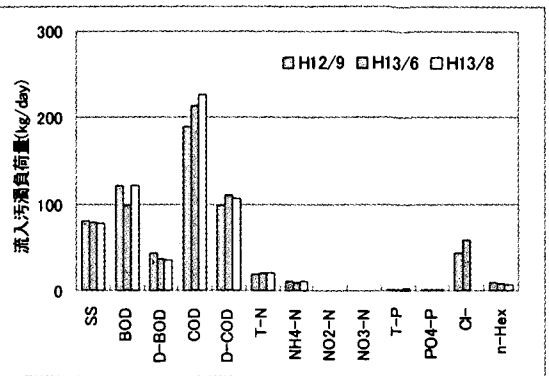


図-8.3 流入汚濁負荷量

また、各調査ごとの流入汚濁負荷量を水質項目別に図-8.3に示す。

流入汚濁負荷量についても、図-8.2の流入水性状の変動比の場合と同様に日変動の影響もあって、各調査および各項目で結果がばらついており、ディスポーザー導入による明確な影響は現時点では確認できなかった。

(2) 定期調査

図-8.4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。

1999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増加傾向が認められた。しかしながら、流入水量も若干増加しているため、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、増加要因の分離を行った。その相関図を図-8.5に示す。BOD流入汚濁負荷量及び脱水ケーキ発生量は、流入水量の増加度と比較して明確に大きいとは言えず、現時点ではディスポーザーの影響は確認できなかった。なお、脱水機の処理能力(濃縮汚泥ベースで2.5m³/h)に対

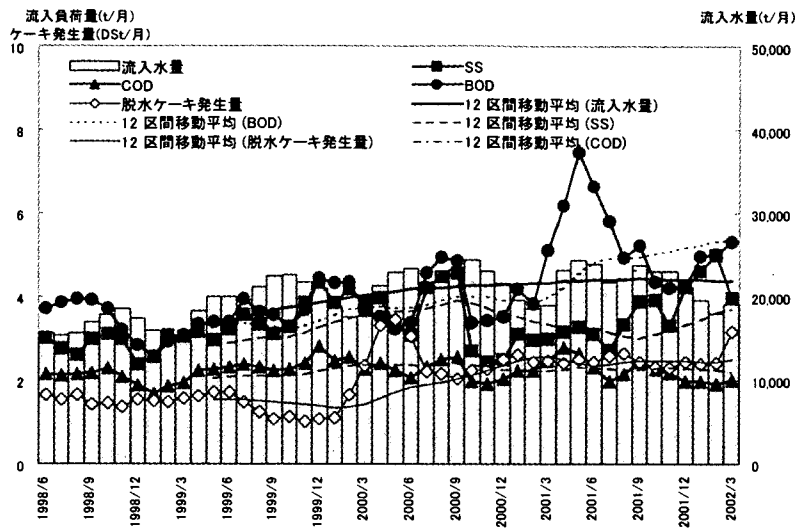


図-8.4 流入水量及び流入汚濁負荷量の経年変化

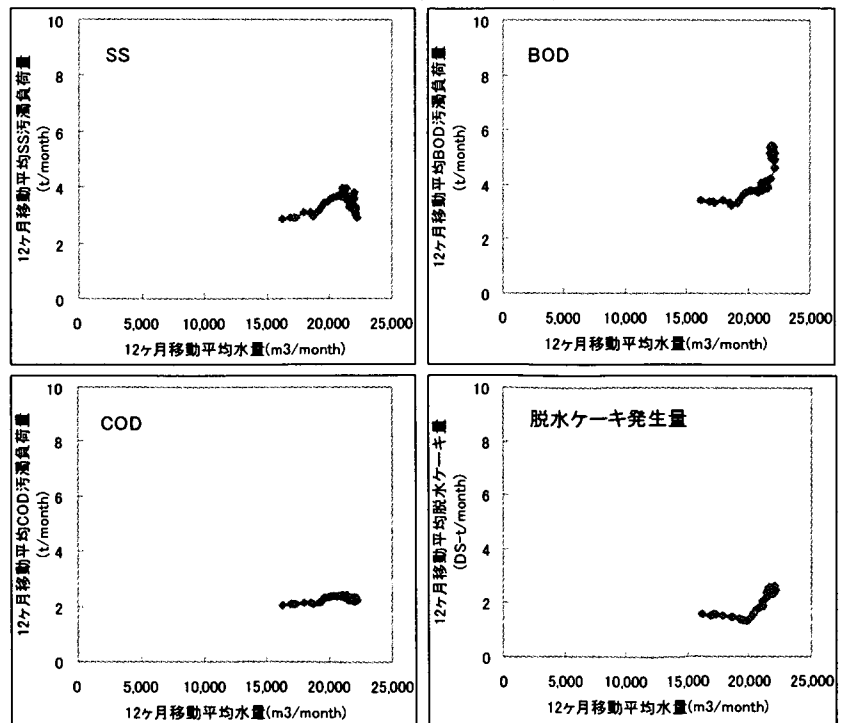


図-8.5 流入水量と汚濁負荷量・脱水ケーキ量との相関

して、発生汚泥量は十分に小さく、処理能力が制限因子にはなっていない。

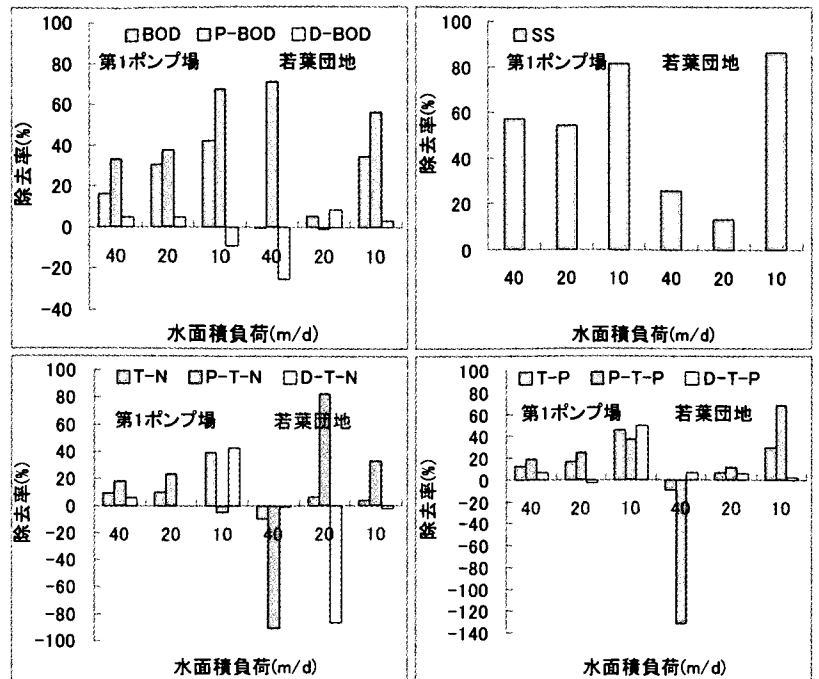
また、処理水については、ディスポーザー導入に起因する変化は確認できなかった。

(3) 最初沈殿池模型実験

図-8.6に、各地点及び各水面積負荷における各水質項目の除去率を示す。

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は、若葉団地での結果の方が、水面積負荷による除去率の変動度合いが大きい。これらは実験時刻が異なることによる流入性状の差や実験機器の不調による影響等もあることから、ディスポーザー導入による影響とは確認できなかった。



*若葉団地の水面積負荷：40(m/d)のケースは機器不調のため参考値

図-8.6 最初沈殿池模型実験における除去率の比較*

8.5 まとめ

現時点（ディスポーザー設置率：約20%）では、下水処理場への流入水質や発生汚泥量等には、ディスポーザーの影響は、明確には認められなかった。

今後は、さらに設置率が高まった場合の追跡調査を引き続き継続して、影響の把握に努める予定である。

9. 結論

- ・新築団地ではディスポーザー設置後に汚濁負荷量が増加していたが、光南団地ではディスポーザー設置後に減少していた。原因としては、管末の調査であるため、水質の時間変動などが影響しているものと考えられる。そのため、ディスポーザーの設置により汚濁負荷量が増えるかどうかは言及できなかった。
- ・ディスポーザー設置前には確認されなかった堆積物がディスポーザー設置後に調査区間の10～13%で確認され、堆積区間の平均堆積量は1300cm³/mであった。堆積箇所の傾向としては、管渠がたわみ、逆勾配、レベルになっている箇所で堆積物が確認された。堆積物は主に卵殻であった。
- ・ディスポーザー設置により管壁の付着物が増加することが確認され、バイオフィームや有機物を主成分としていることが確認された。
- ・現地における硫化水素の測定では未検出であった。去年の調査でもほぼ未検出であったため、歌登町の管渠条件では硫化水素は発生しないものと考えられるが、室内実験ではディスポーザー排水、厨芥量が多いほど、汚水中の硫化物は高くなった。
- ・現時点（ディスポーザー設置率：約20%）では、下水処理場への流入水質や発生汚泥量等には、ディスポーザーの影響は、明確には認められなかった。

参考文献

- 1) 三谷哲也、「ディスポーザー実証実験への取り組み」、環境新聞（平成12年9月6日）第17面
- 2) 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、ディスポーザー普及時の影響判定の考え方（案）、pp6～8、p13
- 3) (社)日本下水道協会、下水道維持管理指針 管渠施設編 -1991年度版、p105
- 4) 越智孝敏、堀江崇、田中修司、下水道管渠学、p199