

総合科学技術会議 科学技術連携施策群
総合的リスク評価による化学物質の安全管理・活用のための研究開発
—平成21年度対象施策 成果報告会—
「化学物質管理における「安全」と「安心」」

水環境における微量化学物質の実態と その水生生物への影響評価

独立行政法人土木研究所
水環境研究グループ(水質チーム)
南山瑞彦 小森行也 鈴木穰



Public Works Research Institute

土木研究所 水環境研究グループ(水質チーム) の医薬品に関する研究課題



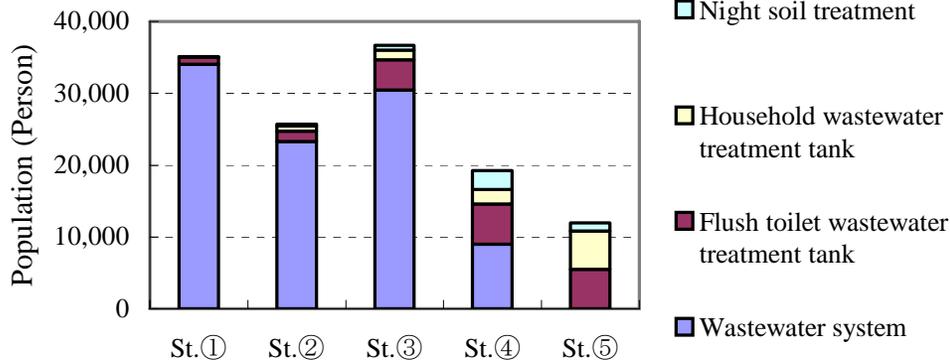
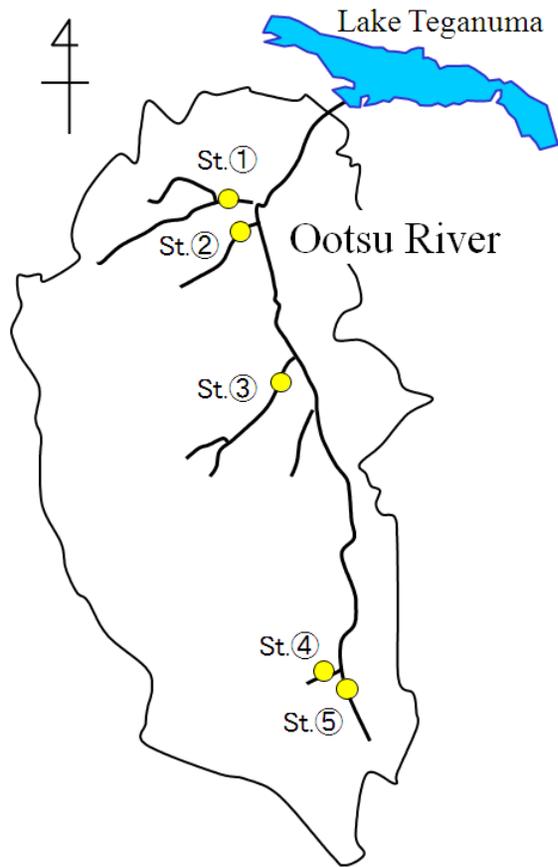
生理活性物質の水環境中での挙動と生体影響に関する研究
(平成18年4月1日～平成23年3月31日)

水環境における医薬品に関する研究課題

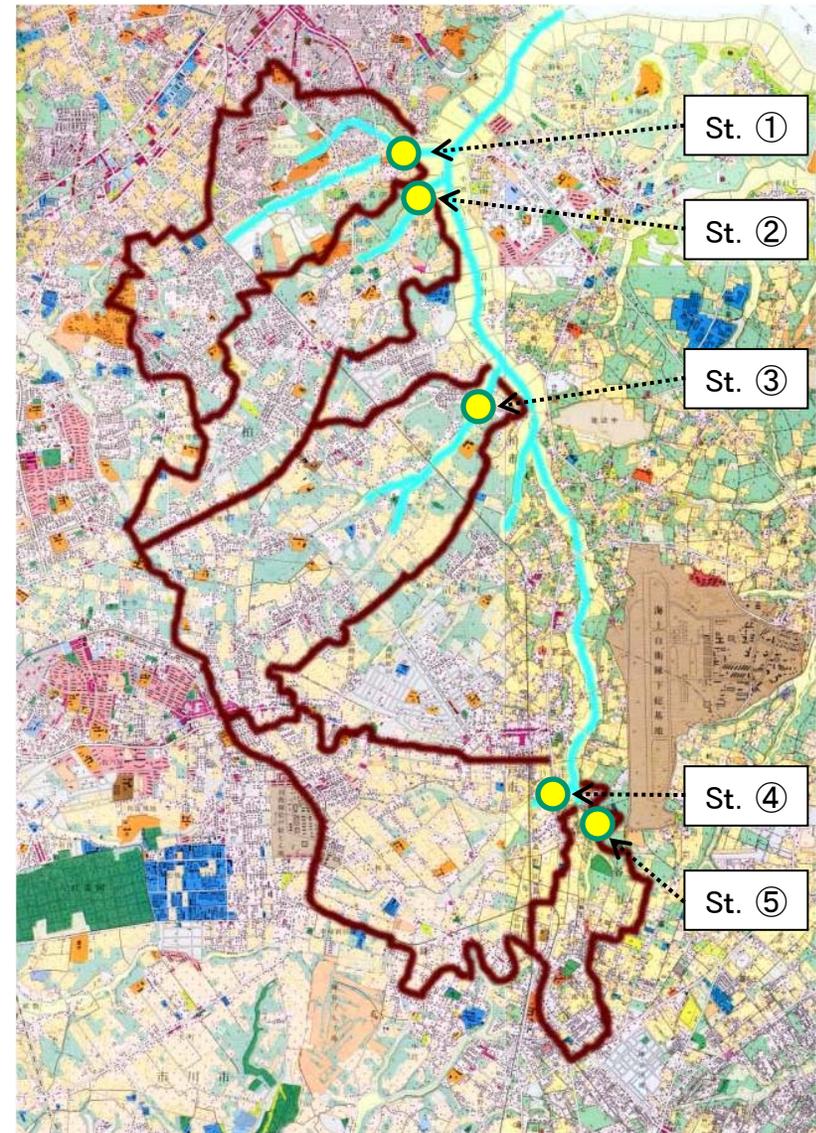
- 調査・研究対象物質の選定
- 分析方法
- 実態把握(河川・下水道)
- 挙動把握(河川・下水道)
- 生物影響(急性毒性・慢性毒性)
- 薬剤耐性菌
- ↓
- 環境影響評価
- 対策技術(除去技術)

生活排水の処理状況が異なる都市域小河川における医薬品の
存在実態と生態リスク初期評価

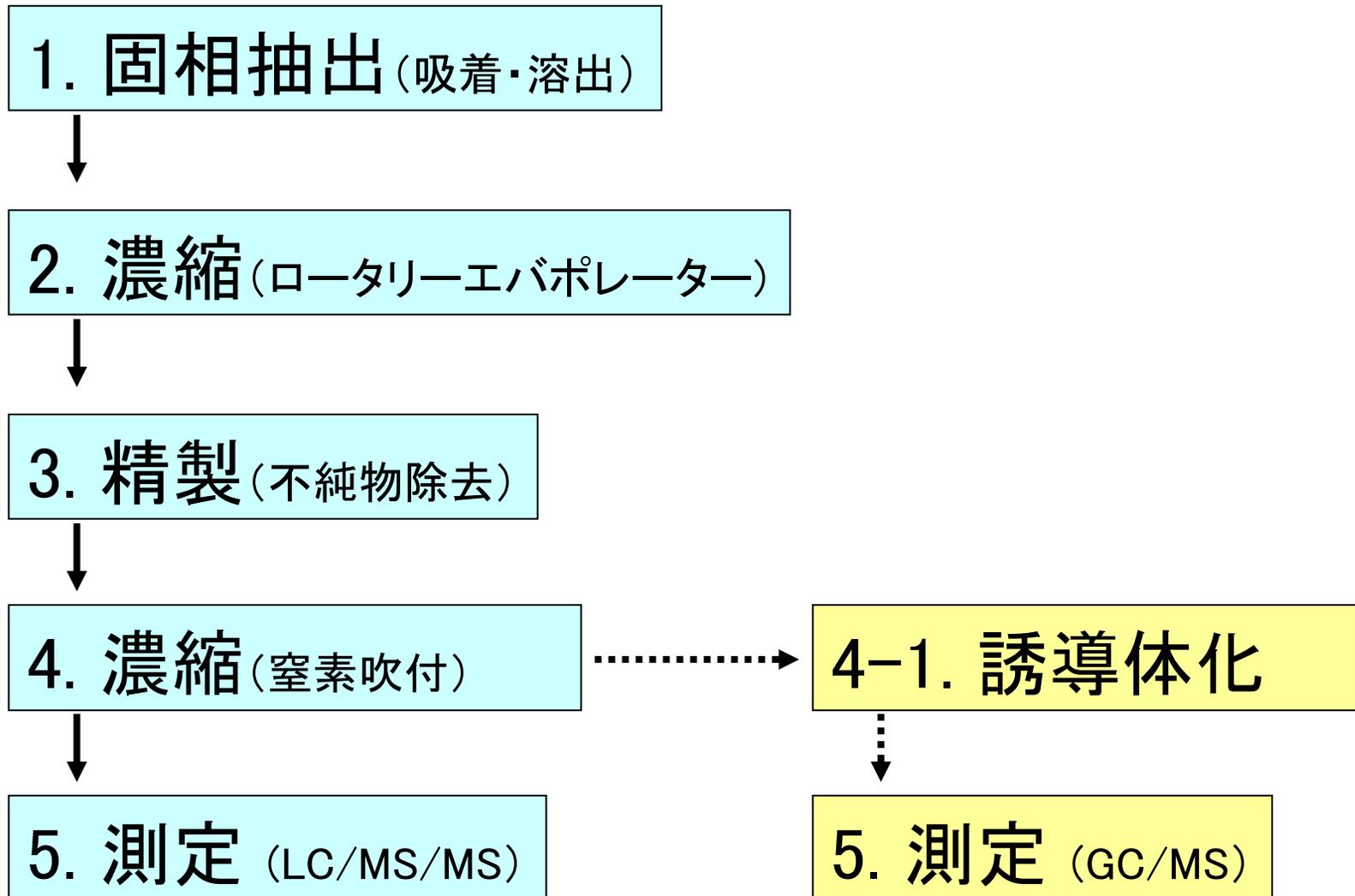
調査地点



調査地点集水域の生活排水処理状況



分析方法 (小西ら²⁾、の宝輪ら⁴⁾の方法に準拠)



LC/MS/MSによる一斉分析(95物質)

No.	研究対象物質	CAS	使用対象	用途等	試薬入手先	規格	純度
1	acetaminophen	103-90-2	人用	解熱鎮痛消炎剤	和光純薬	一級	min.97.0%
2	acetazolamide	59-66-5	人用	利尿剤	和光純薬	-	-
3	amitriptyline	50-48-6	人用	神経系用剤	和光純薬	生化学用	min.99.0%
4	amoxicillin	26787-78-0	両用	抗生物質	和光純薬	生化学用	min.95.0%
5	ampicillin	69-53-4	両用	抗生物質	和光純薬	生化学用	min.96.0%
6	antipyrene	60-80-0	人用	解熱鎮痛消炎剤	和光純薬	生化学用	min.99.0%
7	atenolol	29122-68-7	人用	不整脈用剤	和光純薬	生化学用	min.98.0%
8	azithromycin	83905-01-5	人用	抗生物質	和光純薬	-	-
9	benzylpenicillin	61-33-6	両用	抗生物質	和光純薬	生化学用	-
10	bezafibrate	41859-67-0	人用	高脂血症用剤	和光純薬	-	-
11	bromovalerylurea	496-67-3	人用	抗不安剤	和光純薬	生化学用	min.98.0%
12	caffeine	58-08-2	人用	強心剤	和光純薬	特級	min.98.5%
13	carbamazepine	298-46-4	人用	抗てんかん剤	和光純薬	生化学用	min.97.0%
14	carbazochrome	69-81-8	人用	止血剤	和光純薬	生化学用	min.99.0%
15	chloramphenicol	56-75-7	両用	抗生物質	関東化学	残農試験用	99.5%
16	chlormadinone acetate	302-22-7	両用	混合ホルモン	和光純薬	生化学用	min.98.0%
17	chlorpromazine	50-53-3	両用	神経系用剤	和光純薬	生化学用	min.99.0%
18	chlortetracyclin	57-62-5	両用	抗生物質	和光純薬	HPLC用	min.98.0%
19	citicoline	987-78-0	人用	他の循環器用薬	和光純薬	生化学用	min.98.0%
20	clarithromycin	81103-11-9	人用	抗生物質	和光純薬	生化学用	-
.							
.							
.							
.							
90	thiamphenicol	15318-45-3	両用	合成抗菌剤	和光純薬	HPLC用	min.99.0%
91	tilmicosin	108050-54-0	動物用	抗生物質	林純薬	-	min.90.6%
92	tolbutamide	64-77-7	両用	糖尿病用剤	和光純薬	生化学用	min.99.0%
93	tolperisone	728-88-1	人用	鎮けい剤	和光純薬	生化学用	min.98.5%
94	trimethoprim	738-70-5	両用	合成抗菌剤	和光純薬	HPLC用	min.99.0%
95	verapamil	52-53-9	人用	血管拡張剤	和光純薬	生化学用	98%

注) 残農試験用:残留農薬試験用, 残動試験用:残留動物薬試験用

96	clofibrate	高脂血症用剤
97	thymol	殺菌剤
98	triclosan	殺菌剤

GC/MSによる分析(3物質)

合計(98物質)

一般水質項目の分析結果

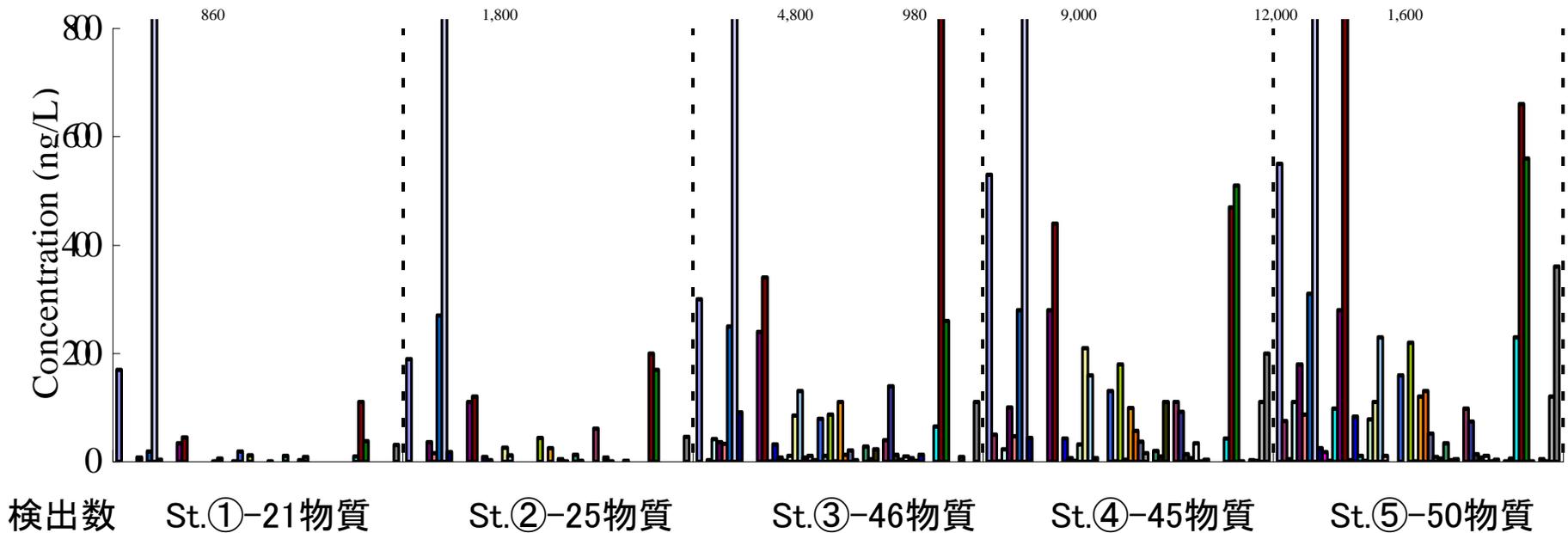
(試料採取日:2007年1月29日)

Sampling site (Time)	St.① (13:00)	St.② (13:30)	St.③ (11:30)	St.④ (11:00)	St.⑤ (10:40)
Water temperature (°C)	12	11	11	11	13
pH (-)	7.9	8.4	7.5	7.1	7.3
DO (mg/L)	10	15	9.3	3.4	2.3
DOC (mg/L)	0.8	3.0	2.8	4.1	6.6
NH ₄ -N (mg/L)	0.1	0.7	3.3	5.5	6.4
T-N (mg/L)	6.8	9.5	9.4	14	13
T-P (mg/L)	0.06	0.35	0.24	0.71	0.92
Flow rate (m ³ /s)	0.09	0.06	0.08	0.10	0.09

DO, DOC, NH₄-N, T-N, T-Pの値からSt.①は人為汚染が小さく, St.④, St.⑤は強い人為汚染がみられ, St.②, St.③はその中間の汚染状況。

下水道整備により生活排水の多くを調査流域外へ排出している地点では人為汚染が小さく, 生活排水の多くを未処理あるいは単独・合併処理浄化槽により処理している地点では人為汚染が強い傾向がみられる。

各調査地点における医薬品分析結果



- ・ St.①, St.②では他の調査地点に比べ検出物質数が少なく, 検出濃度も低い。
- ・ St.④, St.⑤では他の調査地点に比べ検出物質数が多く, 検出濃度も高い。



人為汚染が小さい地点では, 検出された医薬品数が少ないとともに検出濃度も低く, 人為汚染が強い地点では, 検出された医薬品数も多く, かつ検出濃度も高い傾向がみられた。

各調査地点における医薬品負荷量(g/day)と人口(人)



No.	Analyte	St.①	St.②	St.③	St.④	St.⑤
1	acetaminophen	1.4	1.0	2.1	4.8	4.2
7	atenolol	0.064	0.20	0.25	0.90	1.4
10	bezafibrate	0.15	1.5	1.7	2.5	2.3
12	caffeine	6.9	9.9	33	81	91
13	carbamazepine	0.033	0.099	0.63	0.39	0.19
20	clarithromycin	0.27	0.60	1.7	2.5	2.1
23	crotamiton	0.36	0.66	2.3	3.9	12
32	disopyramide	0.0068	0.14	0.59	1.9	0.83
33	erythromycin	0.050	0.066	0.90	1.4	1.7
42	ibuprofen	0.096	0.24	0.60	1.6	1.7
50	mefenamic_acid	0.027	0.027	0.15	0.33	0.33
53	metoclopramide	0.0060	0.0060	0.021	0.14	0.14
55	N,N-diethyl-m-tolamide	0.088	0.071	0.19	0.18	0.26
61	ofloxacin	0.076	0.33	0.28	0.99	0.74
86	sulpiride	0.90	1.1	6.8	4.2	5.0
89	theophylline	0.30	0.93	1.8	4.6	4.2
98	triclosan	0.25	0.25	0.76	1.8	2.7
population		1,073	2,413	6,180	10,269	11,950

負荷量 小

負荷量 大

St.①の負荷量が最も小さく、St.②、St.③、St.④、St.⑤の順に負荷量が大きくなっている。調査流域からの人用医薬品の排出源は、基本的に人であると考えられ、流域内の人口(下水道人口を除く)が大きいほど排出負荷量大きい傾向が見られる。

各調査地点における一人当たりの医薬品負荷量(mg/day・人)

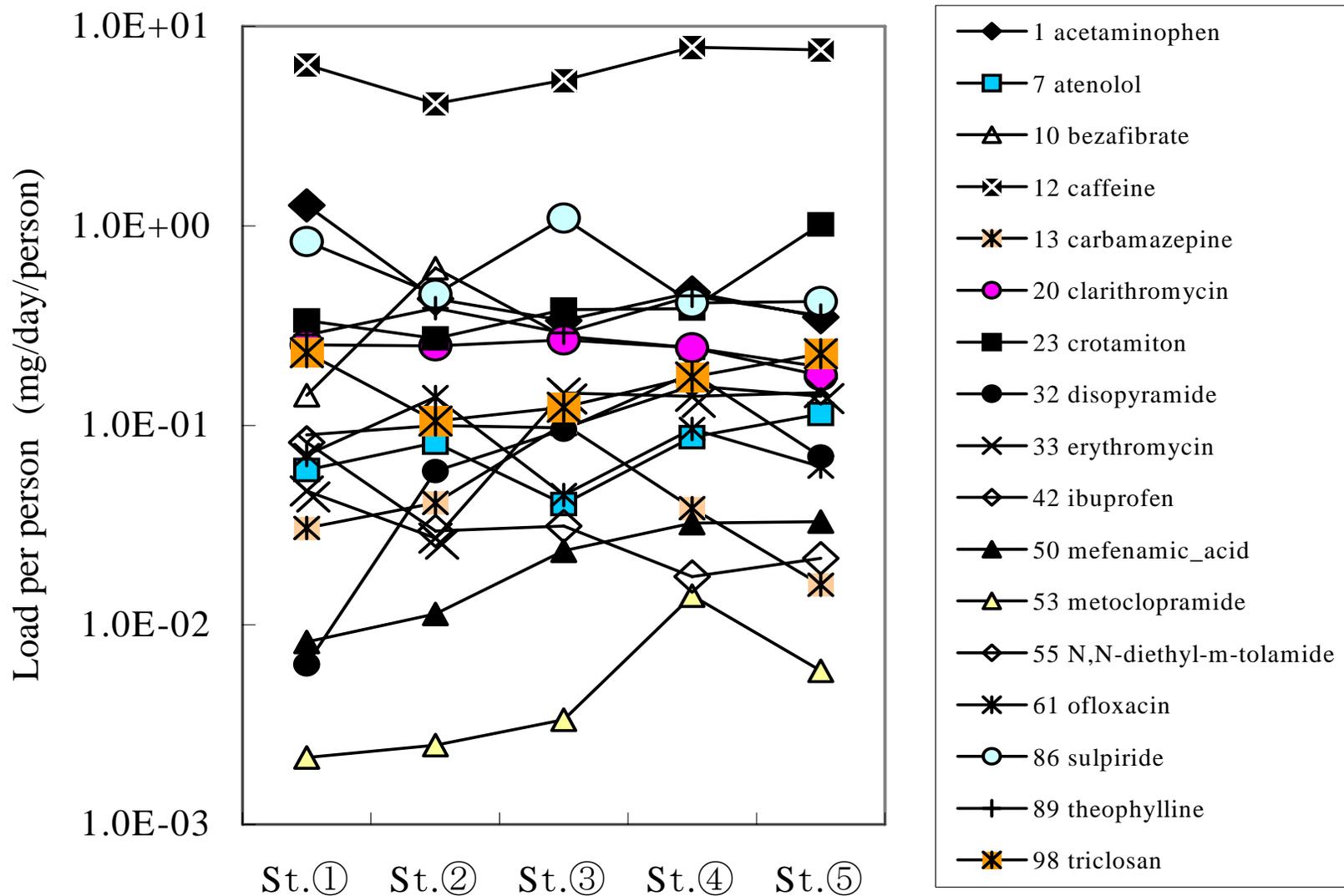


No.	Analyte	Pollutant load per person
1	acetaminophen	0.57 ± 0.39
7	atenolol	0.077 ± 0.028
10	bezafibrate	0.30 ± 0.19
12	caffeine	6.3 ± 1.6
13	carbamazepine	0.045 ± 0.033
20	clarithromycin	0.24 ± 0.035
23	crotamiton	0.48 ± 0.30
32	disopyramide	0.083 ± 0.065
33	erythromycin	0.10 ± 0.059
42	ibuprofen	0.12 ± 0.030
50	mefenamic_acid	0.022 ± 0.012
53	metoclopramide	0.0056 ± 0.0049
55	N,N-diethyl-m-tolamide	0.036 ± 0.026
61	ofloxacin	0.082 ± 0.036
86	sulpiride	0.64 ± 0.31
89	theophylline	0.35 ± 0.068
98	triclosan	0.17 ± 0.058

人口一人当たりの各医薬品負荷量は、全地点の平均値に対し0.1倍～2.5倍の範囲。

調査流域に排出している浄化槽(単独・合併)の処理機能の違い、排出後の水環境における各医薬品の分解率の違い等が一因と考えられる。

各調査地点における一人当たりの医薬品負荷量(mg/day・人)



ミジンの慢性毒性試験結果 (NOEC) を用いた生態リスク初期評価結果



No.	Analyte	MEC (max.) (ng/L)	NOEC (mg/L)	ref.	PNEC (ng/L)	MEC/PNEC
1	acetaminophen	550	0.14	30)	1,400	0.39
7	atenolol	180	4.8	30)	48,000	0.0038
13	carbamazepine	91	0.025	15),30)	250	0.36
28	diclofenac	83	1.0	15)	10,000	0.008
42	ibuprofen	220	2.0	30)	20,000	0.011
45	indomethacine	120	0.64	30)	6,400	0.019
50	mefenamic acid	52	0.71	30)	7,100	0.0073
61	ofloxacin	110	10	15)	100,000	0.001
74	propranolol	4.2	0.009	15),30)	90	0.047
84	sulfamethoxazole	230	0.25	15)	2,500	0.092
98	triclosan	360	0.00034	35)	3.4	106

評価を行った11物質中、8物質はMEC/PNECが0.1未満を示し、2物質が0.36、0.39、1物質が106を示した。

環境省のガイドライン判定によれば、 $PEC/PNEC < 0.1$ は「現時点では作業は必要ないと考えられる。」、 $0.1 \leq PEC/PNEC < 1$ は「情報収集に努める必要があると考えられる。」、 $1 \leq PEC/PNEC$ は「詳細な評価を行う候補と考えられる。」としている。

まとめ

- 生活排水の処理状況が異なる区域の小河川における医薬品等の存在実態を調査したところ、対象とした医薬品等98物質中56物質が検出された。
- 人為汚染が小さい地点では、検出された医薬品数が少ないとともに検出濃度も低く、人為汚染が強い地点では、検出された医薬品数が多く、かつ検出濃度も高い傾向がみられた。
- 調査集水域の生活排水処理人口が大きいほど、医薬品等排出負荷量が大きくなる傾向があった。また、人口一人当たりの各医薬品等排出負荷量は、それぞれ全調査地点の平均値の0.1～2.5倍の範囲にあった。
- 甲殻類の慢性毒性試験結果が収集できた医薬品等11物質について、生態リスク初期評価を行ったところ、8種の医薬品はMEC/PNECが0.1未満、carbamazepine、acetaminophenの2物質は0.36、0.39、殺菌剤のtriclosanは106を示した。