

応用化学セミナー

2006(平成18年6月26日)

工学部3号館18番教室

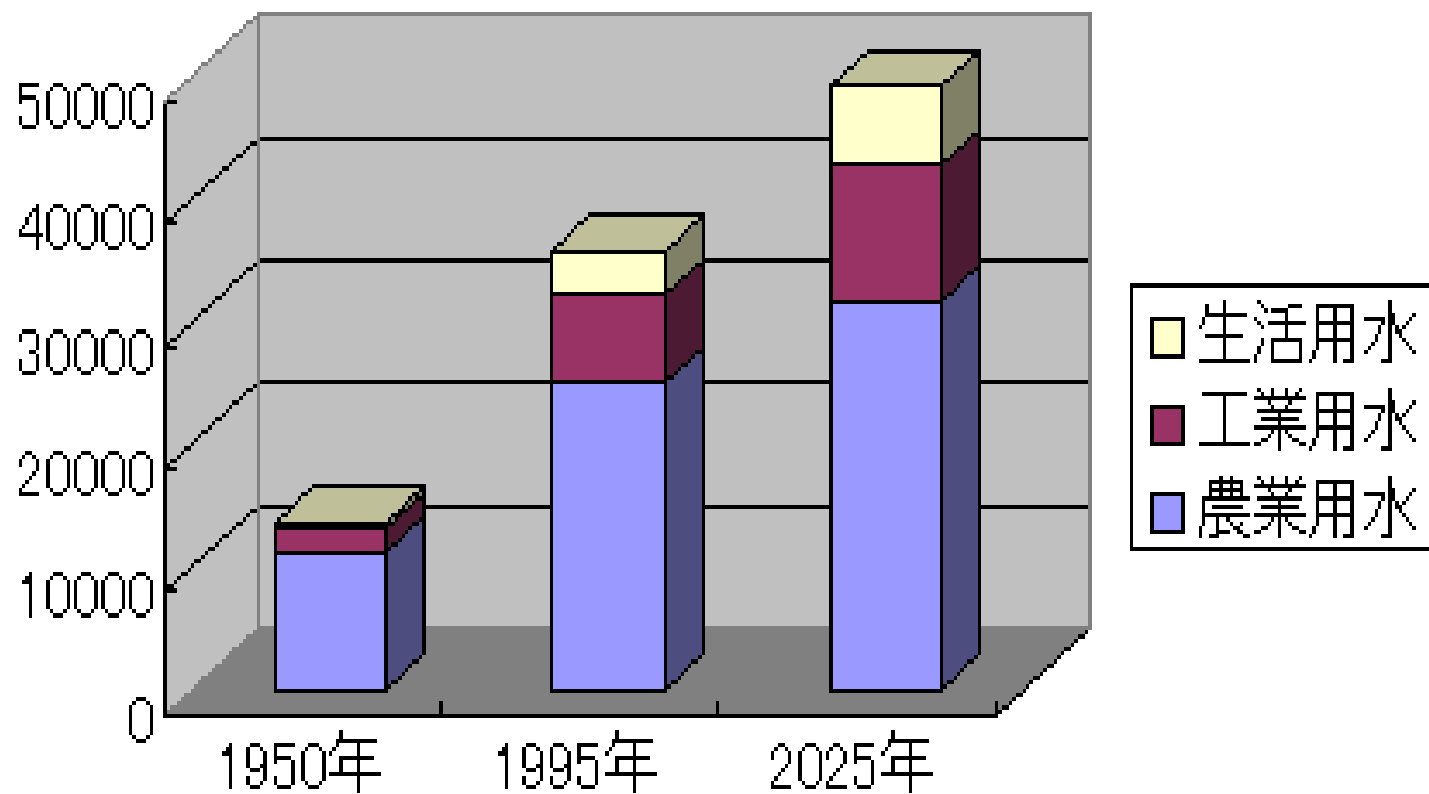
松田 晃

膜分離活性汚泥法による排水処理プロセスの 適正操作条件について

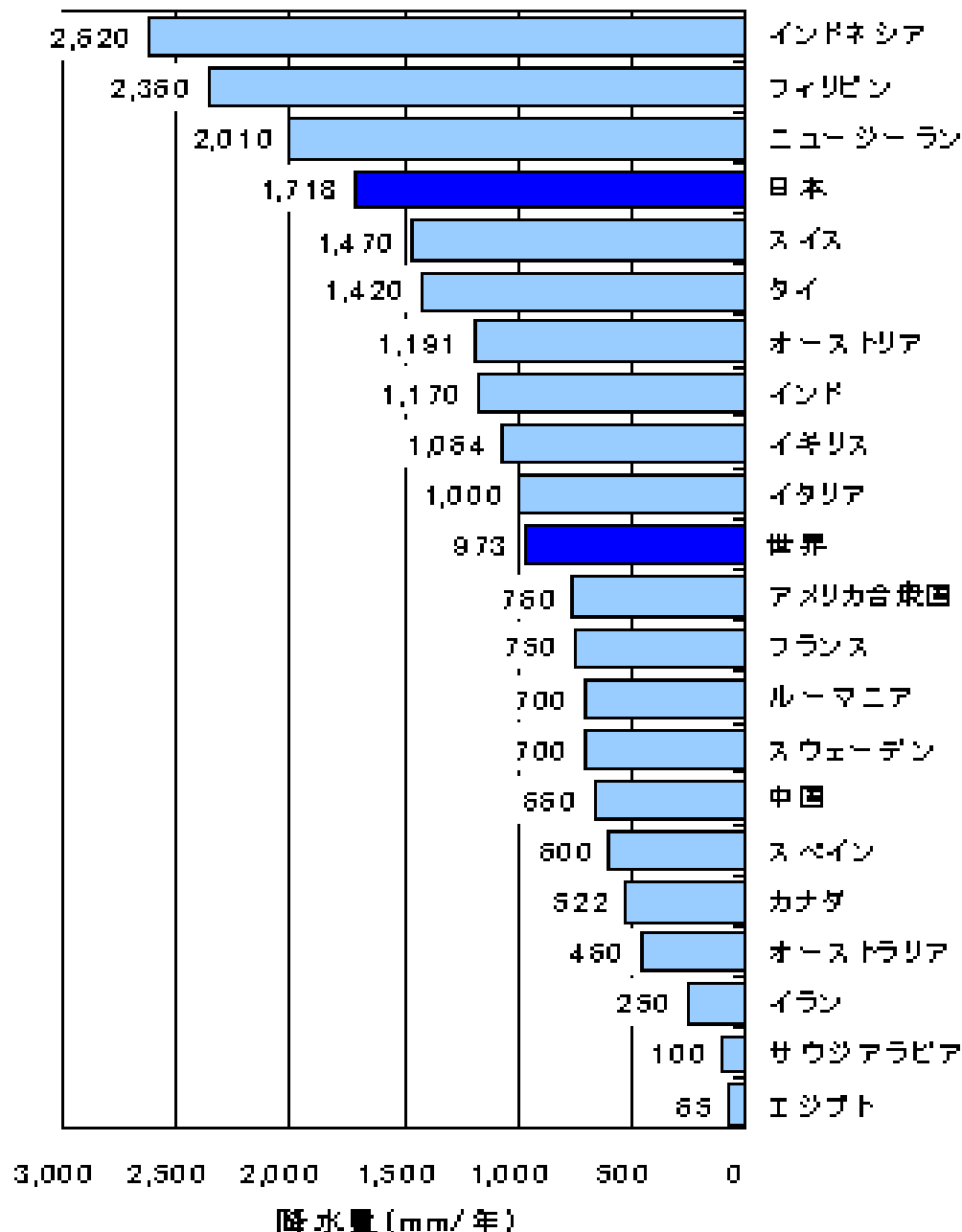
1. 日本および愛媛県の排水処理状況
2. 浸漬型膜分離活性汚泥法の研究目的
3. 安定操作に及ぼす操作条件の影響
4. 長期間の安定処理の条件検討
5. 吸引圧の上昇に影響する因子の解明

世界の水需要(見通し)

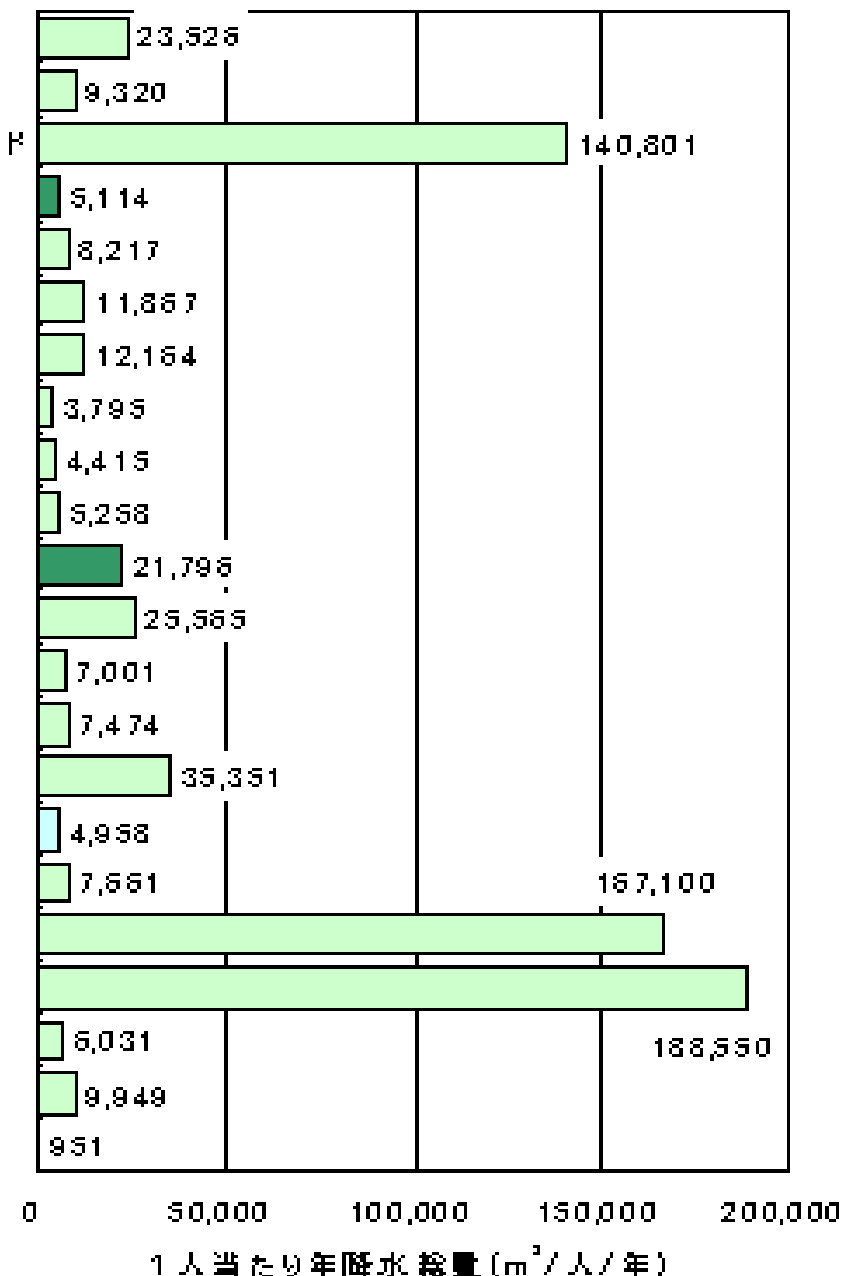
億立方メートル



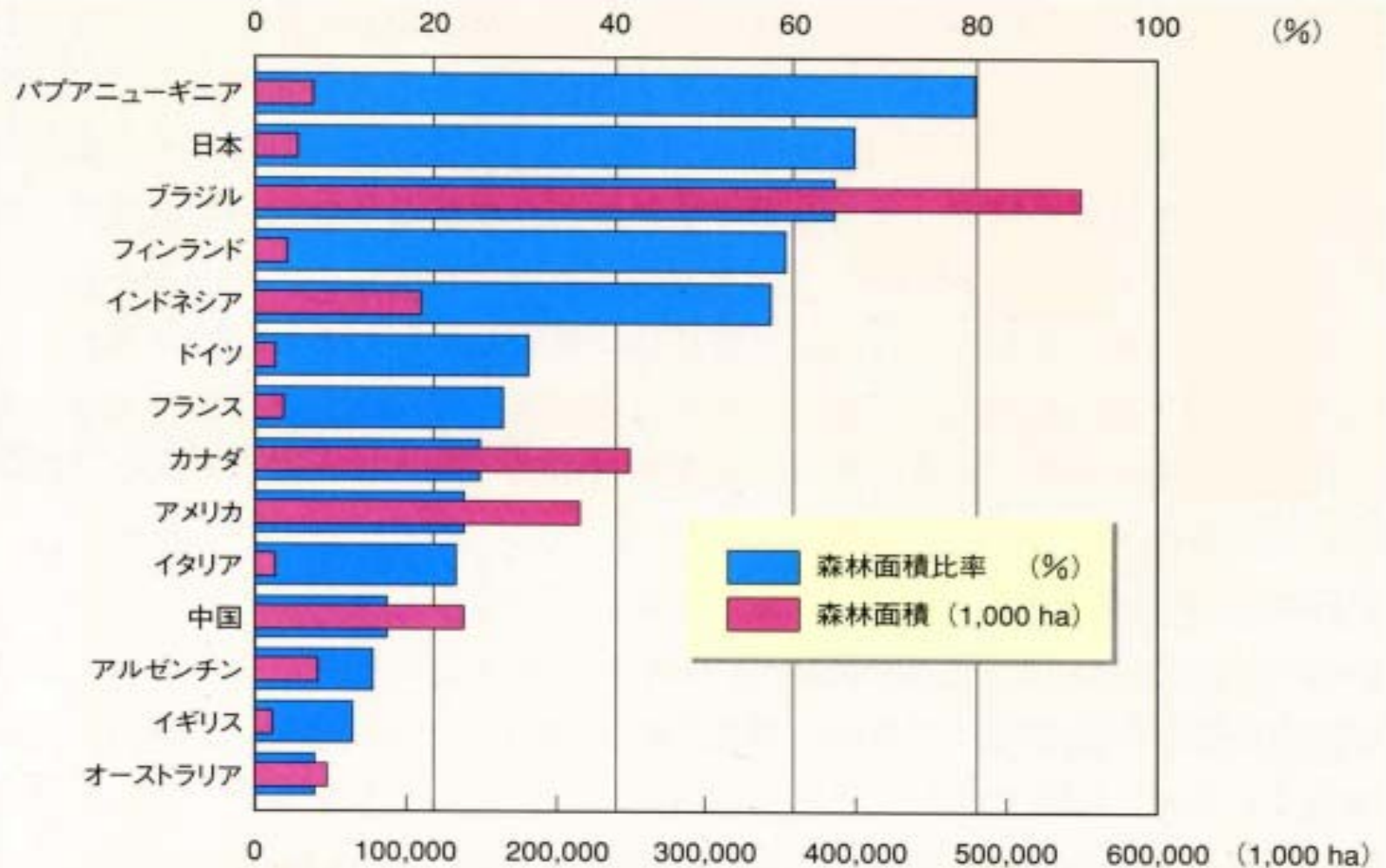
世界各国の降水量



世界各国の1人当たり年降水総量

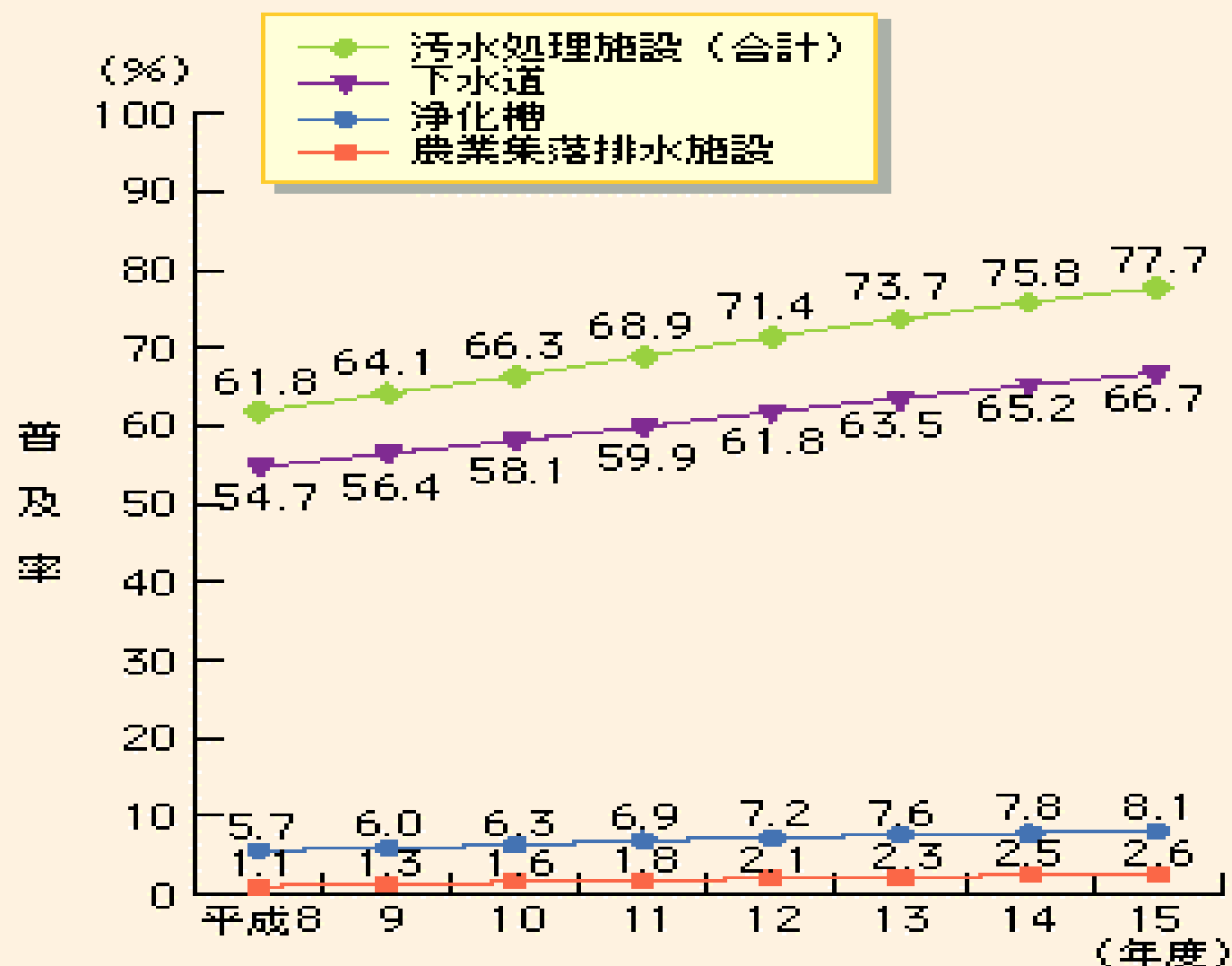


各国の森林面積及び国土面積に対する比率



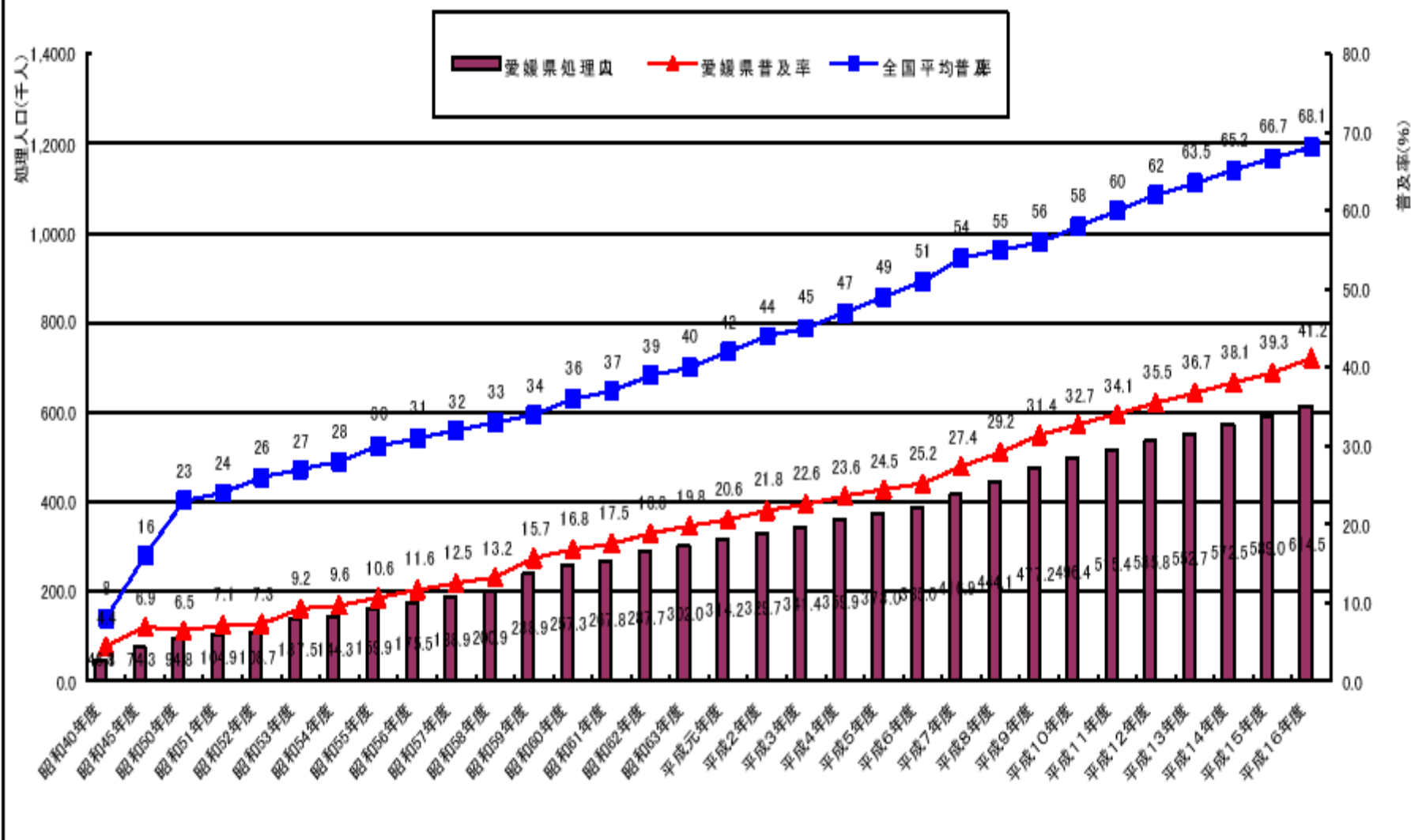
資料：FAD「世界森林統計」他より環境省作成
 (「環境白書」平成13年版)

図3-3-1 汚水処理人口普及率の推移

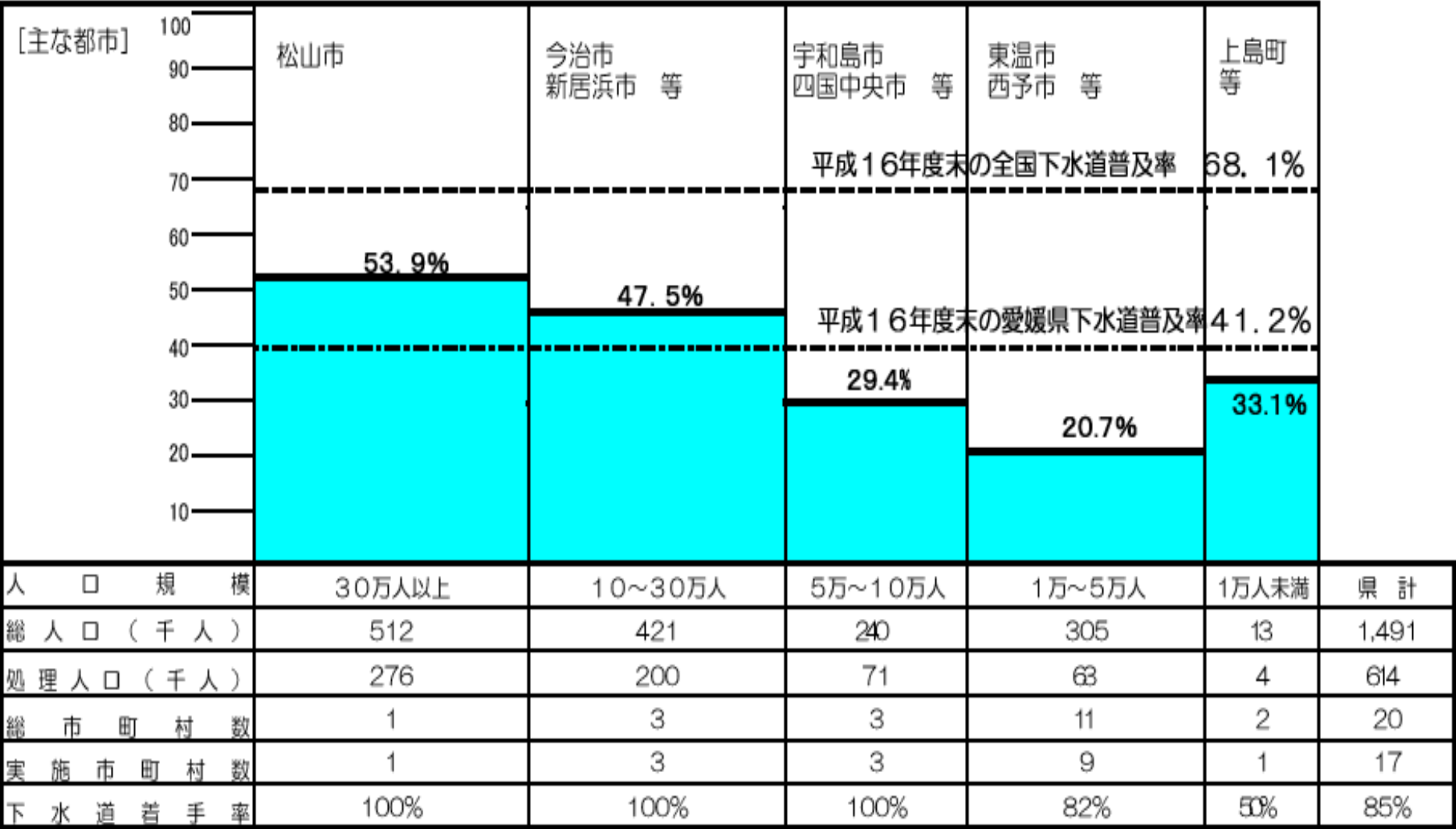


資料：農林水産省、国土交通省、環境省

愛媛県下水道普及の推移



○都市規模別普及率

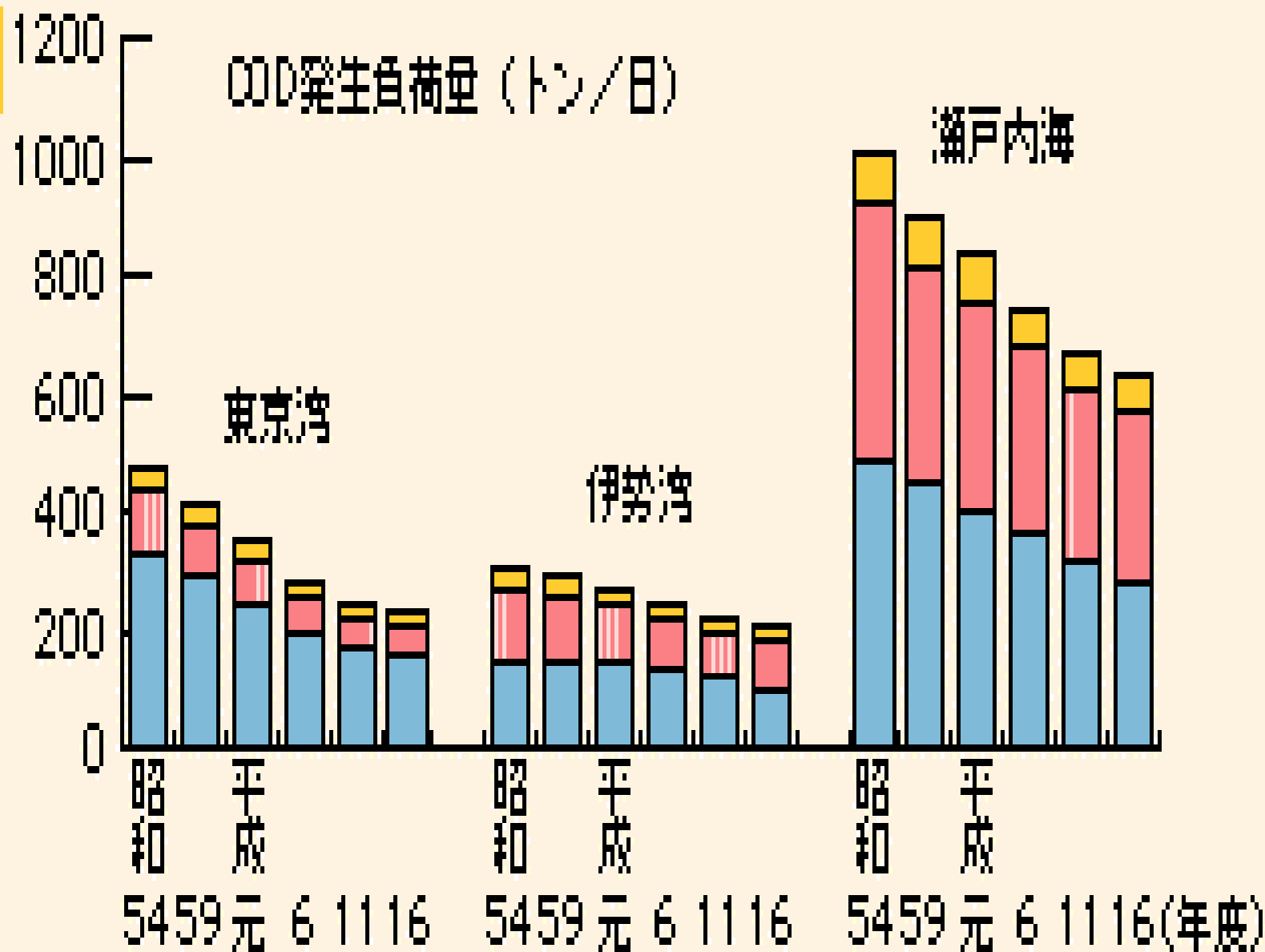


注1) 総人口及び処理人口は、四捨五入を行ったため、合計が含まないことがある。

注2) 表データは平成17年3月31日現在のものであるが、市町区分を平成17年8月1日現在に置き換えている。

COD

COD発生負荷量 (トン/日)



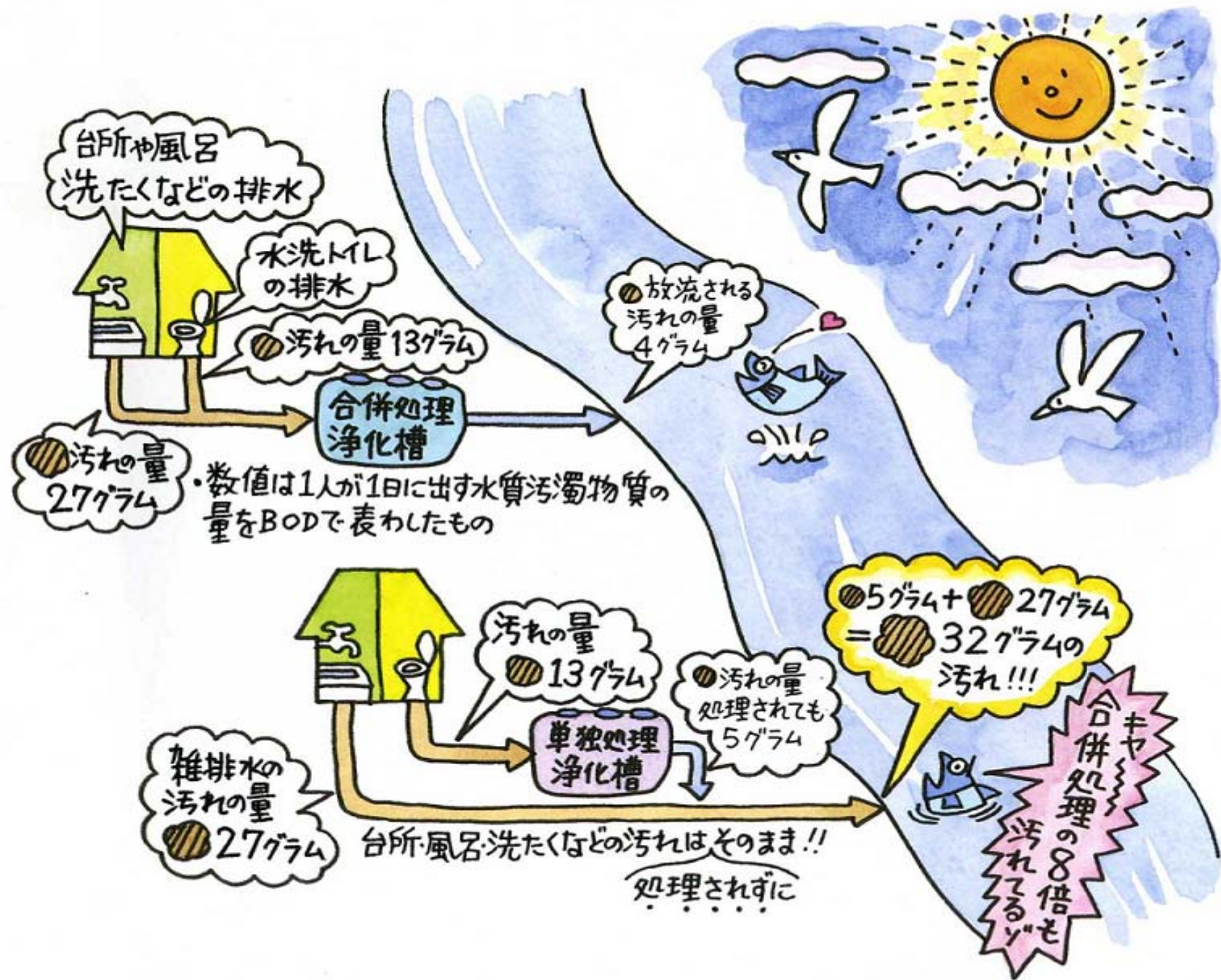
家庭排水の汚れの比較

	BOD (mg / l)
生し尿	13000
煮汁 (油揚げ・玉子)	78000
豆腐の味噌汁	26000
味噌汁 (具なし)	6700
米のとぎ汁	4000
鍋の洗浄水	530
食器の洗浄水	290
洗濯水	220

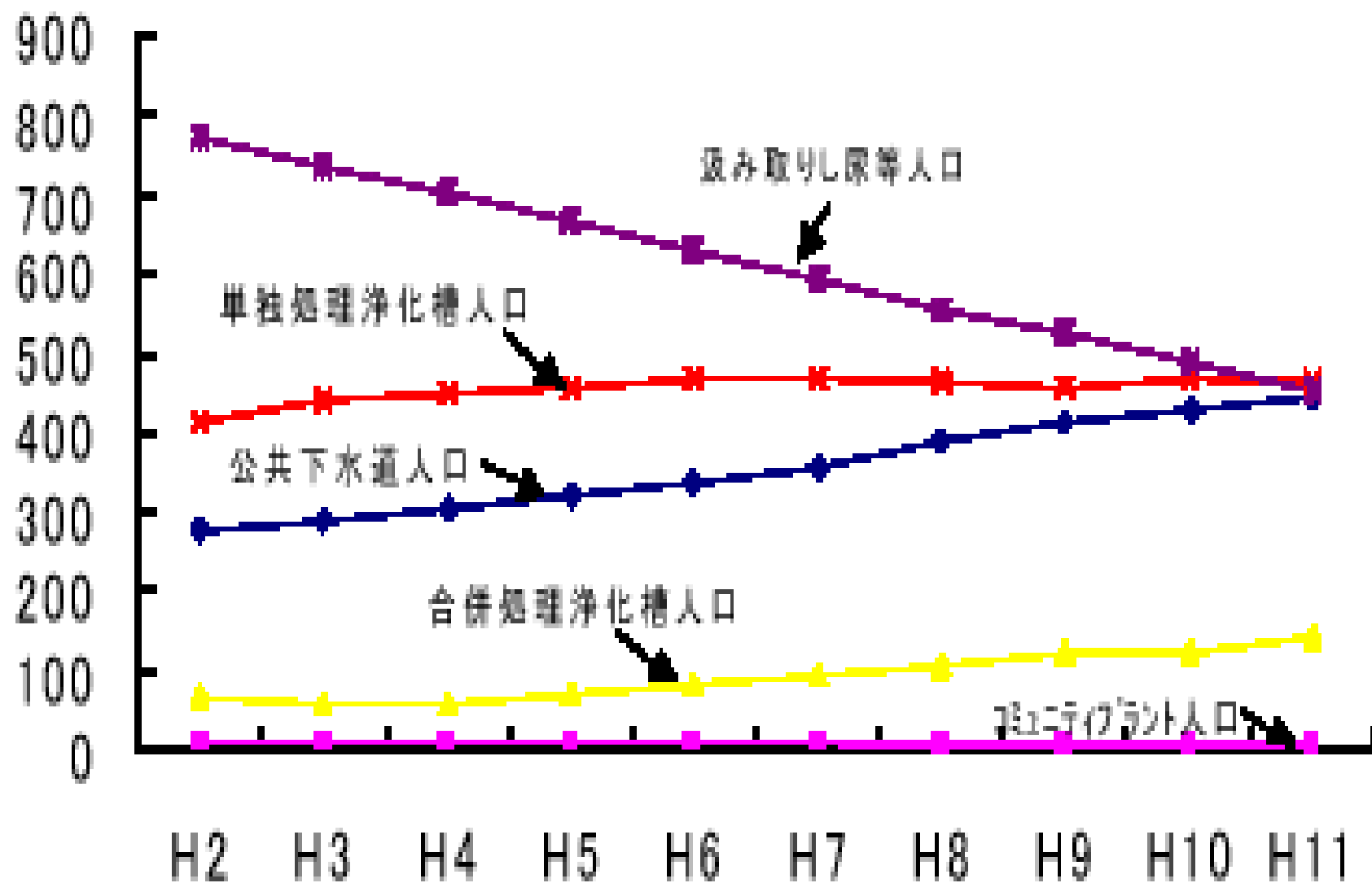
生活排水（住宅汚水）の標準的な水量と水質 （一人一日あたり）

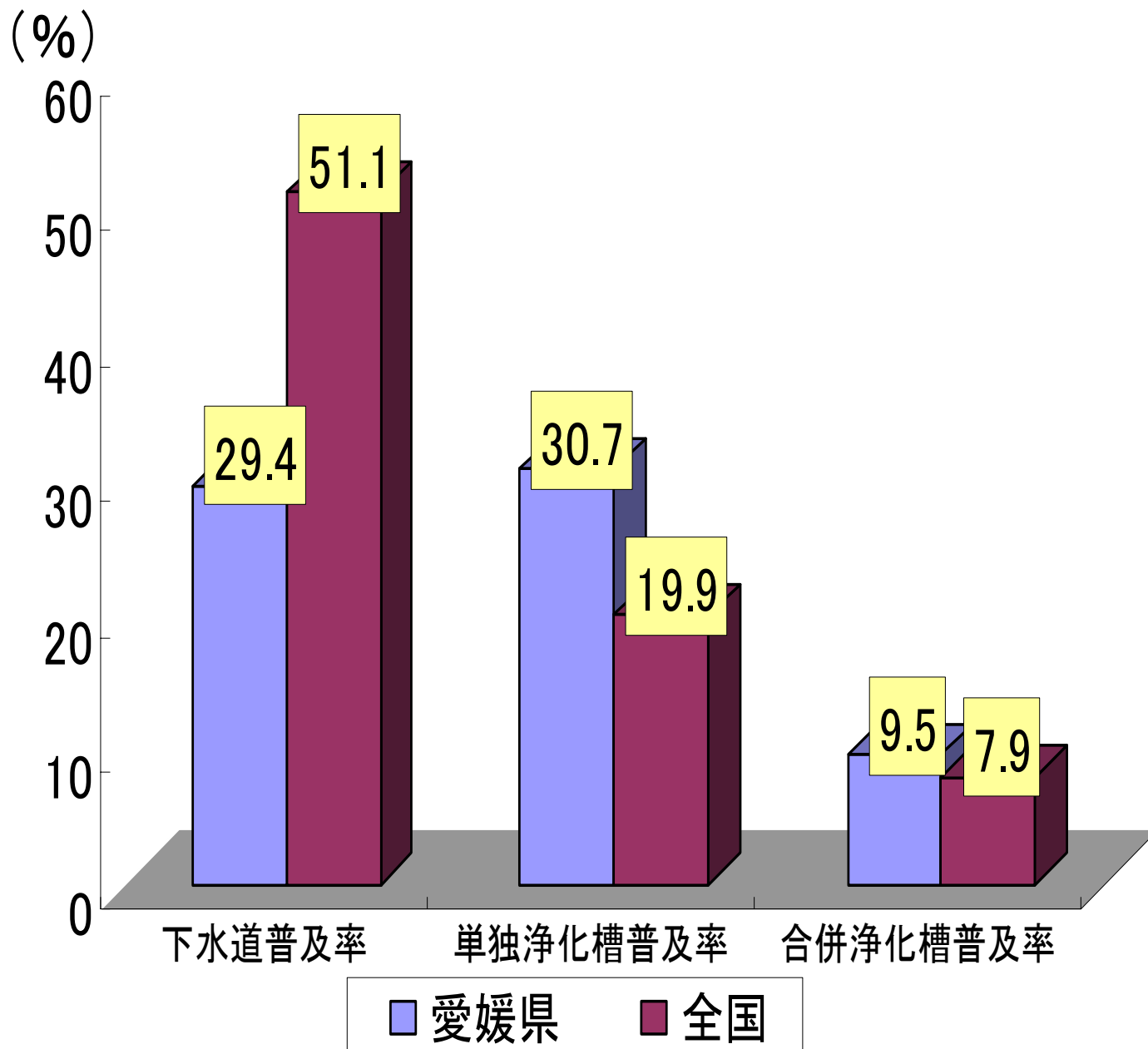
排出源		汚水量(L/人・日)	BOD	
			負荷量 (g/人・日)	濃度 (mg/L)
便水	便所	50	13	260
生活雑排水	台所	30	18	600
	洗濯	40	} 9	} 75
	風呂	50		
	洗面	20		
	掃除雑用	10		
計		200	40	200

（財）日本環境整備教育センター編「浄化槽の維持管理」より

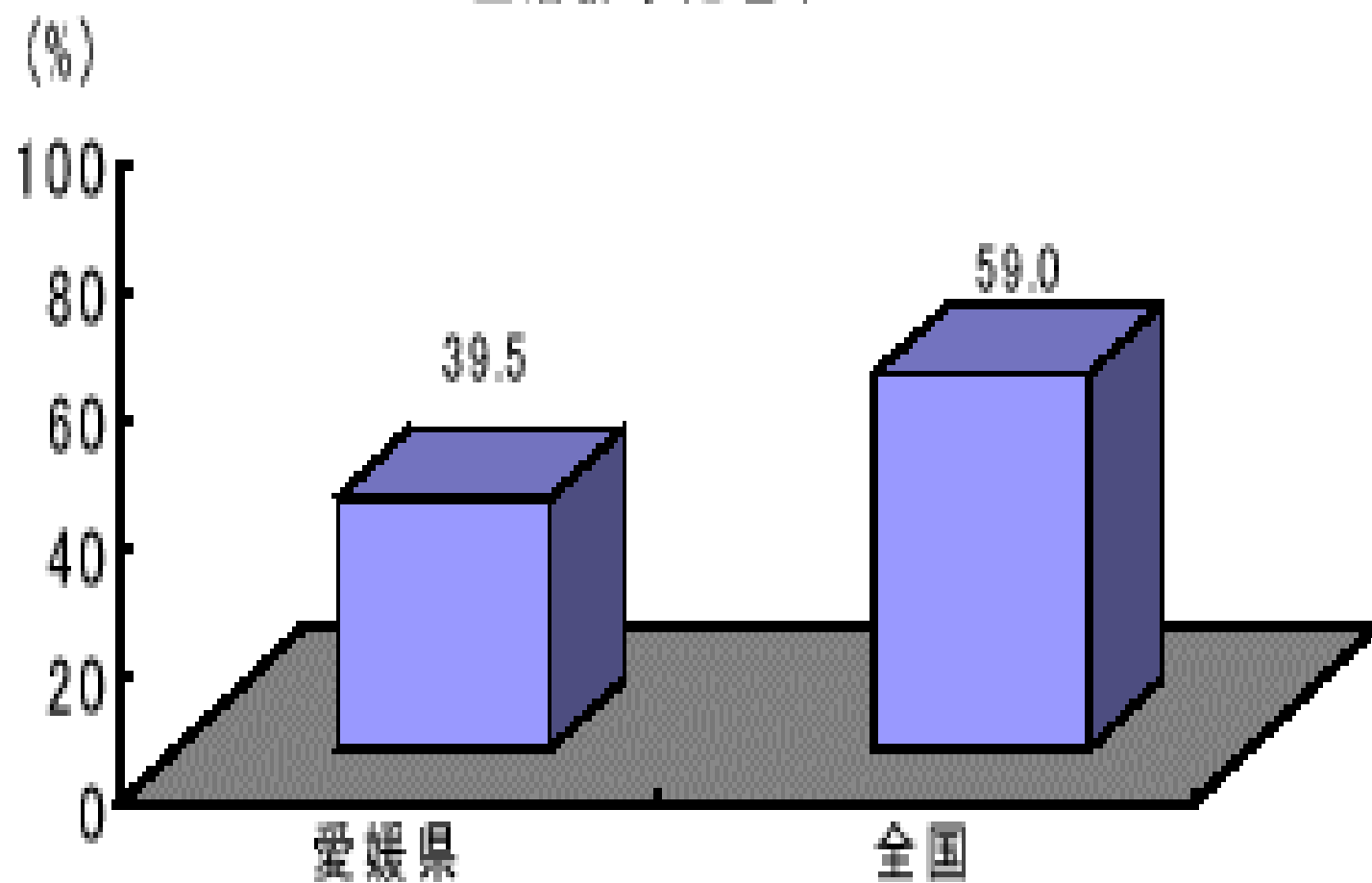


(千人)





生活排水处理率



水質汚濁の指標「BOD」

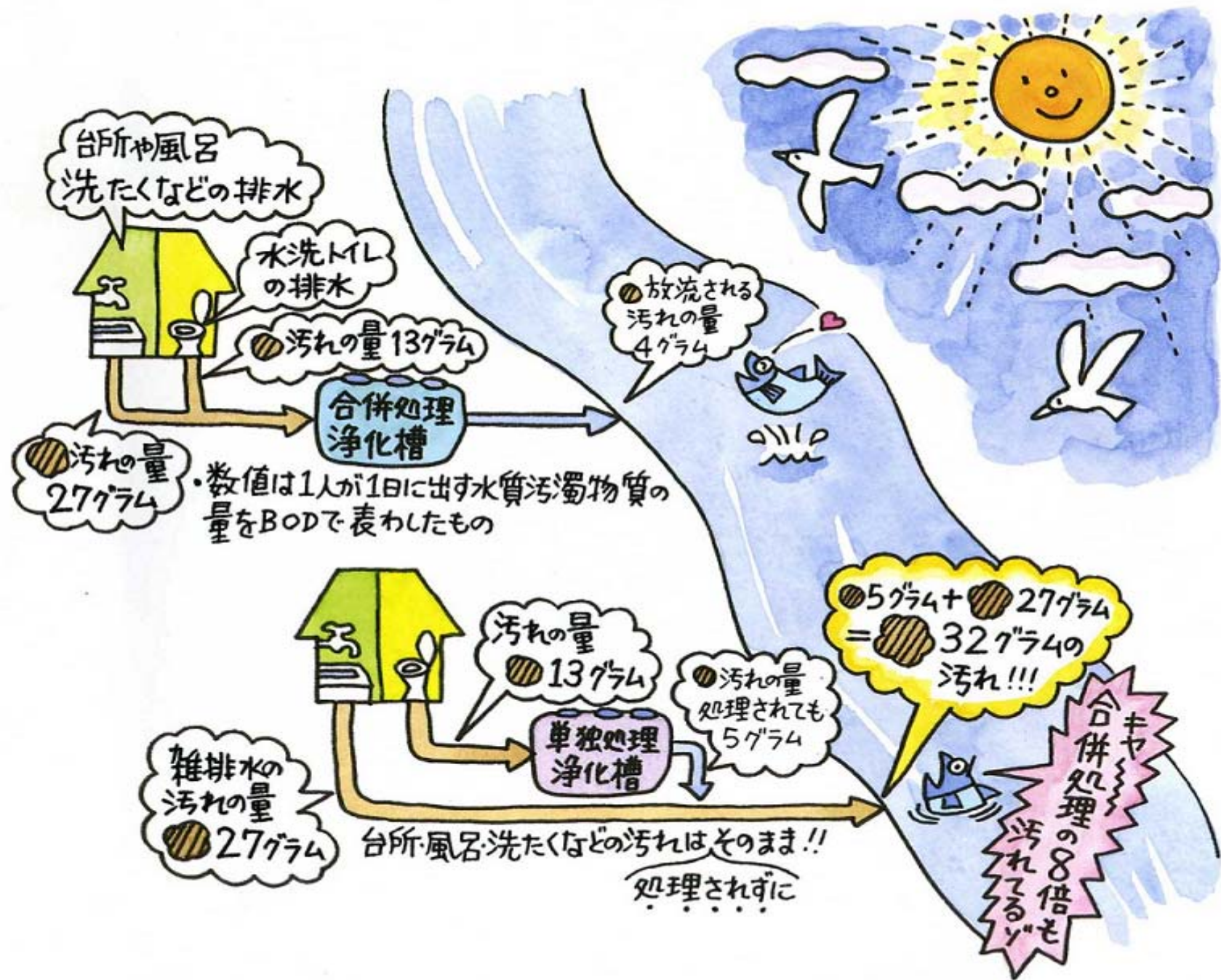
Biochemical Oxygen Demand,

生物化学的酸素要求量

水中の有機物が微生物の働きで分解されるときに消費される酸素の量のことです。mg/lで表します。

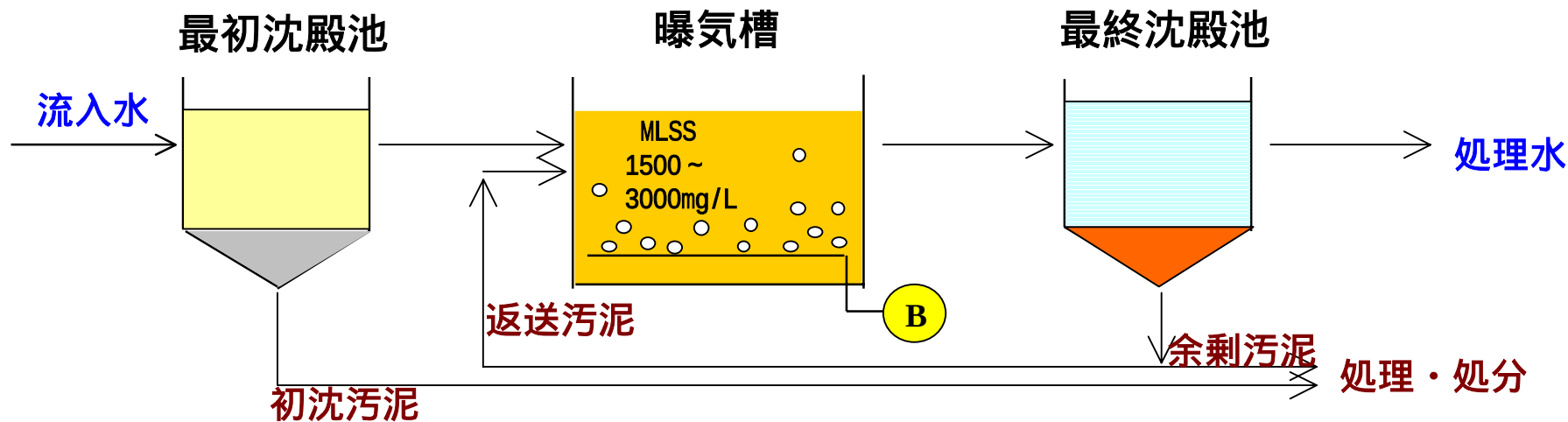
有機性の汚れが大きければそれだけ酸素要求量が多くなるため、BODは大きな数字になります。

逆にきれいな水はBODの値がそれだけ小さな数字になります。

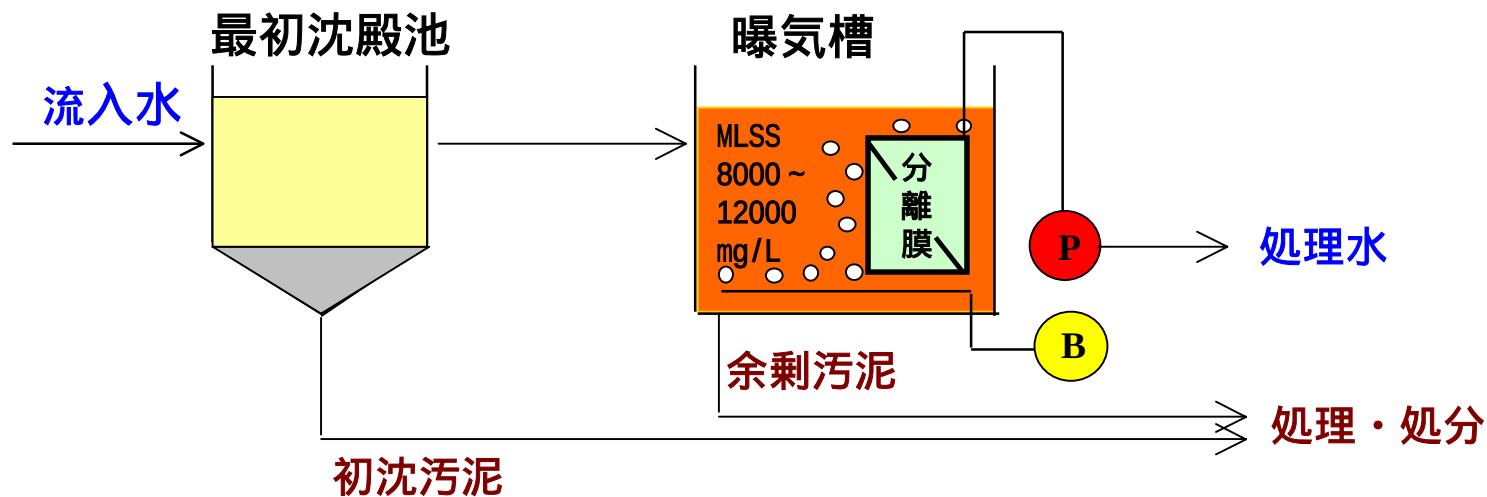


研究のねらい

- 過疎地の汚水処理用装置を研究対象
- 生活雑排水も浄化できる合併処理浄化槽の開発
- 処理性能の優れている活性汚泥法を使用
- 微生物(活性汚泥)と処理水の分離に膜を利用



標準活性污泥法



浸漬型膜分離活性污泥法

浸漬型膜分離活性汚泥法について

利点

- ・清澄で安全な処理水が得られる。(処理水の再利用が可能)
- ・最終沈殿池が不要となり、装置がコンパクトになる。
- ・反応槽での微生物濃度を高くできるので、装置容積を小さくでき、余剰汚泥発生量を少なくできる。

問題点

- ・分離膜のコストが高い。
- ・分離膜が処理の経過とともに目詰まりを起こす。
(長期の安定操作が難しい)

浸漬型膜分離活性汚泥法の研究目的

1. 安定操作に及ぼす操作条件の影響

- ・BOD容積負荷 $[\text{kg-BOD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}]$
- ・汚泥滞留時間 SRT $[\text{d}]$

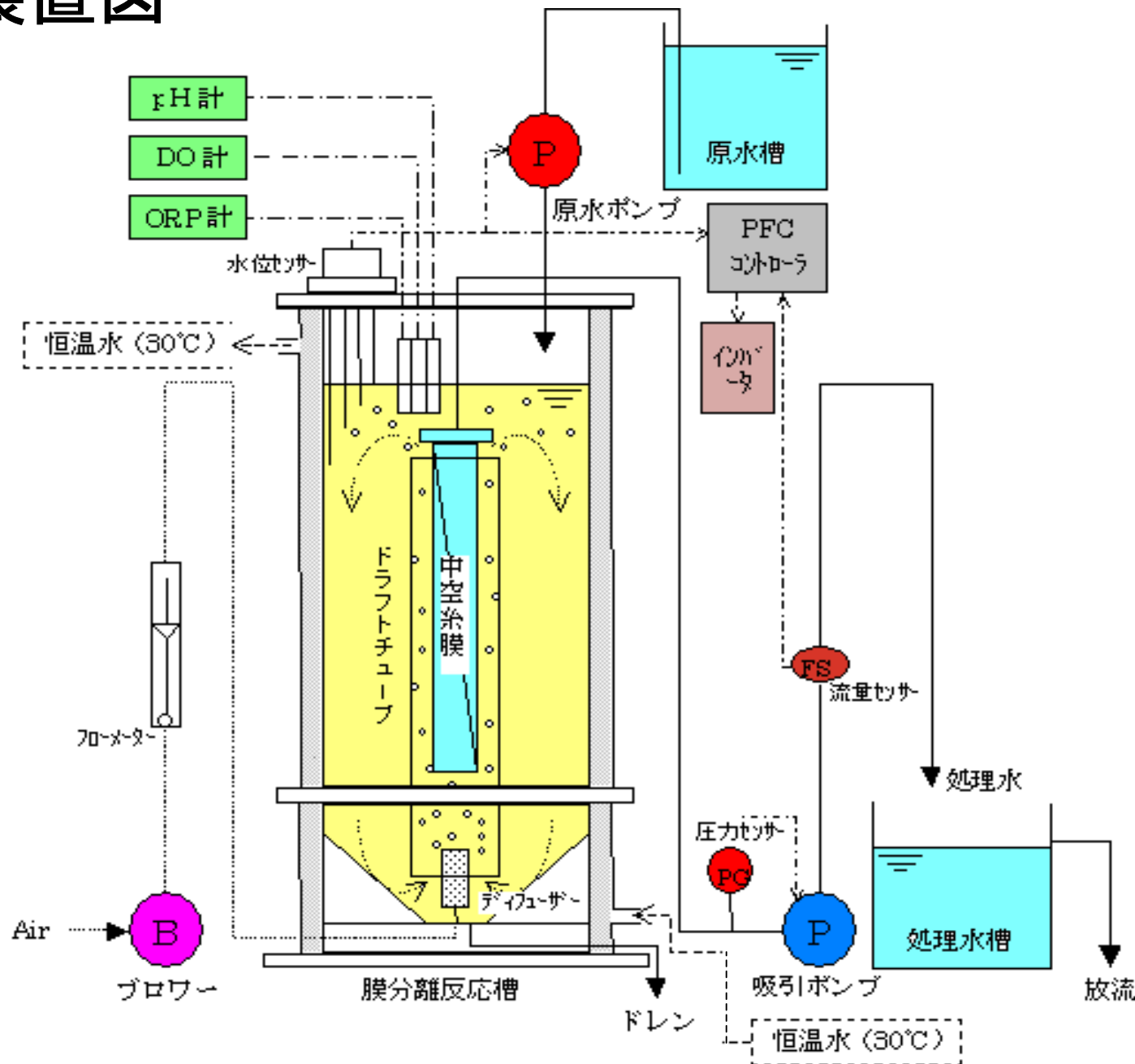
2. 長期間の安定処理の条件検討

- ・処理開始時の活性汚泥濃度(MLSS)をどこまで下げられるか(汚泥抜き取り頻度の減少)
- ・余剰汚泥の発生量(汚泥転換率)の低減

3. 吸引圧の上昇に影響する因子の解明

- ・膜目詰まり抵抗と反応槽上澄液TOCの関係
- ・ケーキ抵抗と反応槽汚泥濃度MLSSの関係

実験装置図



Membrane module



Characteristics of hollow fiber

Type	Hollow fiber	
Inner diameter	[μm]	270
Outer diameter	[μm]	410
Pore size	[μm]	0.1
Length	[mm]	700
Filtration area	[m^2]	0.4
Materials	Polyethylene	

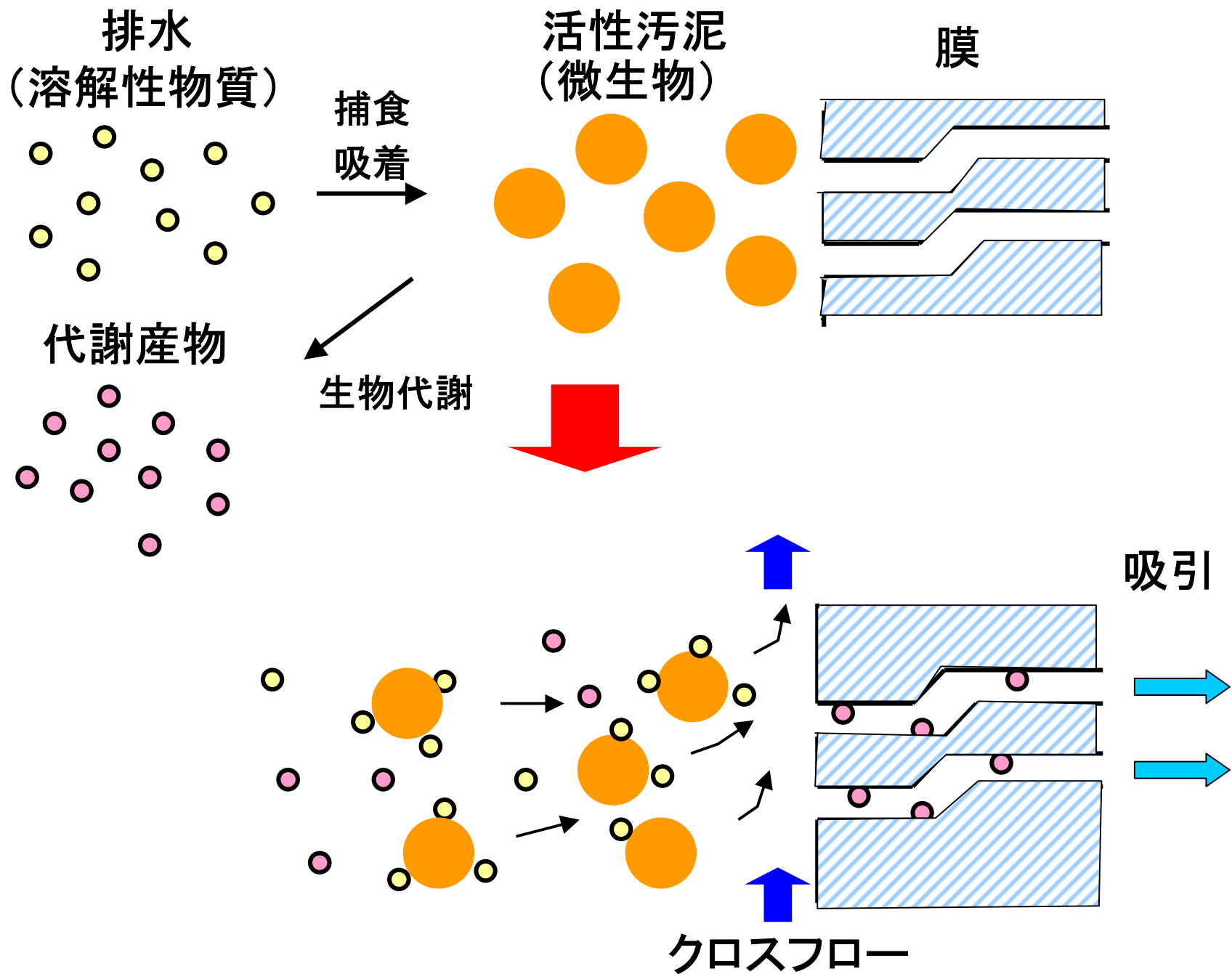
Composition of synthetic wastewater

Constituent	Mass ratio (wt%)
Glucose	42.6
Peptone	42.6
$\text{NaHPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	7.5
NaCl	3.1
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1.8
KCl	1.4
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1.0

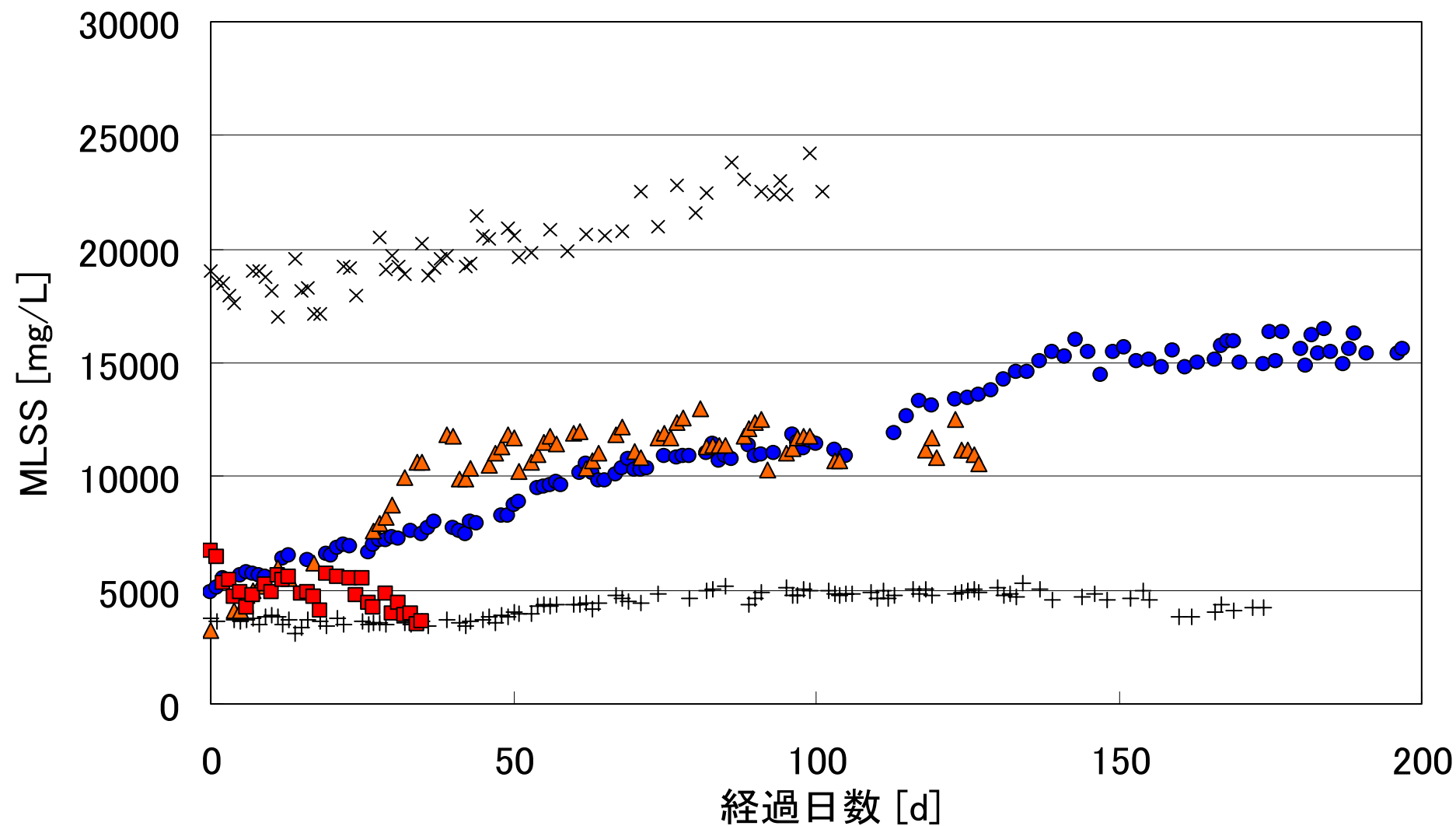
BOD:N:P = 100:8.2:1.5

実験条件

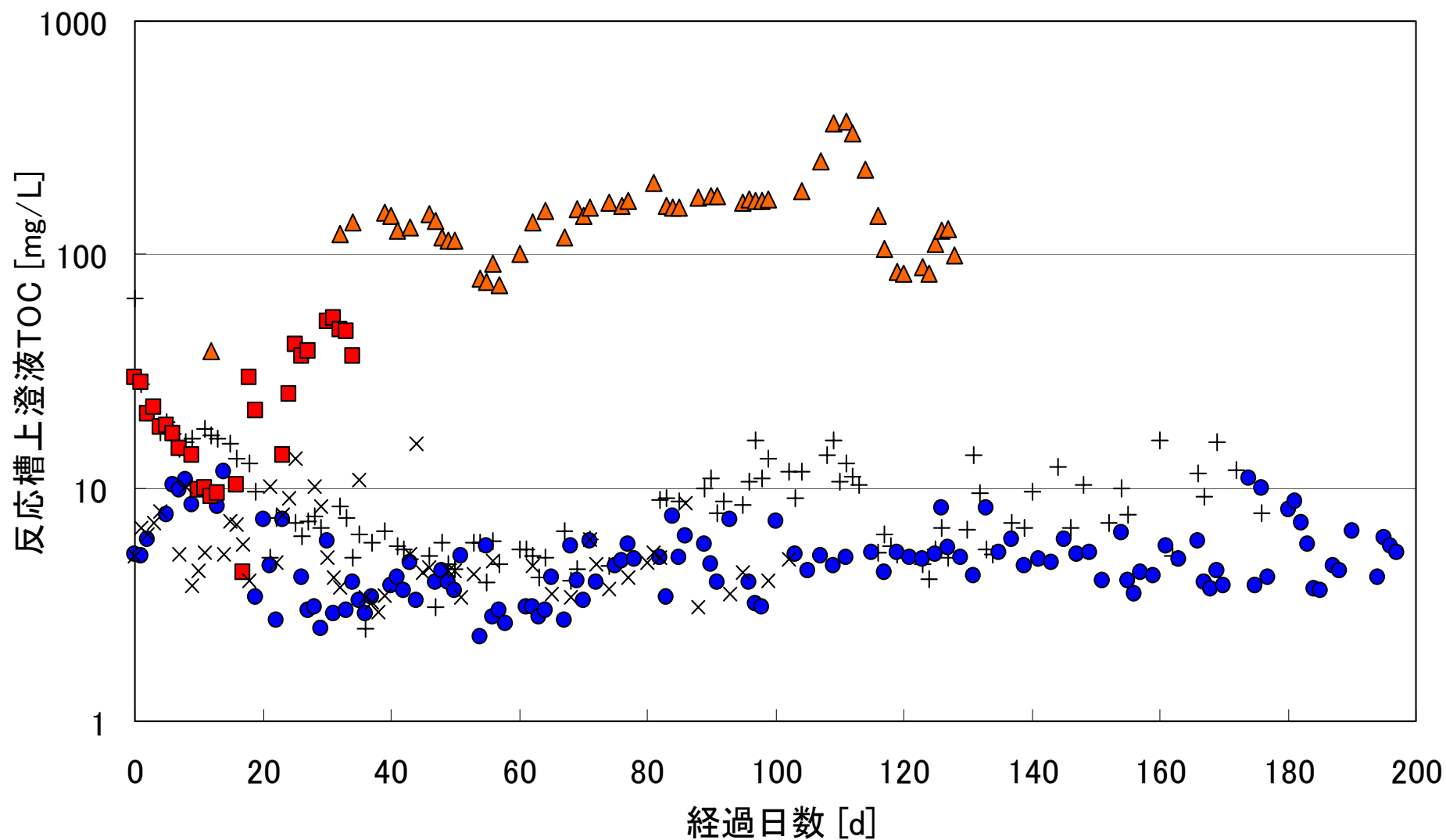
合成排水投入量	100 L/d
合成排水BOD	50, 100, 200, 260 mg/L
BOD容積負荷	0.25, 0.5, 1.0, 1.3 kg-BOD/m ³ ·d
開始MLSS	1350 ~ 19000 mg/L
SRT (汚泥滞留時間)	10 ~ 500 d
汚泥引き抜きパターン	4L/2d ~ 0.04L/1d
膜透過流束	20 L/m ² ·h
濾過吸引パターン	6min (吸引)－4min (停止)



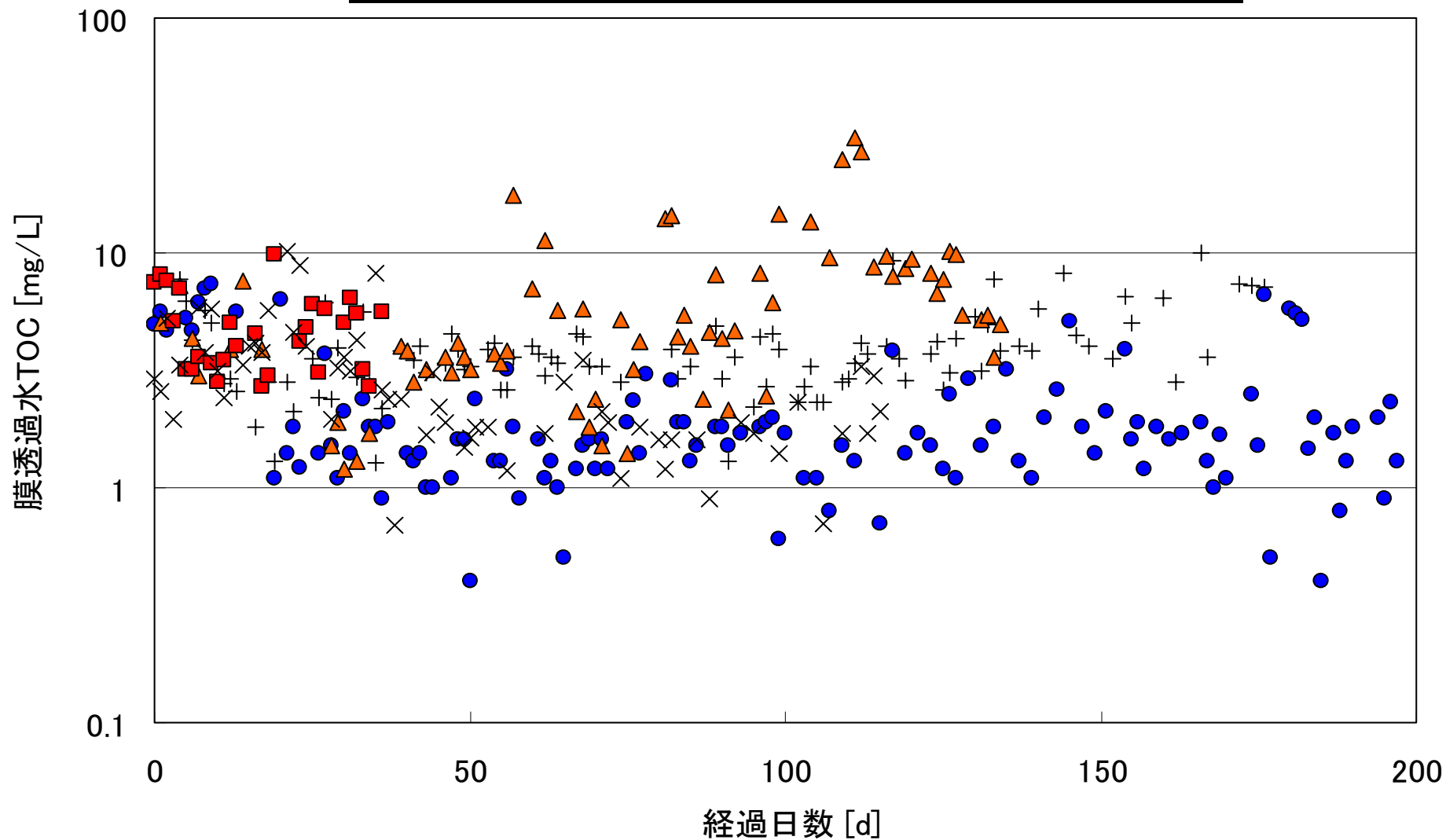
RUN	0	1	3	5	10
BOD容積負荷 [kg-BOD/m ³ ・d]	0.25	0.5	1.0	1.3	0.6
SRT [d]	500	500	60	10	500
KEY	+	●	▲	■	×



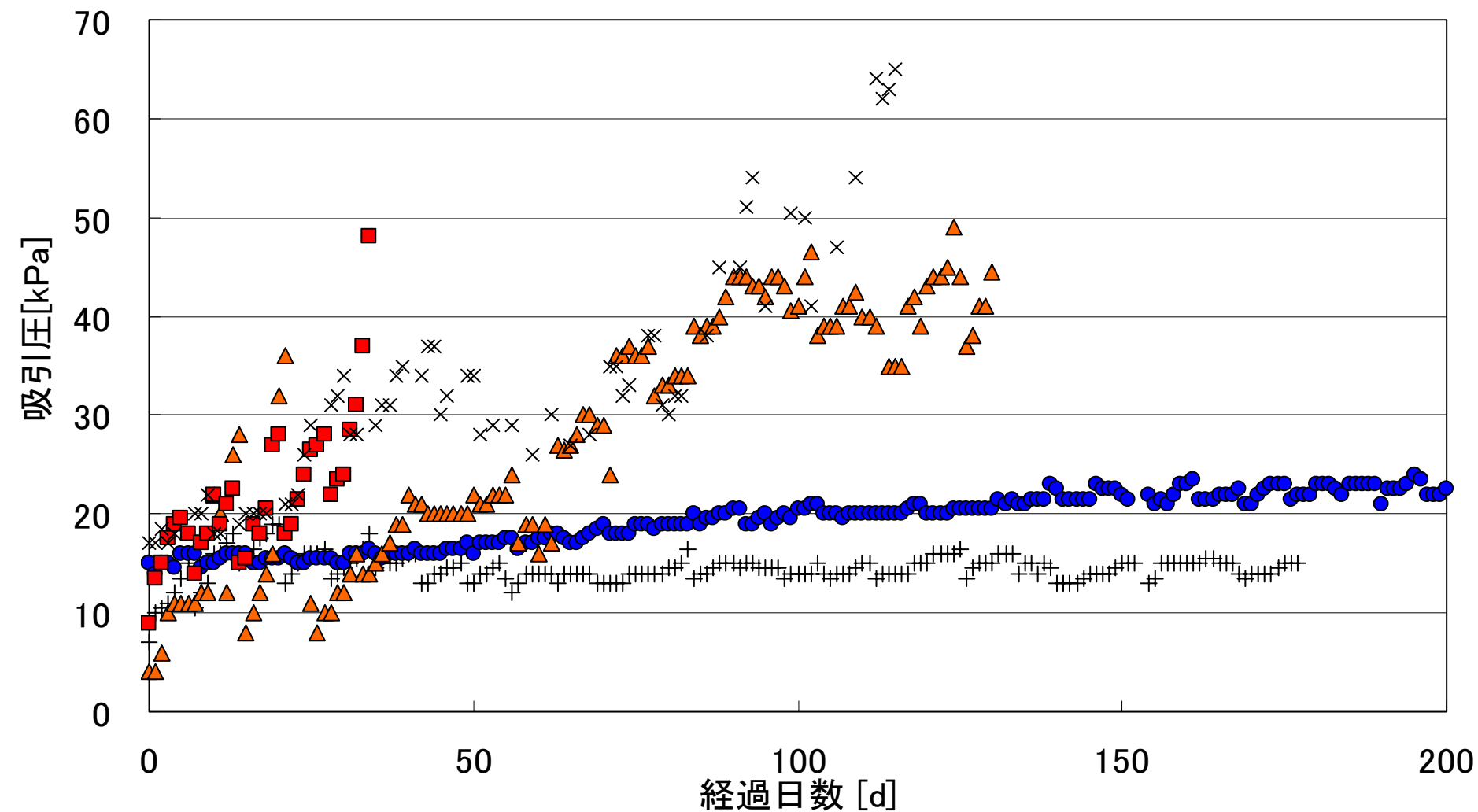
RUN	0	1	3	5	10
BOD容積負荷 [kg-BOD/m ³ ・d]	0.25	0.5	1.0	1.3	0.6
SRT [d]	500	500	60	10	500
KEY	+	●	▲	■	×



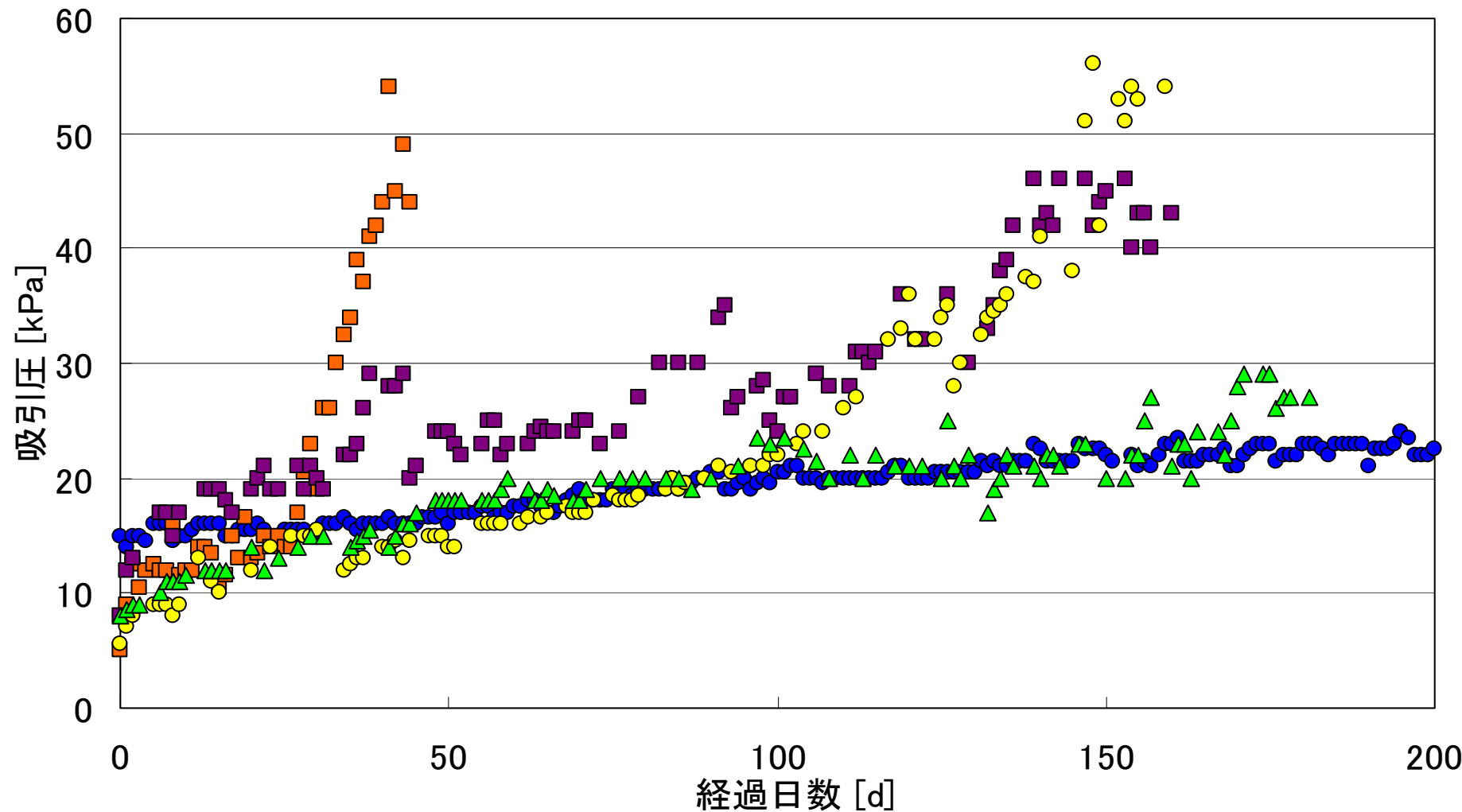
RUN	0	1	3	5	10
BOD容積負荷 [kg-BOD/m ³ ・d]	0.25	0.5	1.0	1.3	0.6
SRT [d]	500	500	60	10	500
KEY	+	●	▲	■	×



RUN	0	1	3	5	10
BOD容積負荷 [kg-BOD/m ³ ・d]	0.25	0.5	1.0	1.3	0.6
SRT [d]	500	500	60	10	500
KEY	+	●	▲	■	×

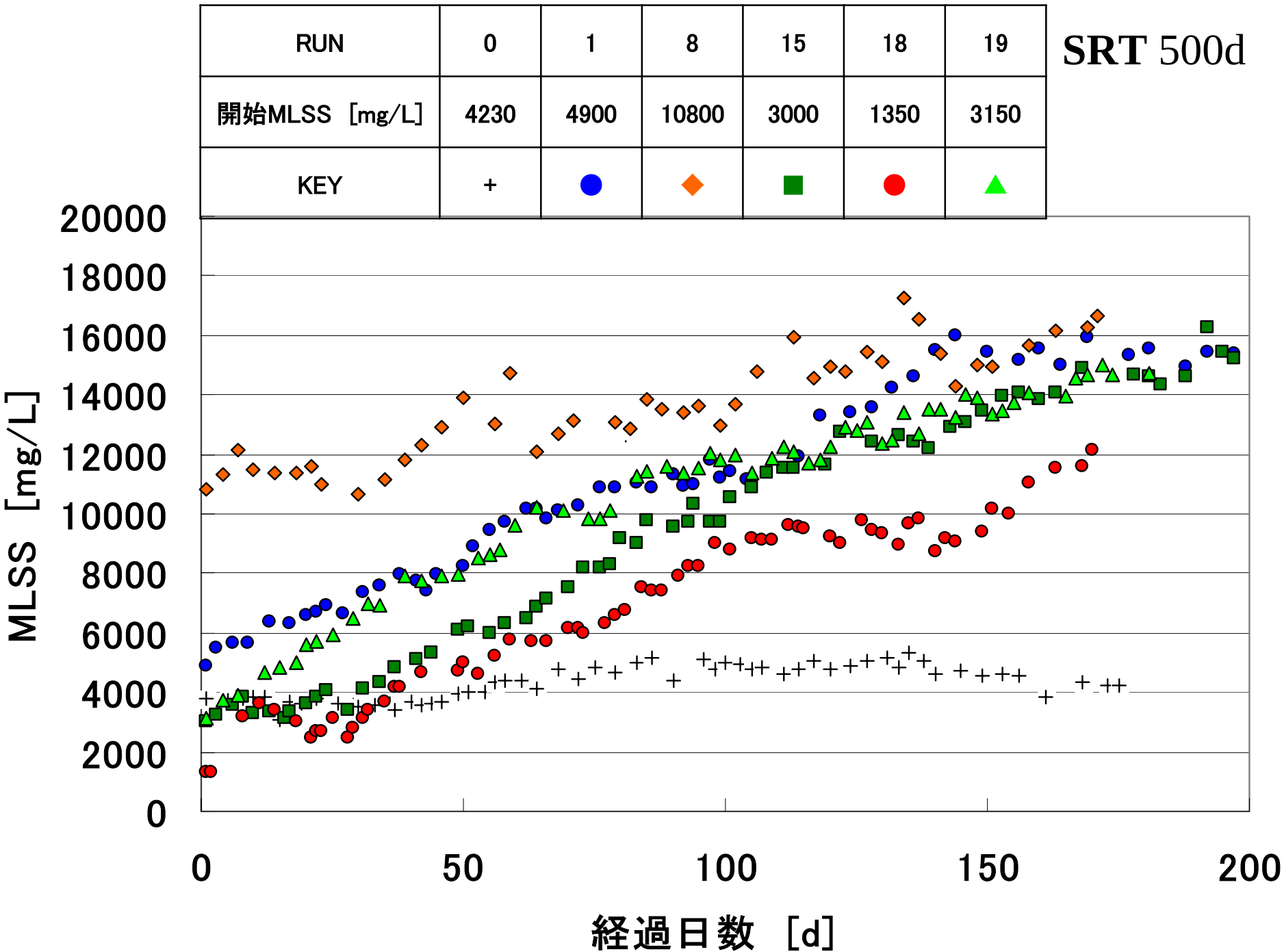


RUN	1	6	11	12	20
BOD容積負荷 [kg-BOD/m ³ ・d]	0.5				
SRT [d]	500	90	160	120	200
KEY	●	■	■	●	▲



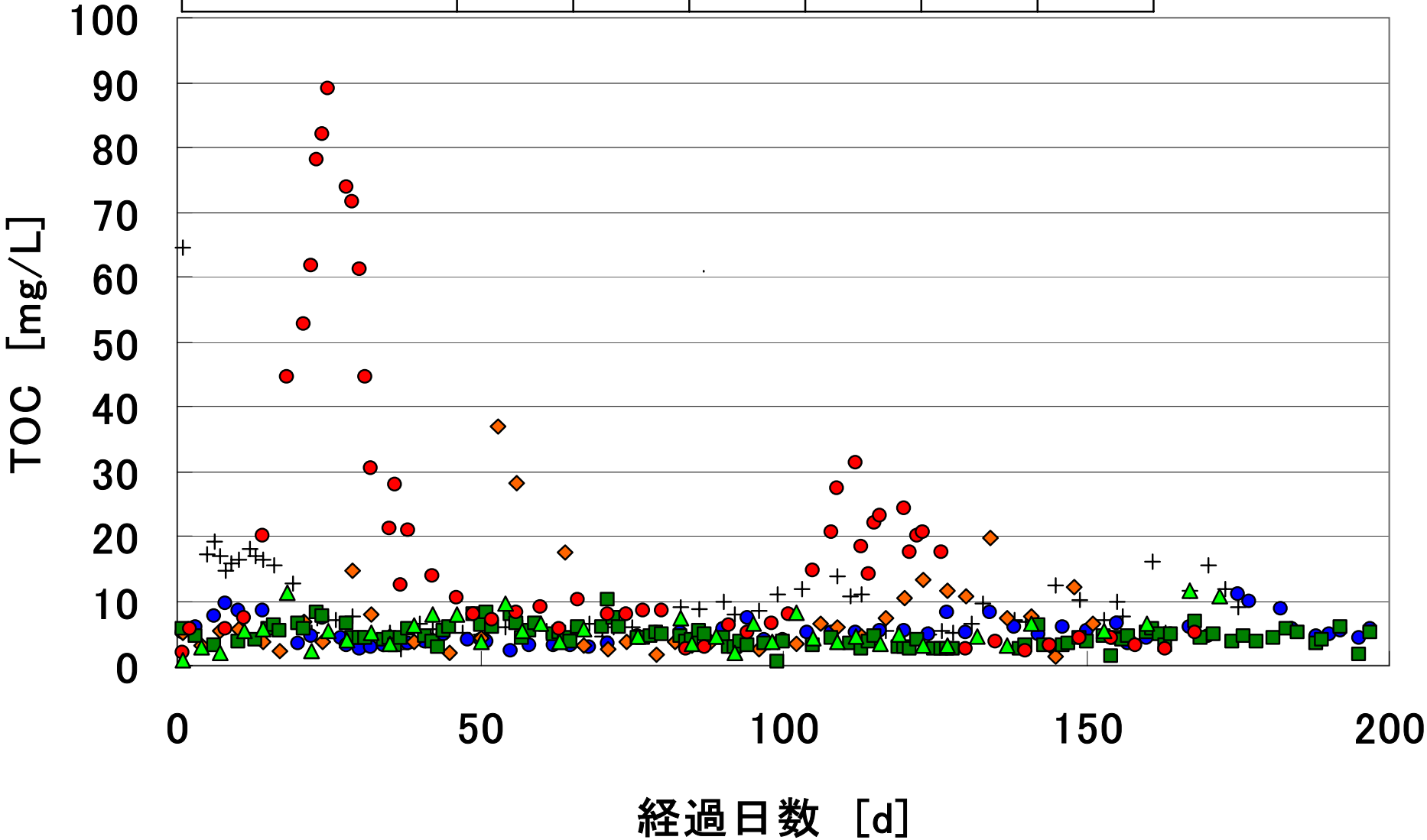
安定操作に及ぼす操作条件の影響についてのまとめ

1. BOD容積負荷は $0.5 \text{ kg-BOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 以下が望ましい
(負荷が高くと、反応槽の上澄み液TOCが上昇して、膜の目詰まりを起こし吸引圧を上昇させる)
2. 汚泥滞留時間SRTは 200 d 以上が望ましい
(汚泥拔取り頻度は少ないほど反応槽内の処理状態が安定する)



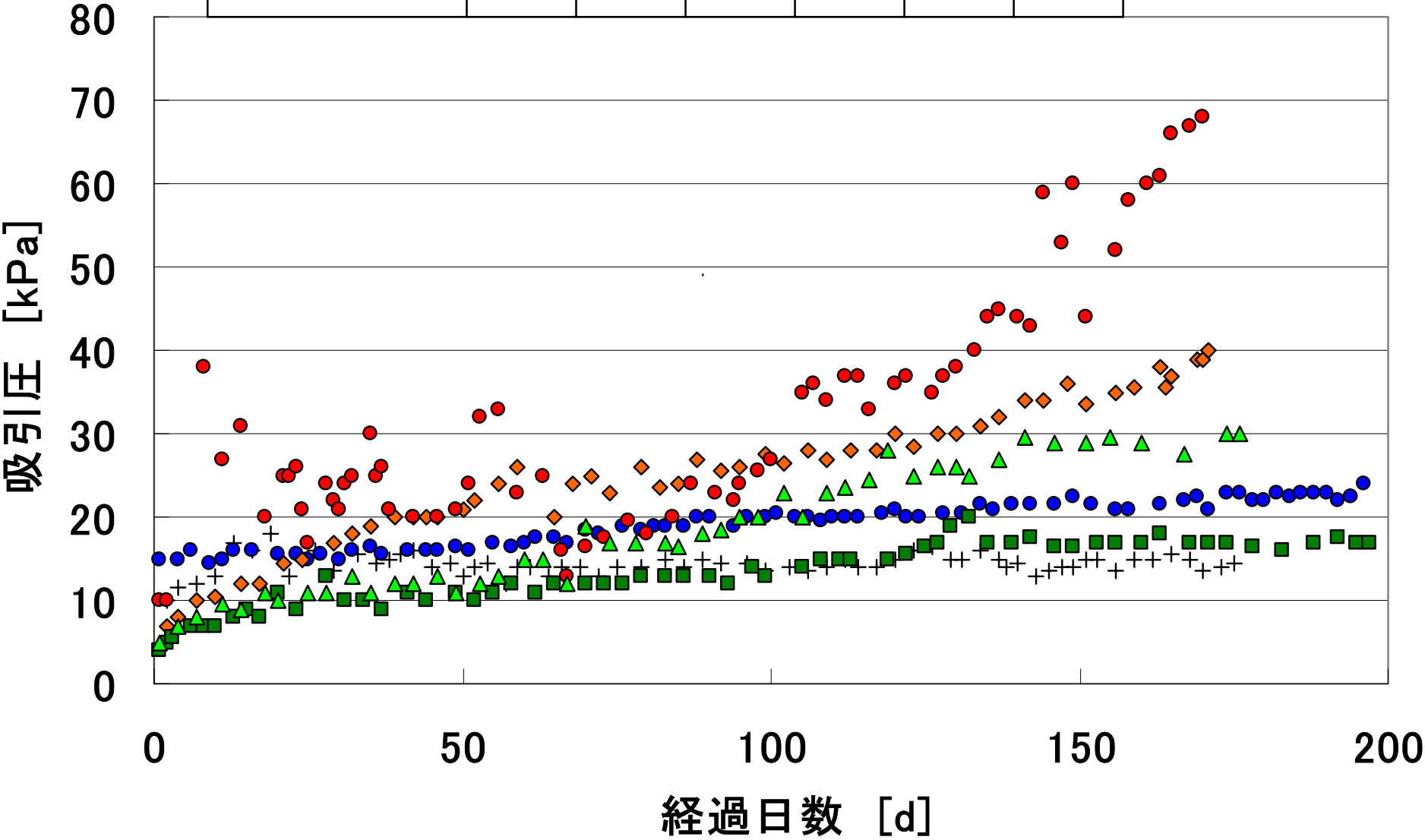
RUN	0	1	8	15	18	19
開始MLSS [mg/L]	4230	4900	10800	3000	1350	3150
KEY	+	●	◆	■	●	▲

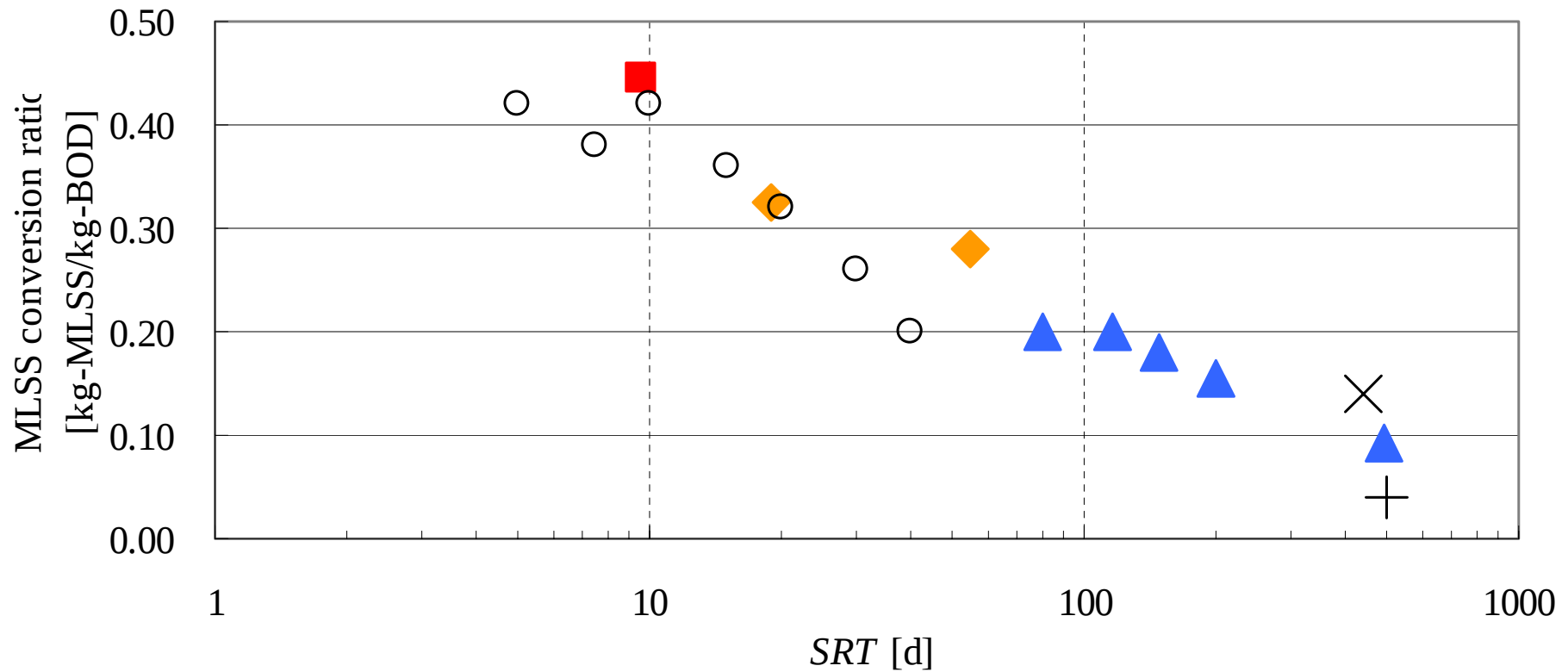
SRT 500d



RUN	0	1	8	15	18	19
開始MLSS [mg/L]	4230	4900	10800	3000	1350	3150
KEY	+	●	◆	■	●	▲

SRT 500d





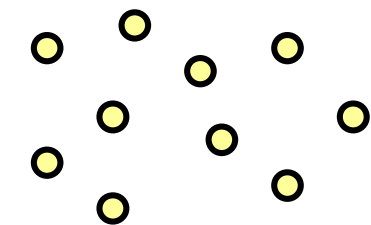
BOD loadings [kg/(m³·d)]	1.3	1.0	0.6	0.5	0.25	*Batch
Keys	■		X	▲	+	○

Changes of the MLSS conversion ratio with *SRT*

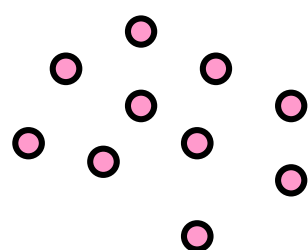
長期間の安定処理の条件についてのまとめ

1. 処理開始MLSSは 3000mg/L以上にすべきである。
それ以下では微生物量当りの有機物量が高くなり、有機物の分解が安定して行われず、吸引圧が不規則に上昇する。
2. MLSSが高くなり過ぎると吸引圧力が上昇するので、処理期間が制限される。
3. 汚泥転換率はSRTが大きいほど低く、SRT 200 d 以上では、0.15 kg-MLSS/kg-BOD 以下であり、標準活性汚泥法に比べ極めて小さい。したがって、汚泥の抜き取り量、抜き取り頻度を大幅に減らすことが出来る。

排水
(溶解性物質)



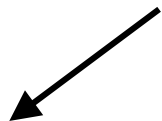
代謝産物



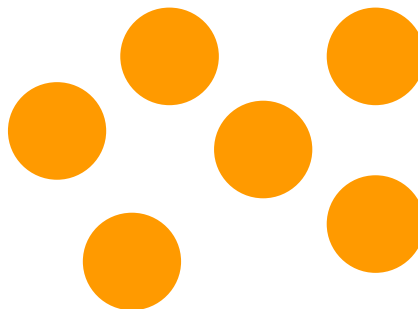
捕食
吸着



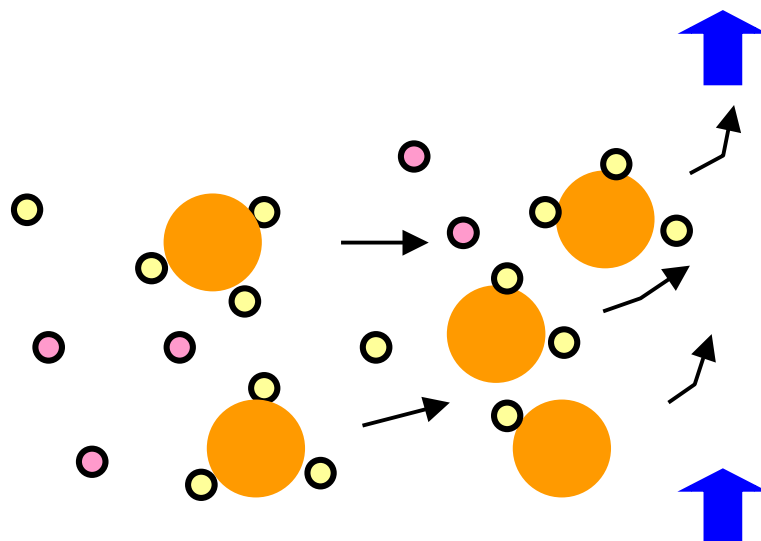
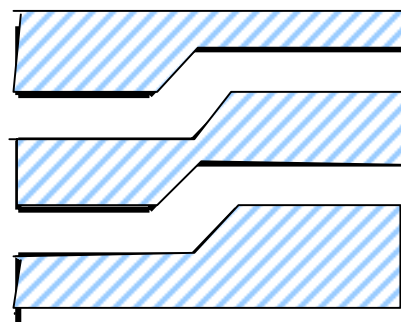
生物代謝



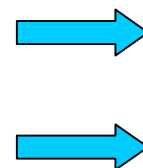
活性汚泥
(微生物)



膜

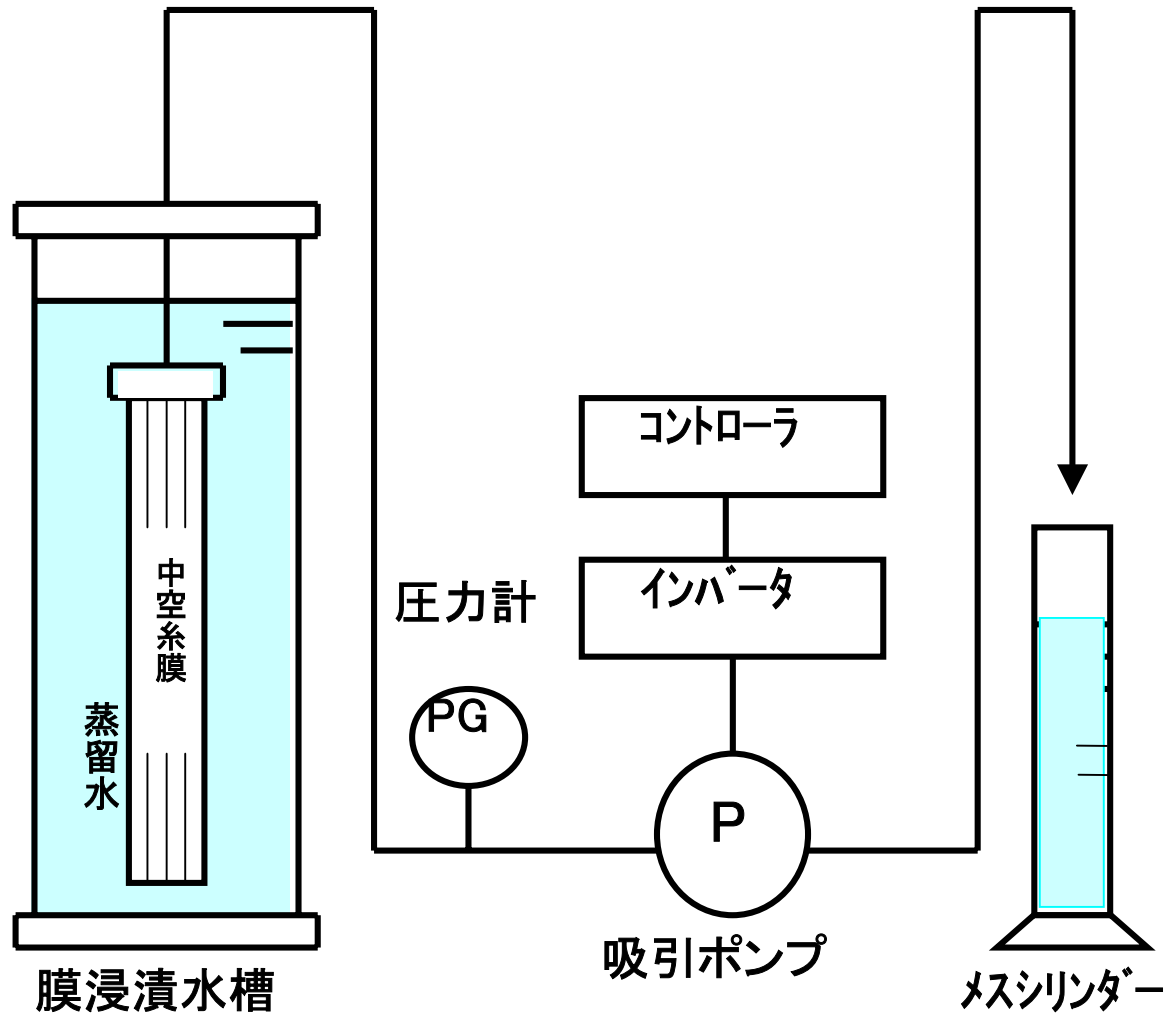


吸引

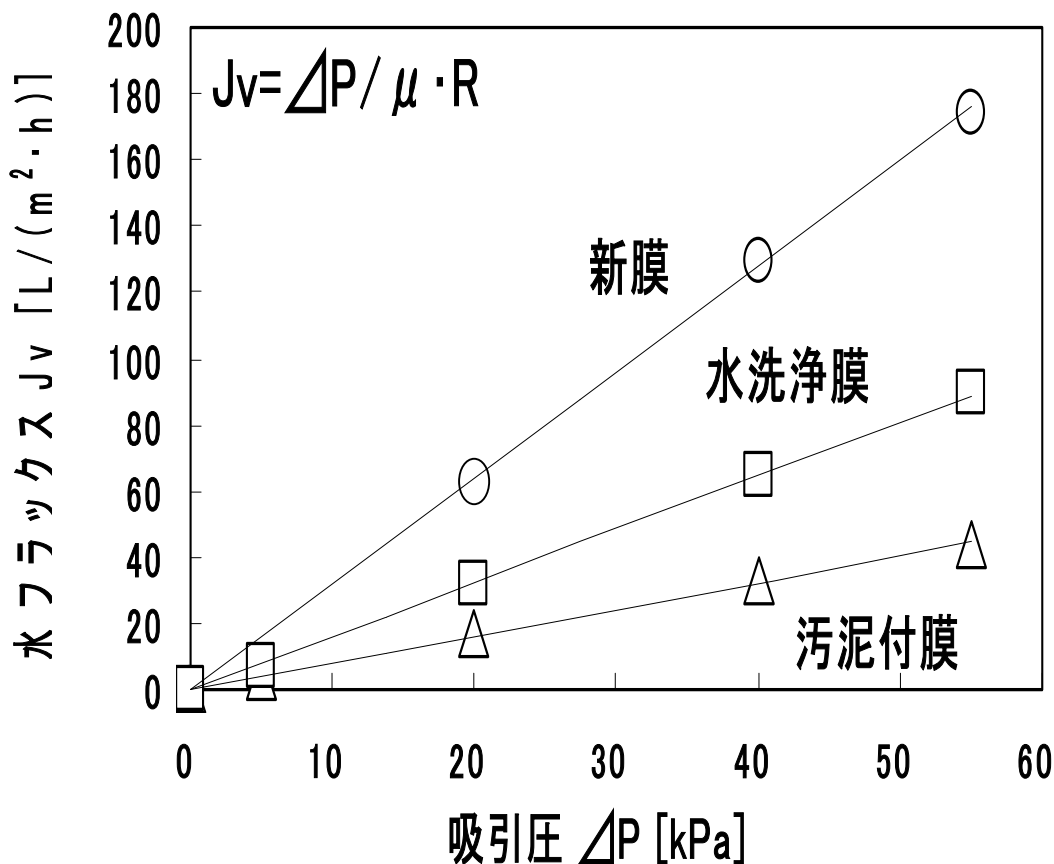


クロスフロー

水フラックス測定装置図



各濾過抵抗の求め方



①. 新膜の水フラックス実験より

$$R_m = \Delta P / \mu \cdot J_v \rightarrow$$

膜の濾過抵抗 R_m

②. 汚泥付き膜の水フラックス実験より

$$R_m + R_{cl} + R_c = \Delta P / \mu \cdot J_v$$

膜の全濾過抵抗 R_t

$$R_t = R_m + R_{cl} + R_c$$

③. 水洗浄後の水フラックス実験より

$$R_m + R_{cl} = \Delta P / \mu \cdot J_v$$

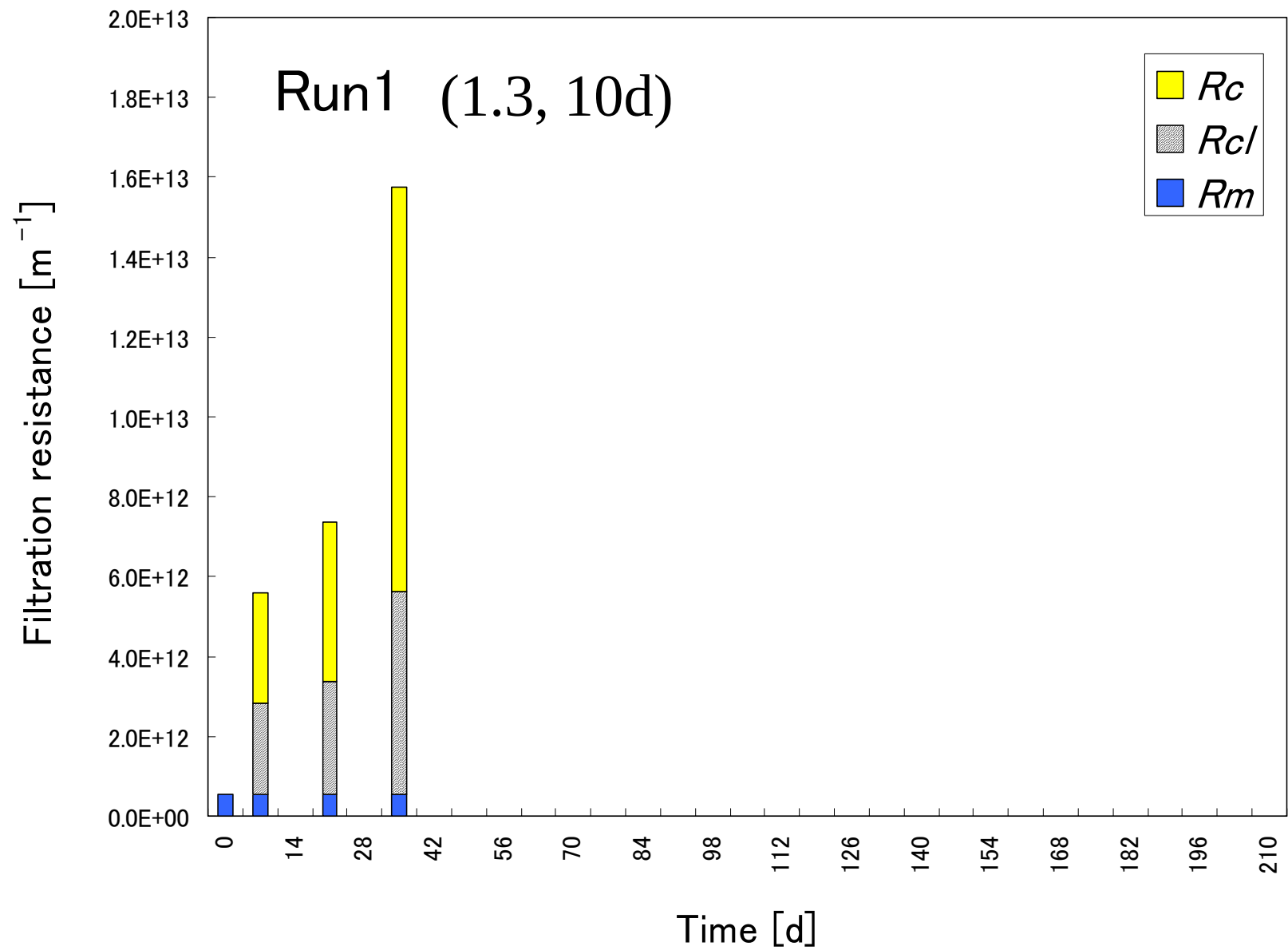
②－③より $\rightarrow$

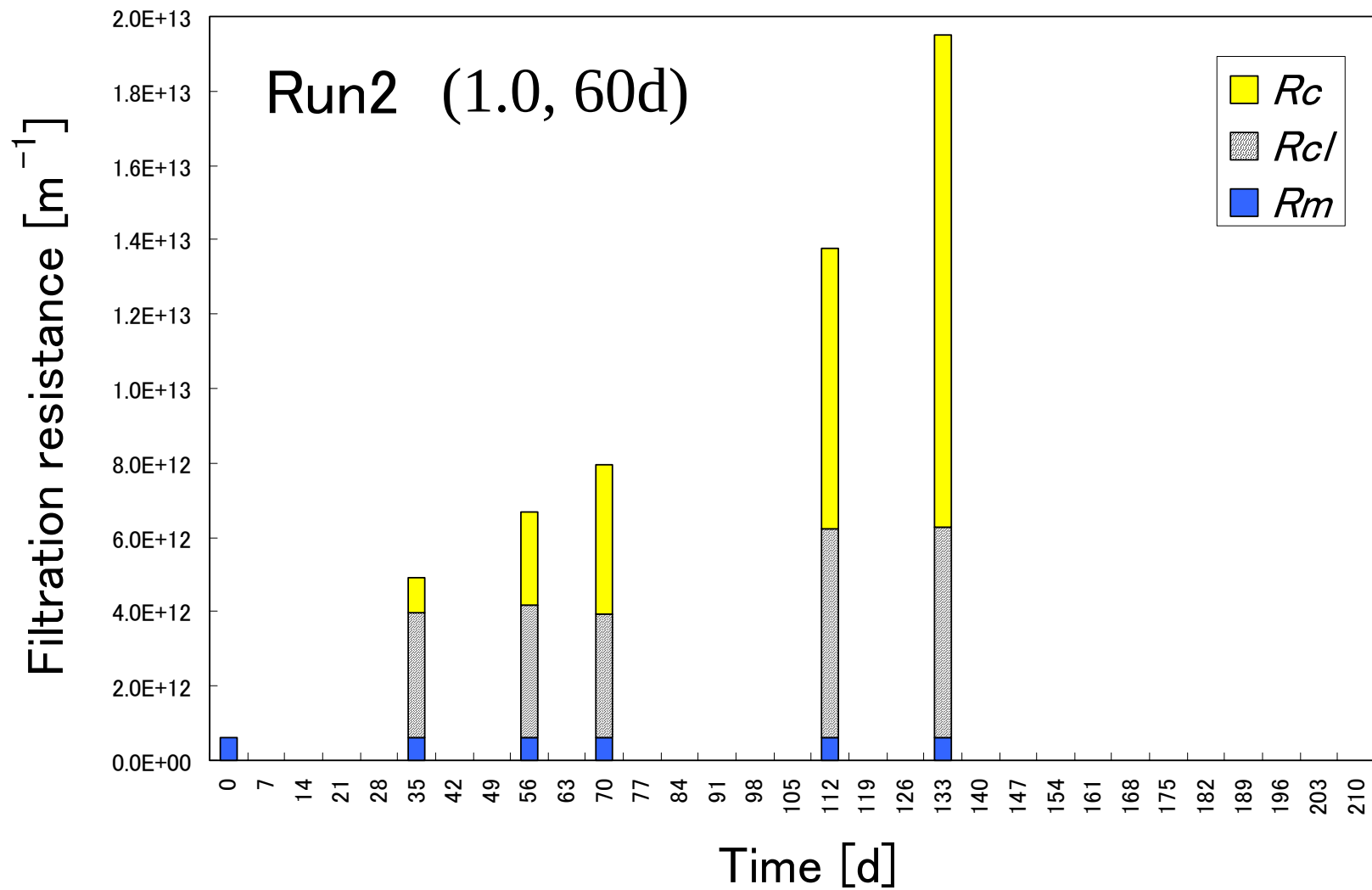
ケーキによる濾過抵抗 R_c

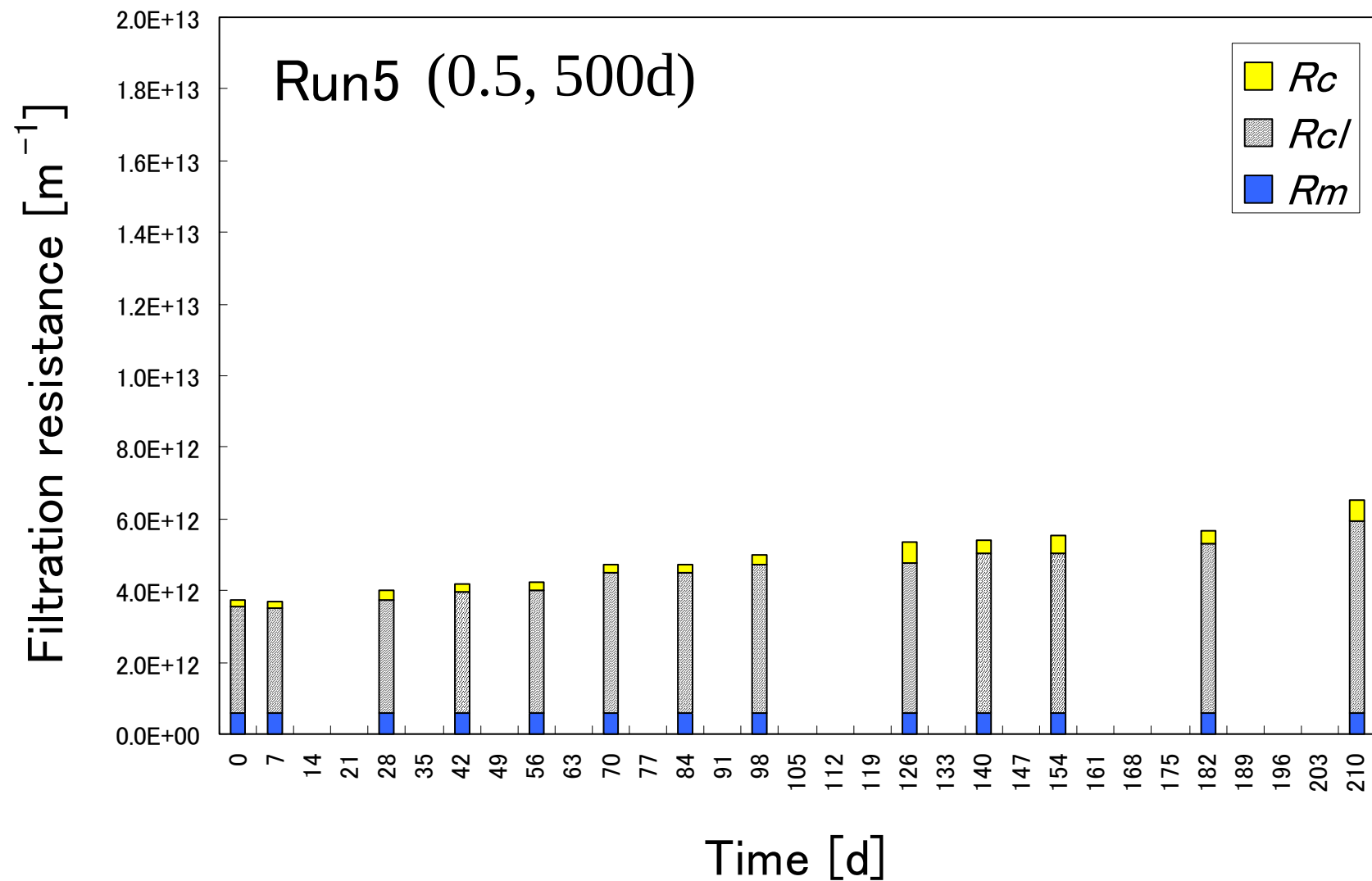
③－①より $\rightarrow$

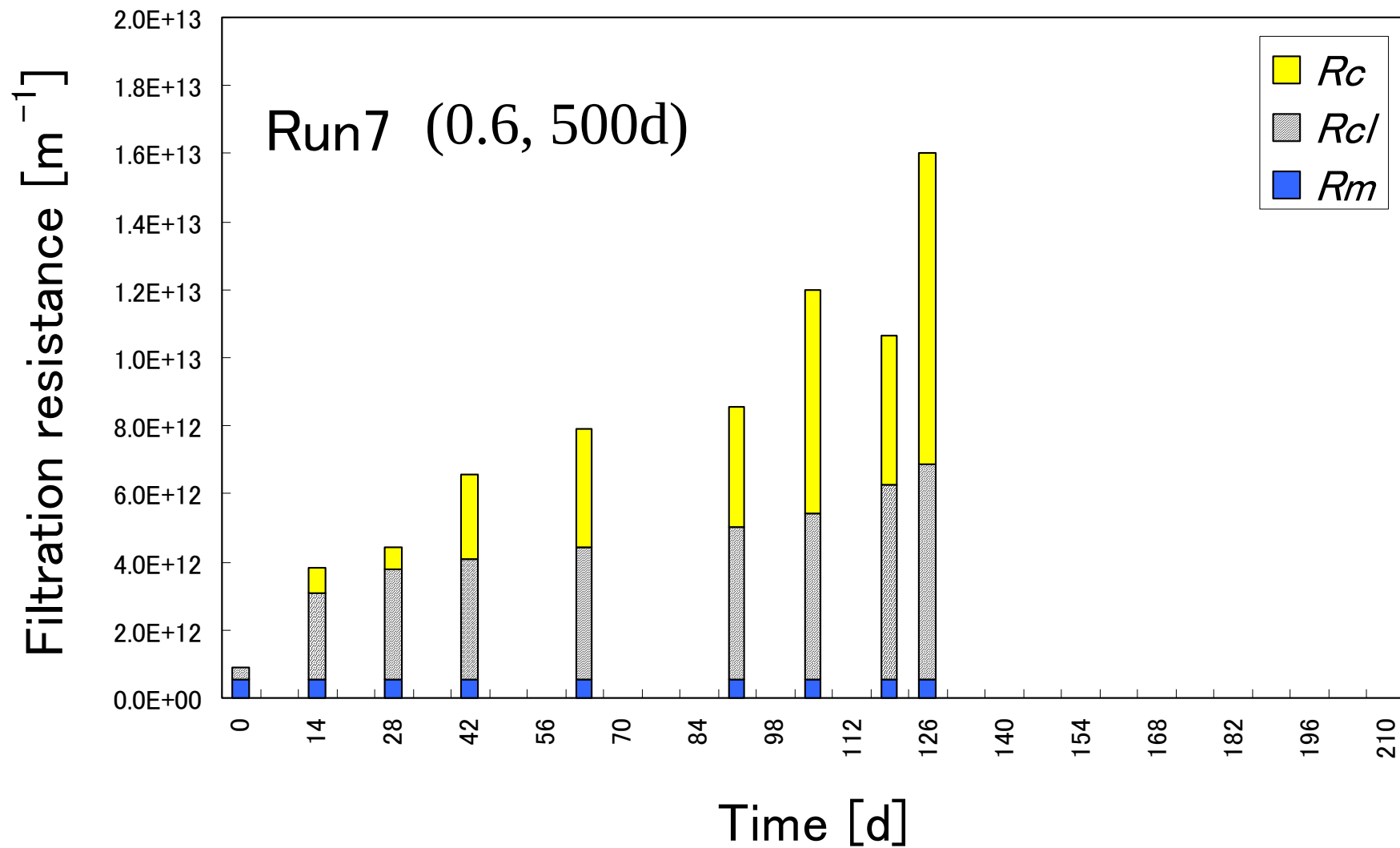
目詰まりによる濾過抵抗 R_{cl}
が求まる。

但し μ は水の粘度である。

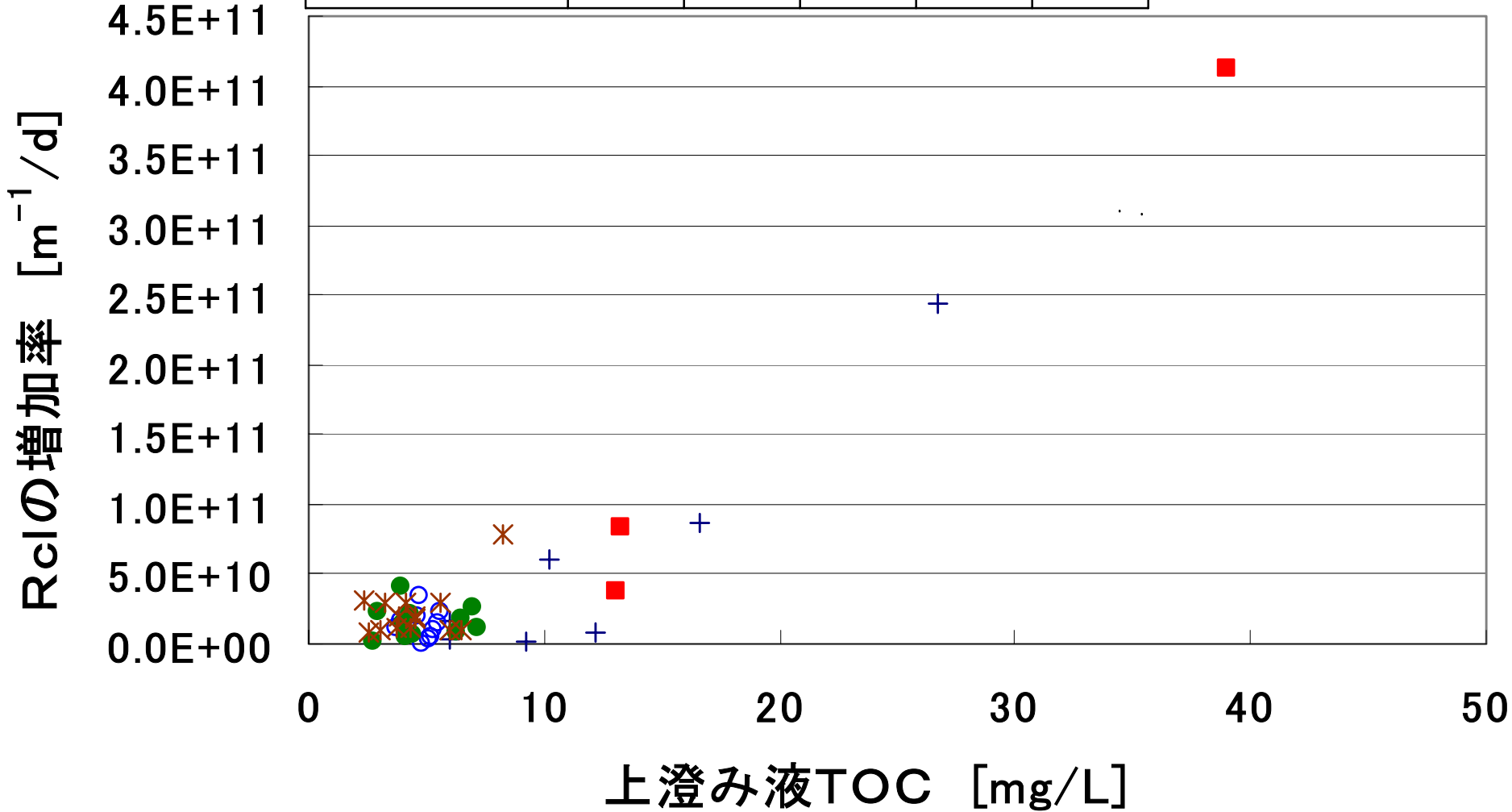






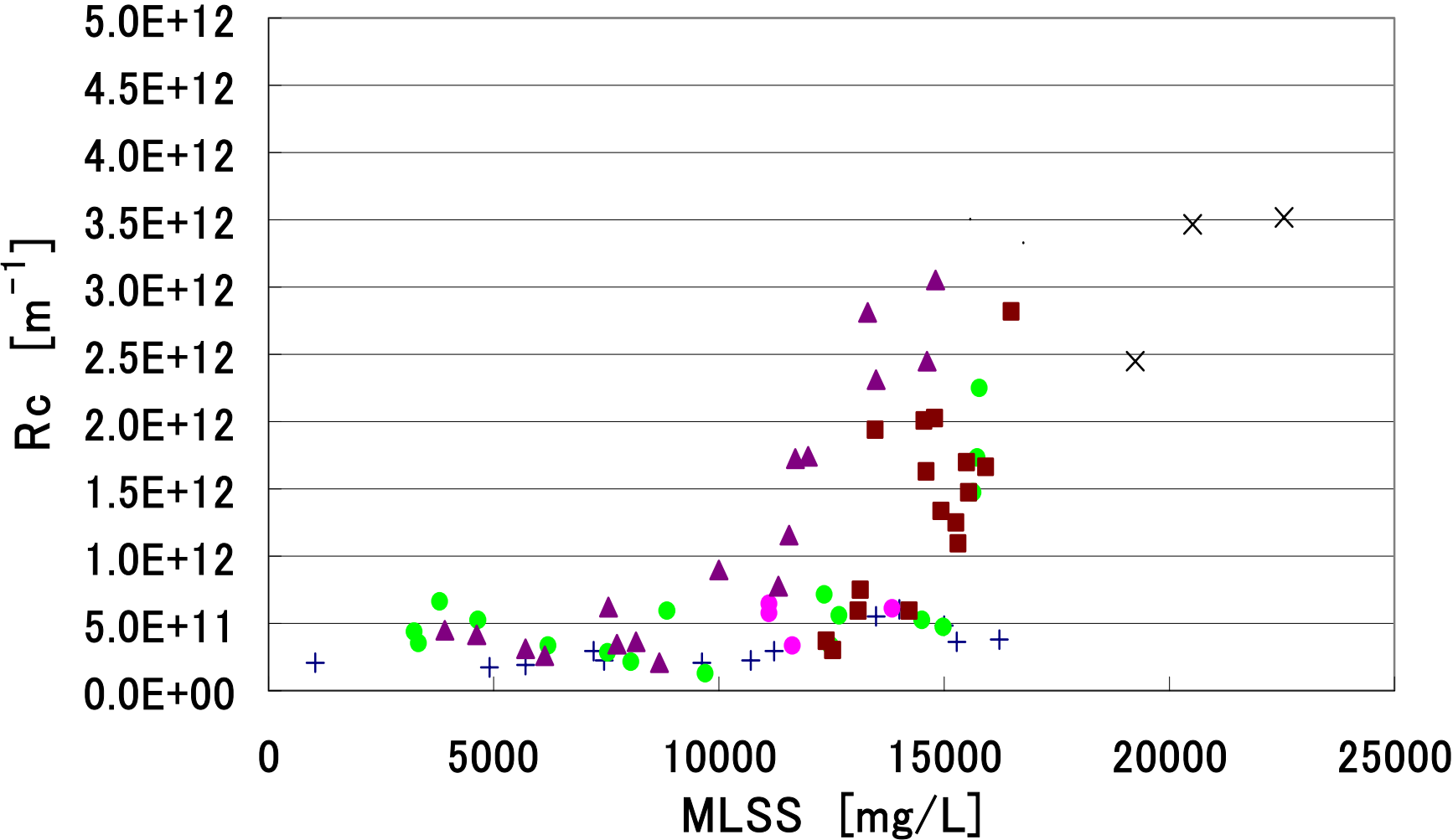


RUN	0	1	5	15	20
BOD容積負荷 [kg-BOD/m ³ ・d]	0.25	0.5	1.3	0.5	
SRT	500	500	10	500	200
KEY	+	○	■	●	*



RUN	0	8	10	15	19	20
BOD容積負荷 [kg-BOD/m ³ ・d]	0.25	0.5	0.6	0.5		
KEY	+	●	×	●	▲	■

SRT 500d



浸漬型膜分離活性汚泥法の適正操作条件

1. BOD容積負荷は $0.5\text{kg-BOD}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ 以下
2. 汚泥滞留時間SRTは 200 d 以上
3. 処理開始MLSSは約3000 mg/L
4. 反応槽内MLSSは約12000 mg/L 以上にしない