


第11回 RECWETシンポジウム

# 欧州における 膜分離活性汚泥プロセス の動向

JS技術開発部  
系川 浩紀



## ● 膜分離活性汚泥法 (MBR)

2

**MBR:** A combination of biological WWT (e.g. activated sludge) and membrane filtration as a measure for solid-liquid separation.

▶ Advantages over CAS processes:

- Complete rejection of suspended solids.
- Higher MLSS (> 8 g/m<sup>3</sup>).
- Smaller footprint (< 6hr for BNR).
- Smaller sludge production.
- Simple monitoring parameters (e.g. TMP).



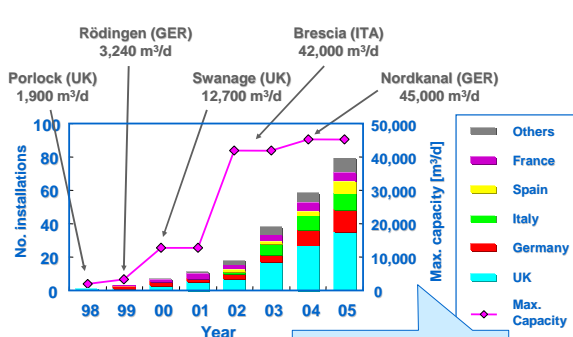
▶ Installed worldwide, from small-scale on-site WWTPs to large-scale municipal WWTPs.



▶ Full-scale application to municipal WWTPs has just around ten years history.

## ● 欧州におけるMBRの導入状況

3



Development of municipal MBR installations in Europe

- Mean : 3,780 m<sup>3</sup>/d
- Median : 1,300 m<sup>3</sup>/d

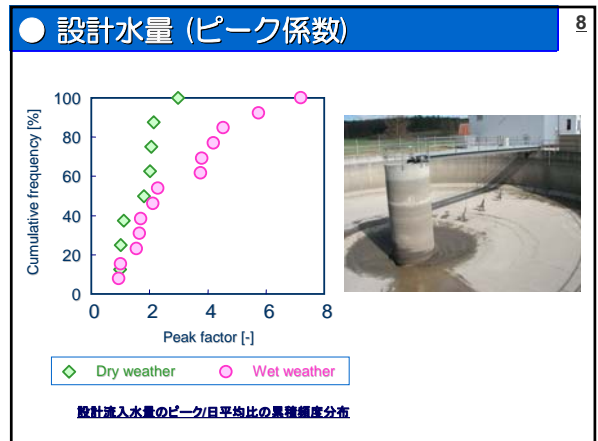
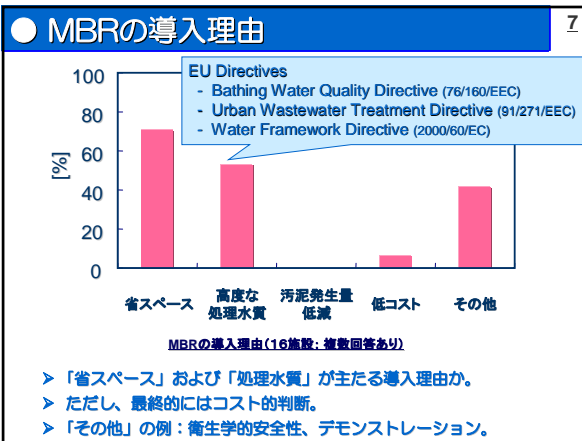
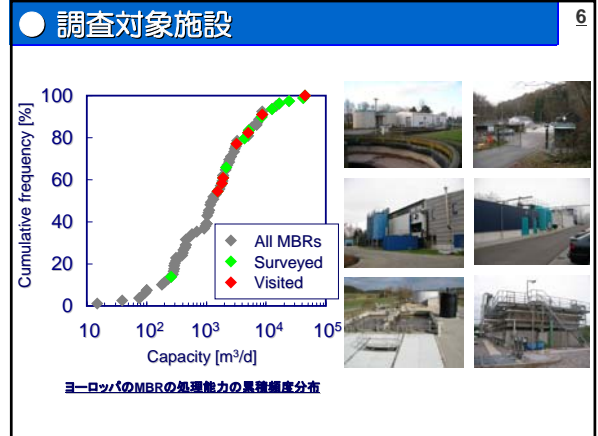
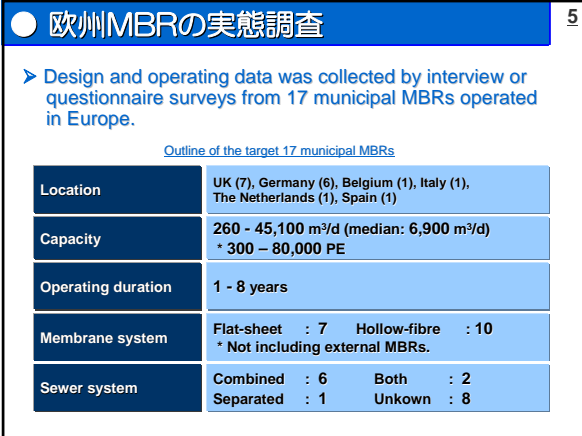
Key installations:

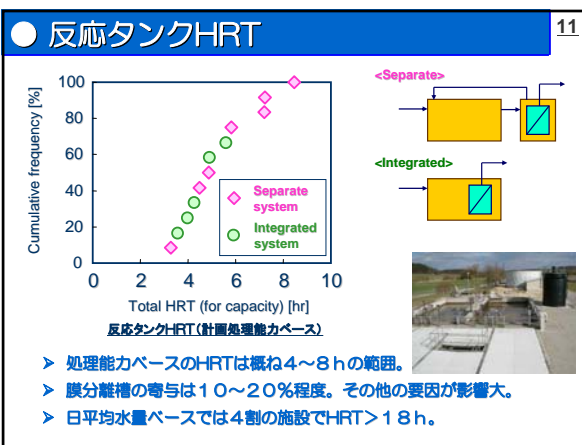
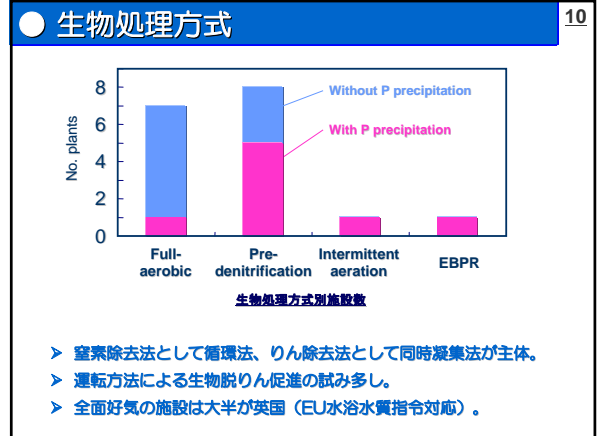
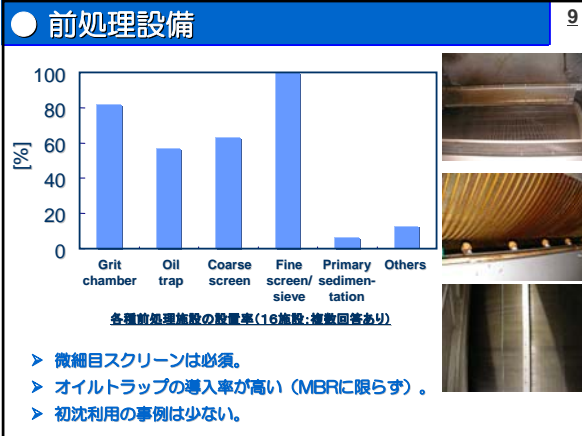
- Porlock (UK): 1,900 m<sup>3</sup>/d
- Rödingen (GER): 3,240 m<sup>3</sup>/d
- Swanage (UK): 12,700 m<sup>3</sup>/d
- Nordkanal (GER): 45,000 m<sup>3</sup>/d
- Brescia (ITA): 42,000 m<sup>3</sup>/d

## ● 世界の大規模MBR

4

WWTP name	Location	Commissioning	Hydraulic capacity
Brightwater	USA	2010	144,000 m <sup>3</sup> /d
Johns Creek	USA	2007	93,500 m <sup>3</sup> /d
Beixiaohe	China	2007	80,000 m <sup>3</sup> /d
Al-Ansab	Oman	2006	78,000 m <sup>3</sup> /d
Peoria	USA	2007	75,700 m <sup>3</sup> /d
Lusail	Qatar	2007	60,200 m <sup>3</sup> /d
Qinghe	China	2007	60,000 m <sup>3</sup> /d
Syndial	Italy	2007	47,300 m <sup>3</sup> /d
Delphos	USA	2007	45,400 m <sup>3</sup> /d
Nordkanal	Germany	2004	45,000 m <sup>3</sup> /d
Tempe Kyrene	USA	2006	44,300 m <sup>3</sup> /d
Brescia	Italy	2002	42,400 m <sup>3</sup> /d

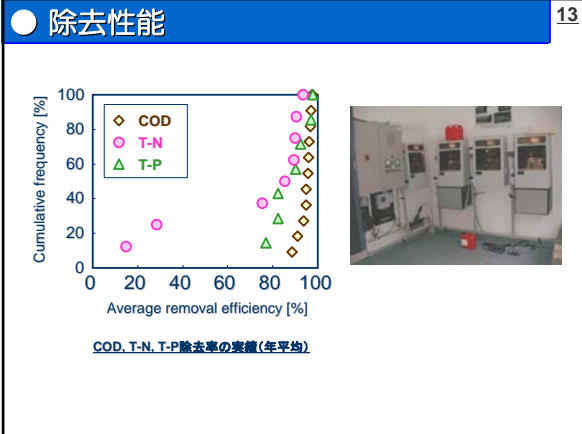




### ● 反応タンク運転条件

Operating condition for biological treatment at the MBRs

Parameter	Range	Median	No. plants
MLSS [g/L]	7.0~13.5	12.0	11
SRT [d]	15~>40	23	7
DO [mg/L]	1.5~2.5	1.5	5

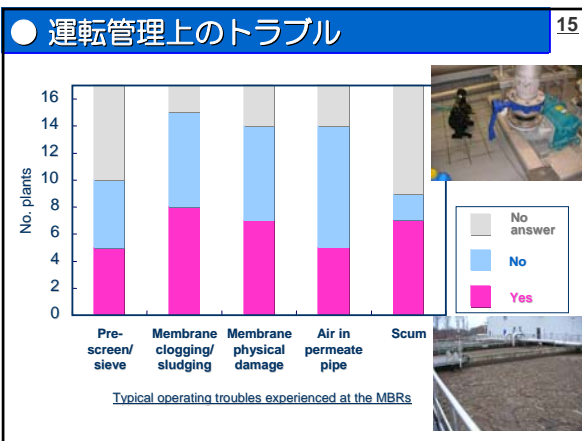


### ● 膜の洗浄方法

14

Membrane cleaning strategies for two types of membrane system

	Hollow-fibre	Flat-sheet
Filtration cycle	Filtration - Backwashing (e.g. 5min - 0.5min)	Filtration - Relaxation (e.g. 9min - 1.5min)
Cross-flow aeration	0.32~0.50 Nm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·h) * Cyclic aeration	0.52 - 0.88 Nm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·h)
Chemical cleaning	<b>Maintenance cleaning (MC)</b> - 0.5 - 1 times/week - In situ and/or in-air backpulse - NaOCl: 200 - 500 ppm + acid (e.g. citric acid: 3,000 ppm)	- 2 - 5 times/year - In situ backpulse - NaOCl: 2,000 - 5,000 ppm
	<b>Recovery cleaning (RC)</b> - 1 - 2 times/year - In/ex-situ soaking - Same chemicals as MC with higher dose	



- ### ● 更なる最適化へ向けて...
- 16
- ▶ Optimizing influent fine screen/sieve (type, cleaning, capacity...).
  - ▶ Redundancy of both mechanical units and membrane capacities/space.
  - ▶ Optimizing the length of permeate pipes to reduce the duration of backwashing.
  - ▶ More consideration on inflow equalization.
  - ▶ Optimizing the number of membranes in service according to inflow.
  - ▶ Optimized control of permeate pumps and cross-flow aeration.
  - ▶ Standardization of membrane unit and design criteria.

● 欧州のMBRに係るトレンド 17

- > 「導入」から「最適化」へ。
- > 大規模化。
- > 標準化。
- > ハイブリッド（MBRと従来法の並列処理）。
- > 民間・大学による新規の膜の開発。
- > EUレベルでの動機付け（研究プロジェクトなど）。



● 欧州におけるMBRの標準化 18

Who?



- 主体：CEN (European Committee for Standardization)
- 作業：CEN Workshop N34  
"Submerged" membrane bioreactor (MBR) technology
  - Chairman：Prof. Frechen (独・Kassel大学)
  - 事務局：DIN (Deutsches Institut für Normung)
  - 実作業：プロジェクトチーム形式
- 提案：AMEDEUSを中心とした産官学。

● 欧州におけるMBRの標準化 19

What?

- (1) 用語の定義・統一
- (2) 性能評価方法
- (3) 膜の互換性を加味した設計ガイドライン



- 膜交換費低減・寿命延長による経済性向上。
- 最新の設計・運転方法による信頼性向上。
- 世評の形成。
- 膜供給、建設、運転に係る各者の関係強化。

● 欧州におけるMBRの標準化 20

Why?

- (互換性の無い) 多数の製品・システムの混在による混乱。
- 非欧州由来の製品・システムが市場を席巻している現状(?)。

When?

- 2006.11：AMEDEUS主催の会議@ベルリン。Workshop提案に係る合意形成。
- 2007.06：キックオフミーティング。方針決定。→4ヶ月以内に第1次案提出
- 2007.10：1st ミーティング。→第2次案提出
- 2008.01：2nd ミーティング。→60日間のパブリックコメント
- 2008.04：3rd ミーティング。
- 2008.11：最終版 (CWA: CEN Workshop Agreement) の公表。

● 欧州におけるMBRの標準化 21

Outputs

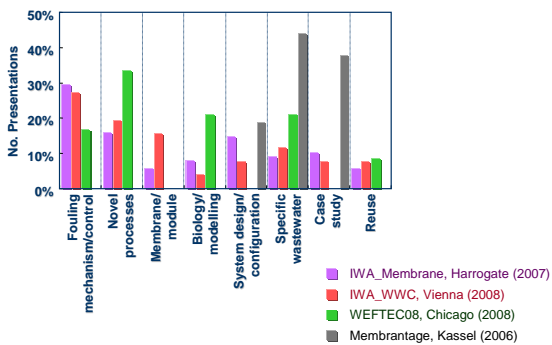
- CWA (CEN Workshop Agreement) 15897
  - ※ 直接の法的拘束力は持たない。2008.11.20公表。
- 用語集
- システム構成ユニット毎の留意点 (流入水、前処理、生物処理、膜分離…)
- 膜 (平膜、中空糸膜)
- 設計・運転諸元 (流入水、ファウリング抑制、TMP、膜ろ過性、膜の損傷)
- 性能評価試験 (ろ液SS・濁度、消毒効果、スクリーン性能、曝気、清水試験、ろ紙ろ過試験…)
- 添付文書 (膜製造者→設計者)
- 互換性 (設計上の留意点、プロセスフロー・槽構造・PLCの例(膜分離部分))

● 独国におけるMBRの設計ガイドライン 22

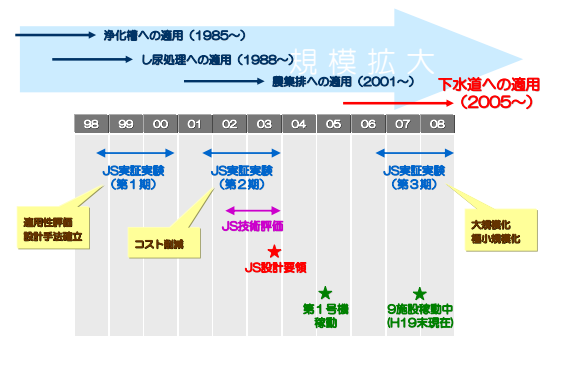
- DWAが設置した専門委員会 (KA-7) が下水処理場におけるMBRの設計・建設に係るガイドラインを作成中。
    - 2008.11現在、最終稿チェック中。
    - 既存の反応タンク容量計算ガイドライン (ATV-DVWK-A131) を踏まえた上でMBRに係る特記事項を指摘したものになる (?)
    - 膜の標準化までは踏み込まない予定。
    - 法的拘束力は無いが、実質的には標準的な設計方法となる。周辺国 (オランダ、オーストリア、スイスなど) にも波及か (?)
- ※DWA: ドイツ水管理・排水・ごみ協会



● 研究・開発動向 23



● 我が国における下水用MBRの現状 24



## ● 我が国における下水用MBRの現状

25

- 稼働中：9箇所（2005～）
- JS設計要領（2003年、2005年改訂）
  - 対象処理能力：200～3,000 m<sup>3</sup>/d。
  - プロセス構成などの標準化。
    - 膜の種類に因らない土木構造物（膜は機械設備の入札で決まる）。
    - 流量調整槽による流入水量平準化。
    - 処理フロー：循環式硝化脱窒槽。膜を好気タンクに浸漬。
    - 反応タンクHRT：6hr（無酸素3hr+好気3hr）。
- JSにおける現在の検討内容
  - 大規模化（ハイブリッド型を含む）。
  - 極小規模化。

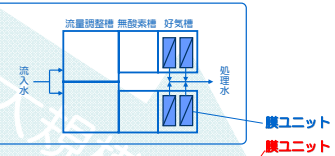


## ● MBRの大規模化に向けた検討

26

### ☆ 小規模向けMBR

- 200～3,000 m<sup>3</sup>/d
- 新設を想定
- 施設構成・結元の標準化
- 9施設で稼働中



### ★ 大規模向けMBR

- >10,000 m<sup>3</sup>/d
- 既設改造・再構築主体
- 既設の制約条件を加味した最適化検討

