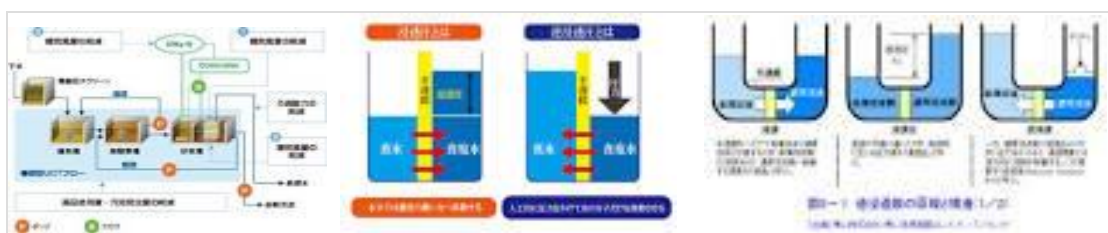


RO、UF、MBR 等膜分離及び一般濾過の採水エレメントの共通性

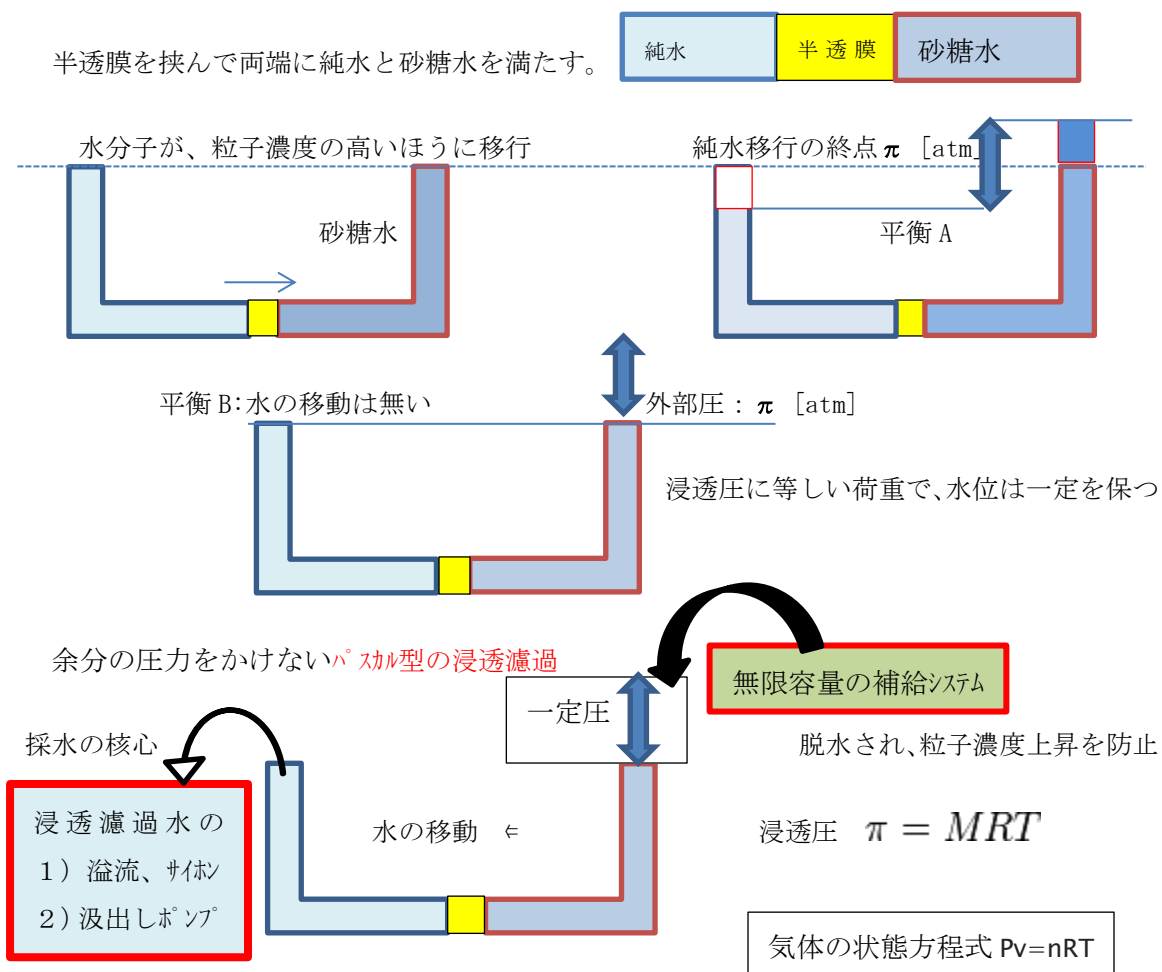
株式会社ファインクレイ <http://www.fineclay.co.jp/> 古野伸夫 131019

<http://www.nedo.go.jp/content/100184108.pdf#search='MBR+%E6%8E%A1%E6%B0%B4+%E7%9C%81%E6%B0%B4+%E7%92%B0%E5%A2%83'> NEDO「省水型・環境調和型水循環プロジェクト水循環要素技術研究開発」記載の膜分離活性汚泥法（MBR）の性能向上、省エネの取組を参考にし、水循環に必須要素の採水エレメントに「詰まらない」浸透濾過が「スカルフィルタ」型を提起する。

1. MBR 膜分離、浸透、逆浸透現象のネット公開された解説画像



2. 浸透の平衡状態から非平衡の採水状態の図解



3. 浸透現象に係る化学反応、特に温度の重要性

浸透とは溶媒が半透膜を通して拡散する現象である。半透膜、すなわち溶媒だけを透す膜で隔てられた2室に溶媒・溶質が同じで濃度の異なる2つの溶液があると、濃度の低い溶液から濃度の高い溶液に移動する溶媒分子の数は逆向きのものより多くなる。結果、溶媒は溶質濃度の高い溶液の方へ移動し、平衡状態に達するまで続く。浸透圧 π [atm] は次の式で表される。

$$\pi = MRT$$

M はモル濃度 [mol / dm³]、 R は気体定数 [atm · dm³ / K · mol]、 T は温度 [K] である。

溶質濃度は粒子濃度であり、電解質の水溶液の浸透圧は式量によるモル濃度ではなく生じたイオン濃度から求め、水溶液の pH と導電率によって管理できる。いずれも温度が関与し、水の粘度の温度依存性が 5℃で1割上昇する事、化学反応速度が 10℃で約2倍に加速することに基づくもので、温度変化をざっくりと的確に把握し、詳細数値にこだわる必要はない。

4. 膜分離濾過、一般濾過、共通の分画粒度の提起 線速度 v (m/h) で分類

超「革新」膜	? nm	元素原子、イオン	三重水素水の分離
「革新」膜	2 nm	単独水分子、ナノイオン	アルカリイオンからセシウム分離、⇒メッキ等排水の資源化
逆浸透膜 RO	20 nm	分子会合の通常水	海水から淡水採取⇒浸透圧発電
限外ろ過膜 UF	200 nm	各種分子溶解水	電着塗装液から洗浄水採取⇒諸産業へ普及
精密ろ過膜 MF	2 μ m	粘土、泥 $v=0.01$	諸産業
濾布、濾紙	20 μ m	$v=1$	諸産業
ウェッジワイヤー	200 μ m	$v=100$	諸産業
スクリーン、ストレーナー	2 mm	$v=10000$	諸産業
金網	20 mm	粗砂の分離	諸産業
竹籠、柵	200 mm	荒ゴミ	自然環境、治水、防災

5. 採水量 Q (m³/h) と濾過面積 S (m²) で決まる分画粒度 D (μ m)

頭記資料 189 頁記載の、ろ過流束 (フラックス) 従来 0.52 m³/m²/d が倍増 1.0 に向上したと記されている。これは 1 m² のエレメントで 1 m³/d という事、部外者から見てもいぶん小さい。この値は採水量 Q (m³/h) を濾過面積 S (m²) で除した流束の線速度 v (m/d) = Q/S に相当する。0.52 ~ 1.0 m/d = 0.0217 ~ 0.042 m/h はストークスの沈降式相当のファインクレイの沈降式 $v \cdot 400 = D^2$ により、2.9 ~ 4.1 μ m と計算される。このような細孔、細間隙のフィルターは製作困難であるから膜技術、特に中空糸カートリッジの大量生産提供の成果は画期的である。分画粒度は流量と、固体と液体の境界面の複雑多様な化学分子の性質、例えば親水・疎水のバランス、イオン交換反応等が関与するいわゆる界面現象に支配されている。これはバルク水溶液の酸化・還元電位で窺い知れるように、曝気操作の適正化の成果が寄与していることが意義深い。

平成 23 年 3 月下水道膜処理技術会議の下記資料でも、透過流束は $1.1 \sim 2.6 \text{ m}^3/\text{d} = 0.046 \sim 0.11 \text{ m}^3/\text{h}$ である。

<http://www.mlit.go.jp/common/000146906.pdf#search=>。

6. ポンプ付採水エレメント:パカルの「鼻」つき分級ポンプ

簡易小型水中ポンプ TBP-5 基本仕様		ブラシレス DC 水中ポンプ C4SP 基本仕様	
使用場所	水中 / 屋内用	使用場所	水中 / 屋外・屋内用
使用環境	常温のきれいな真水でお使い下さい。	使用環境	常温のきれいな真水でお使い下さい。
吐出口/ノズル	直径13mm吐出口 直径5mm吐出口	吐出口/ノズル	直径13mm吐出口
定格電圧	AC100V 50 / 60 Hz	定格電圧 (運転可能電圧)	12V 6~14(12V) 24V 6~28(24V)
吐出量最大時消費電力	4.44 W 4.78 W	定格電流	0.86A 0.45A
最大吐出量	5.3リットル/分 6.7リットル/分	最大吐出量	14リットル/分
最大揚程	41 cm 59 cm	最大揚程	2.9 m
寸法	(幅×奥行×高さ) 71.5mm×55mm×58mm	寸法	(幅×奥行×高さ) 48mm×66mm×83.5mm
重量	200g	重量	242g (12V標準) 252g (12Vセンサー付) 244g (24V標準) 254g (24Vセンサー付)
流量調節装置	あり	電源コード長 (※ジャックの長さ)	約 1.8m 中心=赤 (+) / 外側=黒 (-) ※DCジャックタイプ

ろ過流束 (フラックス) $0.52 \Rightarrow 1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ を創出するには、表面積 1 m^2 の場合、 $0.52 \Rightarrow 1.0 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $22 \sim 42 \text{ l/h} = 0.37 \sim 1.40/\text{min}$ の小型水中ポンプを求めて、上記**㈱フタイ社提供品**で実験した。民生市販品ではこれより小さいものはなく、このクラスのポンプ出力を絞り込むのは困難であるが、パカルの原理、連通管原理を順守すれば、鹿沼土という身近な園芸資材を濾過材として**表面積 0.3 m^2 の金網濾過**で、濾過流束 $3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ 3年間以上清澄水の採取が継続している。冬から春の黄砂で濁る雨水導入でも、フンダル現象を示さない清澄度を維持している (別途掲載)。

大型水利施設への応用の方がはるかに容易な課題と感じる。例えば 1000t の大型タンクの汚濁水処理の場合、格別の膜、中空糸でなくても表面積 1 m^2 の金網のパカルフィルター、上記規模の小型水中ポンプでさえ、 $3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ 稼働させると、約 1 年間で処理できることになる。**ソーラーパネル直結の DC ポンプ**の場合、特に設置場所を問わず、屋外なら数千個のタンク、ため池浄化に寄与する。濃縮泥は別途記載する。いうまでもなく、 $1 \sim 10 \text{ m}^3/\text{h}$ 程度の汎用性の高い水中ポンプを分級に推奨する。

7. サイホンでないパカルフィルター型連通管構造のタンク群

