



DOWEX™

ファインメッシュシリーズ

技術資料

本資料は、ザ・ダウケミカルカンパニー社の

“Dow Water Solutions DOWEX™ Fine Mesh Spherical Ion Exchange Resins For Fine Chemical and Pharmaceutical Column Separations”
をもとに作成したものです。

® TM: ザ・ダウケミカルカンパニー又はその関連会社商標

様々な粒子サイズと架橋度で 実験室から工業スケールまでの確かな成功をサポートします

カラム分離

DOWEXTM 球状ファインメッシュイオン交換樹脂をご使用いただくことで、カラム分離において最高の選択性、再現性、信頼性を得ることができます。DOWEXTM は、ザ・ダウ・ケミカル・カンパニーが、一般的な 16-50 メッシュの工業用樹脂を製造するのに使用する、懸濁重合法(Suspension Polymerization Technology)をより選択的に制御することによって生産されています。この方法で生成される樹脂はクロマト分離において破碎されたり、粒状に加工された樹脂に見られるような問題がなく、優れた反応速度と充填特性を示します。

ファインケミカルおよび製薬分野などのカラム分離にご使用いただけるファインメッシュ樹脂を幅広くご用意させて頂いております。50-100、100-200、200-400 メッシュの陰イオンおよび陽イオン交換樹脂があり、架橋度(ジビニルベンゼンの含量%)により示される)は、2, 4 および 8% のものがございます。幅広い品揃えにより、最適な透過性、含水率および総交換容量の樹脂を用途に合わせてご選択いただけます。

樹脂の幅広い選択肢により、実験レベルでの分離の最適化能力を高めるだけでなく、スケールアップの過程でしばしば必要となる適応性について、簡略化することが可能です。これにより、ラボスケールからパイロットスケールへの移行のほかフルスケールプラントの操業への確かな成功をサポート致します。

DOWEXTM ファインメッシュ樹脂を用いることで、ファインケミカルや製薬分野のカラム分離において、耐久性、pH 耐性、再現性、信頼性があり、クリーンで、かつ期待を満足するパフォーマンスを発揮する分離精製が可能となります。

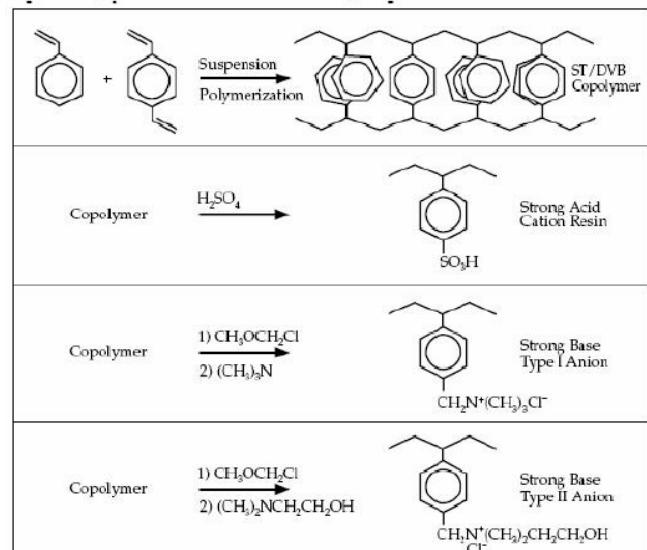
・丈夫で、かつ不溶性の構造

DOWEXTM ファインメッシュ樹脂は、ステレンとジビニルベンゼンの微細孔構造をもつ共重合体を基材としているため、酸化、還元、力学的な摩耗や破損への耐性に優れています。さらに、一般的な溶媒に不溶な構造をしています。(Figure 1.)

・微細な粒子の低減化

DOWEXTM ファインメッシュ樹脂は、直接合成を行うことにより、製造されています。このため、破碎状の樹脂と比べ、よりクリーンで、信頼性と再現性の高いパフォーマンスを示します。破碎状の樹脂には、形状の異なる、とがった形の粒子、微細な粒子や微粉が含まれます。これらの微粒子や微粉は、実験プロセスにおいて不具合の原因となります。乾燥した樹脂を扱う場合、微粒子は塵埃の原因となり、また、クロマトグラフィーの充填剤や、ろ過装置補助剤として使用される場合、フィルターやフリットの目詰まりの原因となります。また、微粒子はバッチ処理の際に沈降時間を長引

Figure 1. Synthesis of DOWEX ion exchange resins



かける原因や、物理的損失による樹脂の摩耗の原因となります。

・厳しく管理されている粒径と架橋度

懸濁重合の工程を制御することで、DOWEX™ ファインメッシュ樹脂の粒径は厳格に管理されています。この工程に使用されるジビニルベンゼンの比率は、樹脂の架橋度(または含水率)を決定するように制御されています。これらの要素を満たすことで、明確で、信頼性のあるパフォーマンスを発揮する幅広い商品群となっております。

ダウ樹脂の名称について

DOWEX™ ファインメッシュ樹脂名称は、樹脂の形と架橋度が特定されるように命名されています。

樹脂の形は下記の3種類です。

50W :強酸性陽イオン交換樹脂

1 :強塩基性陰イオン交換樹脂、タイプ I

2 :強塩基性陰イオン交換樹脂、タイプ II

樹脂の名称は、これら3つの形に”X”と樹脂の架橋度を示す数字を記載しています。(数字は樹脂の共重合体中のジビニルベンゼン(DVB)の割合を表しています。)

(例)

DOWEX™ 50WX8 :8%DVBを含む強酸性陽イオン交換樹脂

DOWEX™ 1X4 :4%DVBを含む強塩基性陰イオン交換樹脂、タイプ I

DOWEX™ ファインメッシュ樹脂の評価と選択の方法

Table 1 に DOWEX™ ファインメッシュ樹脂の基本情報を記載します。こちらの表を樹脂の選択の際にご使用ください。

Table 1. The full range of DOWEX resin options^{1,2}

Cation resins	Mesh size	Ionic form	Water retention capacity (%)	Total exchange capacity (meq/mL)	lbs/ft ³	lbs/5 ft ³ drum
DOWEX 50WX2	50 - 100	H ⁺	74 - 82	0.6	46	230
DOWEX 50WX2	100 - 200	H ⁺	74 - 82	0.6	46	230
DOWEX 50WX2	200 - 400	H ⁺	74 - 82	0.6	46	230
DOWEX 50WX4	50 - 100	H ⁺	64 - 72	1.1	48	240
DOWEX 50WX4	100 - 200	H ⁺	64 - 72	1.1	48	240
DOWEX 50WX4	200 - 400	H ⁺	64 - 72	1.1	48	240
DOWEX 50WX8	50 - 100	H ⁺	50 - 56	1.7	50	250
DOWEX 50WX8	100 - 200	H ⁺	50 - 58	1.7	50	250
DOWEX 50WX8	200 - 400	H ⁺	50 - 58	1.7	50	250
Anion resins						
DOWEX 1X2	50 - 100	Cl ⁻	65 - 75	0.7	44	220
DOWEX 1X2	100 - 200	Cl ⁻	70 - 80	0.6	44	220
DOWEX 1X2	200 - 400	Cl ⁻	70 - 80	0.6	44	220
DOWEX 1X4	50 - 100	Cl ⁻	50 min.	1.0	44	220
DOWEX 1X4	100 - 200	Cl ⁻	55 - 63	1.0	44	220
DOWEX 1X4	200 - 400	Cl ⁻	55 - 63	1.0	44	220
DOWEX 1X8	50 - 100	Cl ⁻	43 - 48	1.2	44	220
DOWEX 1X8	100 - 200	Cl ⁻	39 - 45	1.2	44	220
DOWEX 1X8	200 - 400	Cl ⁻	39 - 45	1.2	44	220

¹ Standard sales packs of one and five cubic feet are available. For further information, call the Dow Customer Service Center, 1-800-232-2436.

² Smaller, laboratory-size quantities are available through suppliers of chromatography and fine chemical products.

イオン交換樹脂の化学的、物理的な性質が特定の測定法によって決められる一方、実際の樹脂の挙動は樹脂の性質と、使用時の条件の相互作用にも影響されます。

—樹脂の選択における3つの基本的な検討事項に関する考察

・樹脂の処理能力への使用条件の影響

イオン交換容量の大きい樹脂がある特定の用途において、必ずしも最大の処理能力を発揮できるとは限りません。実際、ある種の溶液では、樹脂の架橋度がイオン交換容量より、処理能力を決定する上で重要な要因となっています。(Table 2.参照)

Table 2. Uptake of erythromycin by resins with varying ion exchange capacities and cross-linkage

Resin	Exchange capacity (meq/mL)	Erythromycin adsorbed ^{1,2} (mg/mL)
DOWEX 50WX2, 50 - 100	0.6	5.9
DOWEX 50WX4, 50 - 100	1.2	11.7
DOWEX 50WX8, 50 - 100	1.7	0.86

1 As adsorbed from a filtered fermentation broth with an initial antibiotic concentration of 1,000 micrograms per milliliter.

2 F.J. Dechow, "Separation and Purification Techniques in Biotechnology," Noyes Publications, Park Ridge, NJ, 1989.

Solvent conditions can affect actual resin operating capacity as shown in this example where, despite greater ion exchange capacity, actual uptake of erythromycin by the tighter cross-linked DOWEX 50WX8 resin was less than the two resins with lower cross-linking.

イオン交換容量と架橋度の異なるいくつかのファインメッシュ樹脂によるエリスロマイシンの吸着の測定結果をTable 2.に示します。こちらの表では、架橋度の低い強酸性陽イオン交換樹脂(DOWEX™ 50WX2 と DOWEX™ 50WX4)が、イオン交換容量がより低いにも拘わらず、架橋度の高い樹脂(DOWEX™ 50WX8)よりエリスロマイシンを多く吸着しています。

樹脂の有効孔隙率は、イオン強度、pH、有機変性を含む溶媒の状態に影響されることがあります。

様々な架橋度の DOWEX™ 樹脂をご提供することで、特定用途における最適な樹脂を決定するための適当な評価を導き出す手助けになると考えております。

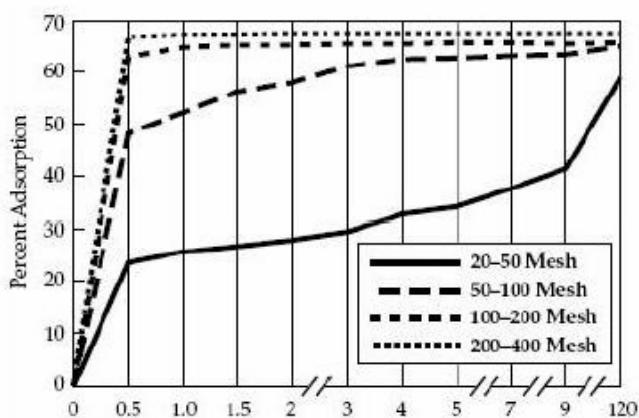
・溶質吸着平衡の必要条件と圧力損失

一般に粒径が小さくなるにつれ溶質の吸着が増加するように、溶質の吸着は粒径の影響を受けます。Figure 2 はバッチ試験における種々の粒径の DOWEX™ 1X4 による L-トリプトファンの吸着を示しています。標準的な 20-50 メッシュの樹脂が、より小さな粒径の樹脂より緩やかな速度で吸着しているのがわかります。

しかしながら、用途によっては、単純に粒径の小さな樹脂を選択しても物理的な強度という点に関して、その採用が難しいことがあります。

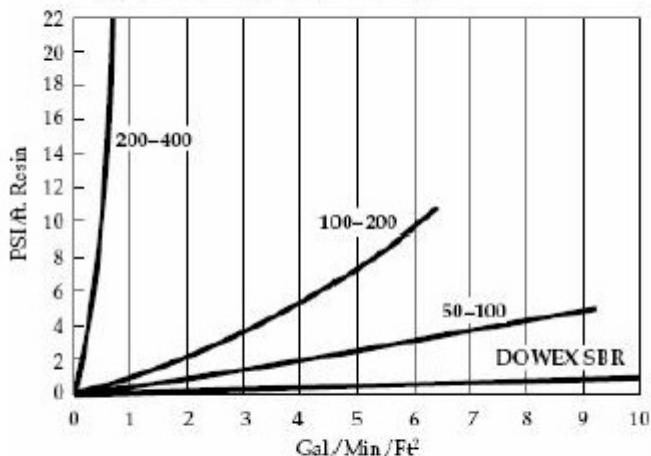
Figure 3 では、カラム中の樹脂のサイズが小さくなるにつれ、カラムを流れる液体の摩擦損失や圧力損失が増大することが示されています。より小さな粒径の樹脂を使用することで、ある特定のプロセスでの反応速度が速くなる可能性がありますが、一方では、装置の選択、操作時のパラメーターの設定やスケールアップの可能性を評価する際には、圧力損失の増大を考慮しなければなりません。

Figure 2. Influence of particle size on uptake of L-tryptophan by DOWEX 1X4
(1 eq resin/eq L-tryptophan, batch adsorption)



Uptake of L-tryptophan by DOWEX 1X4 fine mesh resins (mesh sizes 20-50, 50-100, 100-200, and 200-400) was compared in a batch adsorption test. The data show that solute uptake increased with decreasing particle size. The standard 20-50 mesh resin showed a slower uptake isotherm than those of the finer particle size resins.

Figure 3. Influence of particle size on pressure drop, comparison of DOWEX™ SBR industrial-grade resin and DOWEX 1X2 fine mesh resin



Pressure drop of DOWEX 1X2 fine mesh resins (including 50-100, 100-200, and 200-400 mesh sizes) was compared to that of DOWEX SBR industrial-grade Type I strong base anion resin (16-50 mesh). The data show that pressure drop increased with decreasing particle size and the larger particle size industrial resin produced lower pressure drop than the fine mesh resins.

個々のシステムにおいて、樹脂の溶質の吸着能力と圧力損失を評価する際に有用な手順があります。溶質吸着量を測定するため、十分な時間、ある一定の体積の樹脂に既知濃度の溶質を吸着させるバッチ式の試験があります。このバッチ式の試験は、粒径の影響を見極める場合や、活性イオン交換部位での化学的な相互作用、工程全体の速度やイオン交換の起こる速さに寄与する要因(pH、温度、イオン強度、競合剤など)の影響を特定するのに有用です。

圧力損失を比較検討する際は、実際に流す液体と同じ粘度の流出物で検討してください。可能であれば、比較検討において測定された圧力損失が実際の操作において影響を与えるのかを確認するため、実際の液体を流してみることでの検討をお奨めします。

・樹脂の安定性に影響する要因

イオン交換樹脂の使用時の安定性は、それぞれのプロセスで含まれる特徴によって幅広く影響を受けます。そのため、実際のプロセスの条件における安定性を確認するテストは、樹脂評価とプロセス選択の重要な要素となります。

イオン交換樹脂は幅広い化学的条件における耐性があり、あらゆるpHで問題なく洗浄できます。さらにイオン交換樹脂は、強い酸化剤を除くほとんどの無機および有機溶媒に耐性があります。

硝酸及びクロム酸の溶液、漂白剤や塩素を発生する溶液および過酸化物との接触は避ける必要があります。硝酸のような強い酸化剤と接触すると、イオン交換樹脂は直ちに酸化されます。条件によっては、爆発的な反応を起こすことがあります。

酸素による緩やかな劣化は触媒を伴うことで誘発されることがあります。そのため、酸化されやすい環境で、樹脂を金属イオン(鉄、マンガン、銅を含む)に曝すのは最小限に抑えてください。

樹脂の物理的な安定性は、製品の取り扱いの方法によっても影響されます。樹脂層を高くすることや、細い径への樹脂の充填、極端に早い流速や頻繁なポンプ運動、攪拌など全てが摩耗、破損につながることがあります。

力学的な要因による摩耗や破損は、システムおよび工程中で曝される物理的条件を把握することで最小限に抑えることができます。例えば、化学的な環境が含溶媒率を変えるよう調整できれば、急速な膨潤伸縮に耐え得る可能性があります。結果的に浸透圧の衝撃が、樹脂の化学的構造を弱くするようであれば、摩耗、破損が起こります。ほとんどの場合、膨潤伸縮による破損は浸透圧による衝撃とカラムの力学的影響によるものです。これについては後の「カラム充填の手引き」の項に詳細を掲載しております。

それぞれのプロセスにおける樹脂の安定性を評価するために、実際のプロセスを用いて、システムのモデルを作成することをお薦めします。実験を行う樹脂の小カラムは、複数回の通液や、再生による回復の程度を、実液と実際の条件化で評価を行って下さい。

実サンプルのモデル条件での樹脂の安定性の確認には、顕微鏡検査を行って下さい。Figure 4に示すようなひび割れ、破損、粉碎や変色した樹脂が確認されます。

Figure 4. Resin photomicrographs showing the effect of particle size on osmotic stability after 10 cycles 10% NaOH and 10% HCl

Osmotic model: A cycle of four bed volumes of NaOH (10%), followed by two bed volumes of distilled water, followed by four bed volumes of HCl (10%), followed by two bed volumes of distilled water. Resin particle cracking and breakage under these test conditions was significantly lower in the smaller particle size resin.

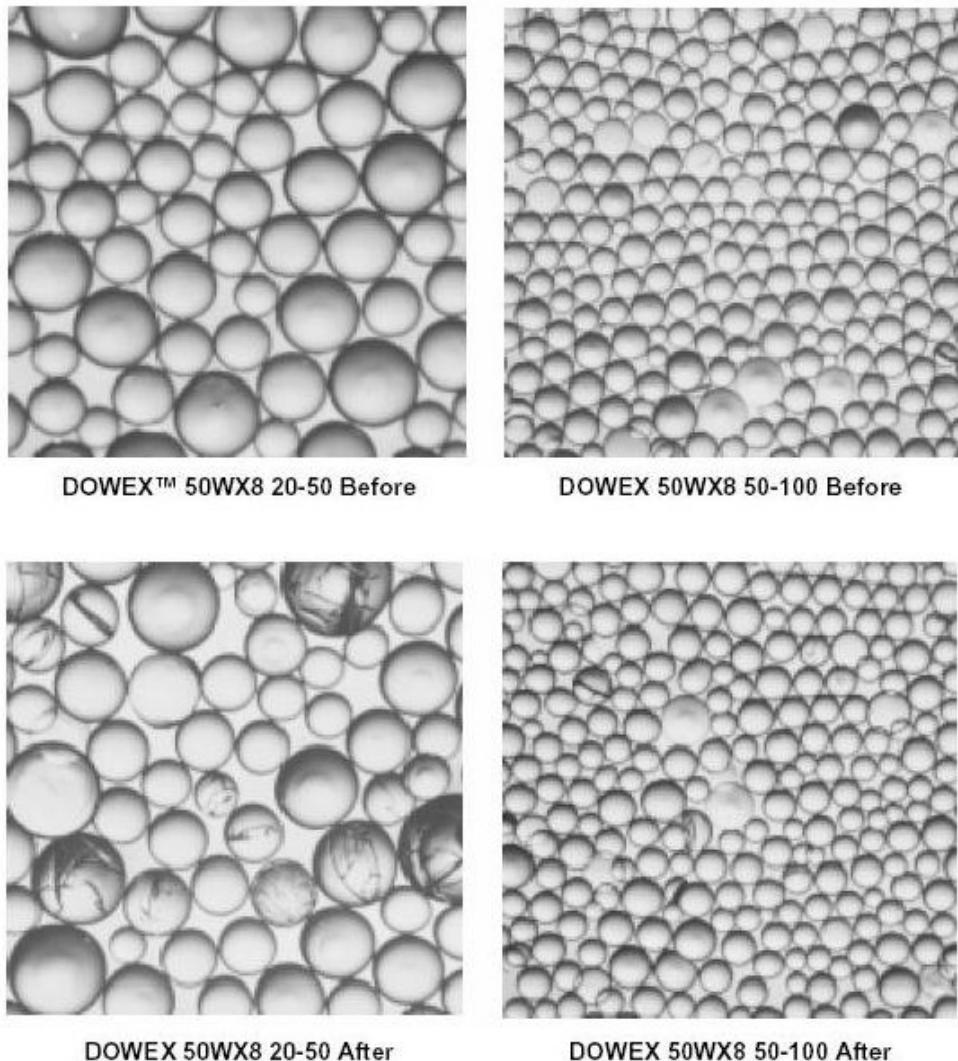


Figure 4 は DOWEX™ 50Wx8 の 20–50 および 50–100 メッシュを用いて 10% NaOH と 10% HCl で 10 回再生させ浸透圧ショックを与えた後の樹脂の顕微鏡写真です。

外観検査により今回の試験条件では、粒径の小さな樹脂の方が安定性に優れていることがわかります。この方法により樹脂の使用可否を決定する際の基準は、用途により異なります。

カラム充填の手引き

有用なプロセスの開発と樹脂による実現可能な情報を得るには、実験室レベルのカラムが使用されます。例えば、Figure 5.は、分離工程でどのようにカラムが使用されるかについて、3 種のヌクレオチド(AMP、ADP、ATP)の段階的溶出の傾向を示したものです。

実験室レベルのカラムを使用することにより、樹脂の選択や工程操作のパラメーターを設定する際の重要な比較データを得ることが出来ますが、システムデザインを考慮することなく直接スケールアップできるわけではありません。スケールアップ前の、実験システムの開発や操作の代わりには実験レベルのカラムを使用しないで下さい。実験レベル

のカラム充填における基本的なガイドラインを以下に示します。

ファインメッシュ樹脂は、通常のガラスカラムでご使用いただけますが、およそ $3\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上の耐圧性があるカラムのご使用をお奨めします。

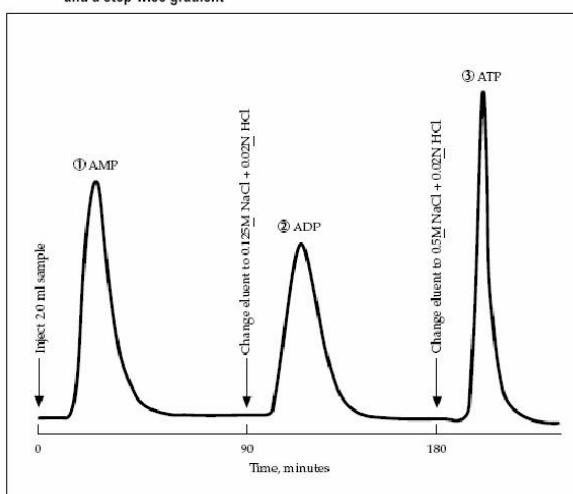
注意: 条件によっては、樹脂の膨張によりガラスカラムが破損するほどの力が加わることがあります。実験室評価においてはカラムに安全テープを巻いたり、ガラスカラムにプラスチックの安全保護具をつけることをお奨めします。カラムの内径が 1.5cm 以上のものを用いてください。カラムが小さいほどクロマト分離の妨げとなる壁面の影響や樹脂の破過する点に影響を受けやすくなります。

カラム充填の前に、十分に膨潤をさせるように移動相を用いて洗浄を行い、十分に水和させて樹脂をなじませてください。次に空気が入らないように注意しながらカラムにスラリーを充填して下さい。カラムが乾固しないよう注意して下さい。通常の操作時よりやや早い流速で通液させ充填層を安定させて下さい。(例えば、 $2.0\text{mL}/\text{min}$ で通常の操作を行う場合、流速 $2.5\text{mL}/\text{min}$ でカラムの層を安定させます。)

一旦カラムを充填すると、目立った膨張収縮がないか確認するため、通液と再生を繰り返し行って下さい。実サンプルの評価を検討する前に、不足した樹脂の補充や樹脂の容量を調整してください。調整プランジャー付きのカラムではこの微調整が簡単に行えます。

最適な充填および溶出速度を決定するために、まず、カラム体積の約 10% の濃縮サンプルをカラムへ満たすか、理論的にイオン交換可能な容量の約 75% の量を含む希釀液を通液させて下さい。溶液の流速は 0.5 bed volume/h くらいから開始するのが適当です。サンプル中の目的成分の濃度、必要な生成物の純度や分離の容易さにより、微調整が必要となる場合があります。

Figure 5. Separation of a nucleotide test mixture (AMP, ADP, ATP) using DOWEX 1X8, 200 - 400 fine mesh resin and a step-wise gradient



Column: 1.5 cm x 30 cm
Resin: DOWEX 1X8, 200-400 mesh
Initial Eluent: 0.02N HCl
Flow: Downward 2.00 mL/min
Detector: UV spectrophotometer; wave length = 254 nm
Injection: 2.00 ml AMP, ADP, ATP mixture; concentration of each nucleotide is equal to 0.167 mg/ml.



DOWEX™

ご好評頂いていますイオン交換樹脂「ダウエックス™」につき、弊社では、ファインメッシュシリーズ以外の製品も多数取り揃えております。

主な用途

純水の製造・脱塩
糖の精製・脱色

主な物性(参考値)

強酸性カチオン交換樹脂	イオン形	サイズ	含水率 (%)	総交換容量 (meq/mL)	出荷比重 (g/L)	pH 範囲	耐用温度	主な用途
HCR-S	Na ⁺	300 ~ 1200 μm	44-48	2.0	820	0-14	120	A
HCR-W2 (H)	H ⁺	420 ~ 1200 μm	48-54	1.8	785	0-14	120	A
MONOSPHERE™ 650C (H)	H ⁺	650 ± 50 μm	46-51	2.0	785	0-14	130	A
MARATHON™ C-10	Na ⁺	740 ± 50 μm	40-45	2.2	845	0-14	130	A
弱塩基性アニオニン交換樹脂	イオン形	サイズ	含水率 (%)	総交換容量 (meq/mL)	出荷比重 (g/L)	pH 範囲	耐用温度	主な用途
66	遊離塩	300 ~ 1200 μm	40-46	1.6	640	0-7	60	B
MARATHON™ WBA	遊離塩	525 ± 50 μm	50-60	1.3	640	0-7	100	A
MONOSPHERE™ 77	遊離塩	475 ~ 600 μm	40-50	1.7	640	0-7	60	B
タイプI 強塩基性アニオニン交換樹脂	イオン形	サイズ	含水率 (%)	総交換容量 (meq/mL)	出荷比重 (g/L)	pH 範囲	耐用温度	主な用途
SBR-P C (OH)	OH ⁻	350 ~ 1200 μm	60-68	1.0	641	0-14	60	A
MARATHON™ A	Cl ⁻	610 ± 50 μm	60-72	1.0	640	0-14	60	A
MARATHON™ MSA	Cl ⁻	640 ± 50 μm	55-66	1.1	670	0-14	100	A
MONOSPHERE™ 550A (OH)	OH ⁻	590 ± 50 μm	55-65	1.1	640	0-14	60	A
タイプII 強塩基性アニオニン交換樹脂	イオン形	サイズ	含水率 (%)	総交換容量 (meq/mL)	出荷比重 (g/L)	pH 範囲	耐用温度	主な用途
22	Cl ⁻	300 ~ 1200 μm	48-56	1.2	670	0-14	46	B
MSA-2	Cl ⁻	300 ~ 1200 μm	48-56	1.1	670	0-14	70	A
MARATHON™ A2	Cl ⁻	570 ± 50 μm	45-54	1.2	690	0-14	70	A

<用途>

A : 純水の製造・復水の脱塩 B : 糖の精製・脱色

詳細な製品情報は、下記ホームページアドレスをご参照ください。
http://www.dow.com/liquidseps/prod/prd_dowx.htm

取り扱い製品一覧

	商品コード	品名	容量	希望納入価格(円)
強酸性カチオン交換樹脂	357-14371	DOWEX™ HCR-S	100ml	4,500
	353-14373		1000ml	16,000
	351-14391	DOWEX™ HCR-W2 (H)	100ml	5,000
	357-14393		1000ml	18,000
	354-14381	DOWEX™ MONOSPHERE™ 650C (H)	100ml	5,000
	350-14383		1000ml	18,000
	354-14401	DOWEX™ MARATHON™ C-10	100ml	5,000
	350-14403		1000ml	18,000
弱塩基性アニオン交換樹脂	350-14481	DOWEX™ 66	100ml	5,000
	356-14483		1000ml	18,000
	357-14491	DOWEX™ MARATHON™ WBA	100ml	5,000
	353-14493		1000ml	18,000
	350-14501	DOWEX™ MONOSPHERE™ 77	100ml	5,500
	356-14503		1000ml	19,000
タイプI 強塩基性アニオン交換樹脂	351-14411	DOWEX™ SBR-P C (OH)	100ml	5,000
	357-14413		1000ml	18,000
	358-14421	DOWEX™ MARATHON™ A	100ml	5,000
	354-14423		1000ml	18,000
	352-14441	DOWEX™ MARATHON™ MSA	100ml	5,000
	358-14443		1000ml	18,000
	355-14431	DOWEX™ MONOSPHERE™ 550A (OH)	100ml	5,500
	351-14433		1000ml	19,000
タイプII 強塩基性アニオン交換樹脂	353-14471	DOWEX™ 22	100ml	5,000
	359-14473		1000ml	18,000
	356-14461	DOWEX™ MSA-2	100ml	5,500
	352-14463		1000ml	18,000
	359-14451	DOWEX™ MARATHON™ A2	100ml	5,500
	355-14453		1000ml	18,000

別容量での注文もお受けできますので、ぜひお問い合わせください。

®TM: ザ・ダウケミカルカンパニー又はその関連会社商標

富士フィルム 和光純薬株式会社

本 社 〒540-8605 大阪市中央区道修町三丁目1番2号 TEL : 06-6203-3741 (代表)

東京本店 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町二丁目4番1号 TEL : 03-3270-8571 (代表)

- 九州営業所
- 東海営業所
- 筑波営業所
- 東北営業所
- 北海道営業所

- 中国営業所
- 横浜営業所
- 東北営業所



フリーダイヤル 0120-052-099

フリーファックス 0120-052-806

試薬URL : <https://labchem.wako-chem.co.jp>



DOWEX™

ファインメッシュシリーズ

技術資料

本資料は、ザ・ダウケミカルカンパニー社の

“Dow Water Solutions DOWEX™ Fine Mesh Spherical Ion Exchange Resins For Fine Chemical and Pharmaceutical Column Separations”をもとに作成したものです。

® TM:ザ・ダウケミカルカンパニー又はその関連会社商標

様々な粒子サイズと架橋度で

実験室から工業スケールまでの確かな成功をサポートします

カラム分離

DOWEXTM 球状ファインメッシュイオン交換樹脂をご使用いただくことで、カラム分離において最高の選択性、再現性、信頼性を得ることができます。DOWEXTM は、ザ・ダウ・ケミカル・カンパニーが、一般的な 16-50 メッシュの工業用樹脂を製造するのに使用する、懸濁重合法(Suspension Polymerization Technology)をより選択的に制御することによって生産されています。この方法で生成される樹脂はクロマト分離において破碎されたり、粒状に加工された樹脂に見られるような問題がなく、優れた反応速度と充填特性を示します。

ファインケミカルおよび製薬分野などのカラム分離にご使用いただけるファインメッシュ樹脂を幅広くご用意させて頂いております。50-100、100-200、200-400 メッシュの陰イオンおよび陽イオン交換樹脂があり、架橋度(ジビニルベンゼンの含量%)により示される)は、2, 4 および 8% のものがございます。幅広い品揃えにより、最適な透過性、含水率および総交換容量の樹脂を用途に合わせてご選択いただけます。

樹脂の幅広い選択肢により、実験レベルでの分離の最適化能力を高めるだけでなく、スケールアップの過程でしばしば必要となる適応性について、簡略化することが可能です。これにより、ラボスケールからパイロットスケールへの移行のほかフルスケールプラントの操業への確かな成功をサポート致します。

DOWEXTM ファインメッシュ樹脂を用いることで、ファインケミカルや製薬分野のカラム分離において、耐久性、pH 耐性、再現性、信頼性があり、クリーンで、かつ期待を満足するパフォーマンスを発揮する分離精製が可能となります。

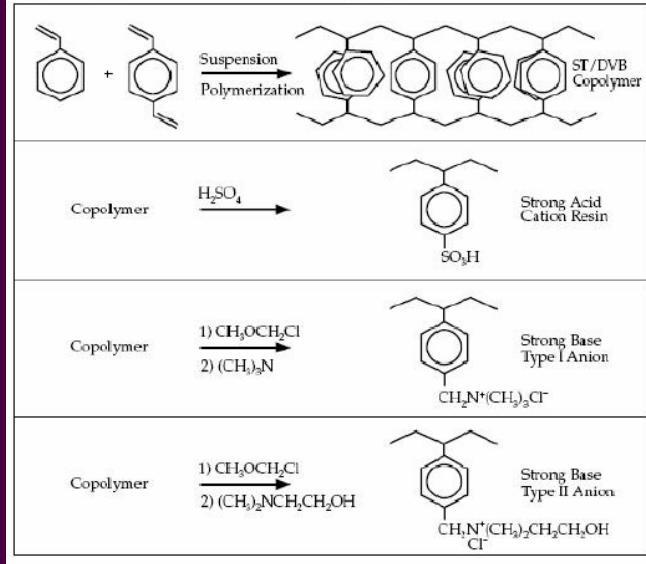
・丈夫で、かつ不溶性の構造

DOWEXTM ファインメッシュ樹脂は、スチレンとジビニルベンゼンの微細孔構造をもつ共重合体を基材としているため、酸化、還元、力学的な摩耗や破損への耐性に優れています。さらに、一般的な溶媒に不溶な構造をしています。(Figure 1.)

・微細な粒子の低減化

DOWEXTM ファインメッシュ樹脂は、直接合成を行うことにより、製造されています。このため、破碎状の樹脂と比べ、よりクリーンで、信頼性と再現性の高いパフォーマンスを示します。破碎状の樹脂には、形状の異なる、とがった形の粒子、微細な粒子や微粉が含まれます。これらの微粒子や微粉は、実験プロセスにおいて不具合の原因となります。乾燥した樹脂を扱う場合、微粒子は塵埃の原因となり、また、クロマトグラフィーの充填剤や、ろ過装置補助剤として使用される場合、フィルターやフリットの目詰まりの原因となります。また、微粒子はバッチ処理の際に沈降時間を長引

Figure 1. Synthesis of DOWEX ion exchange resins



DOWEX fine mesh resins are based on a microporous styrene/DVB copolymer. DVB content is controlled to produce resins with varying degrees of permeability. Introduction of the ion-active functional group to the copolymer results in strongly acidic cation exchange resins and strongly basic anion exchange resins.

かせる原因や、物理的損失による樹脂の摩耗の原因となります。

・厳しく管理されている粒径と架橋度

懸濁重合の工程を制御することで、DOWEX™ フайнメッシュ樹脂の粒径は厳格に管理されています。この工程に使用されるジビニルベンゼンの比率は、樹脂の架橋度(または含水率)を決定するように制御されています。これらの要素を満たすことで、明確で、信頼性のあるパフォーマンスを発揮する幅広い商品群となっております。

ダウ樹脂の名称について

DOWEX™ フайнメッシュ樹脂名称は、樹脂の形と架橋度が特定されるように命名されています。

樹脂の形は下記の3種類です。

50W :強酸性陽イオン交換樹脂

1 :強塩基性陰イオン交換樹脂、タイプ I

2 :強塩基性陰イオン交換樹脂、タイプ II

樹脂の名称は、これら3つの形に”X”と樹脂の架橋度を示す数字を記載しています。(数字は樹脂の共重合体中のジビニルベンゼン(DVB)の割合を表しています。)

(例)

DOWEX™ 50WX8 :8%DVBを含む強酸性陽イオン交換樹脂

DOWEX™ 1X4 :4%DVBを含む強塩基性陰イオン交換樹脂、タイプ I

DOWEX™ フайнメッシュ樹脂の評価と選択の方法

Table 1 に DOWEX™ フайнメッシュ樹脂の基本情報を記載します。こちらの表を樹脂の選択の際にご使用ください。

Table 1. The full range of DOWEX resin options^{1,2}

Cation resins	Mesh size	Ionic form	Water retention capacity (%)	Total exchange capacity (meq/mL)	lbs/ft ³	lbs/5 ft ³ drum
DOWEX 50WX2	50 - 100	H ⁺	74 - 82	0.6	46	230
DOWEX 50WX2	100 - 200	H ⁺	74 - 82	0.6	46	230
DOWEX 50WX2	200 - 400	H ⁺	74 - 82	0.6	46	230
DOWEX 50WX4	50 - 100	H ⁺	64 - 72	1.1	48	240
DOWEX 50WX4	100 - 200	H ⁺	64 - 72	1.1	48	240
DOWEX 50WX4	200 - 400	H ⁺	64 - 72	1.1	48	240
DOWEX 50WX8	50 - 100	H ⁺	50 - 56	1.7	50	250
DOWEX 50WX8	100 - 200	H ⁺	50 - 58	1.7	50	250
DOWEX 50WX8	200 - 400	H ⁺	50 - 58	1.7	50	250
Anion resins						
DOWEX 1X2	50 - 100	Cl ⁻	65 - 75	0.7	44	220
DOWEX 1X2	100 - 200	Cl ⁻	70 - 80	0.6	44	220
DOWEX 1X2	200 - 400	Cl ⁻	70 - 80	0.6	44	220
DOWEX 1X4	50 - 100	Cl ⁻	50 min.	1.0	44	220
DOWEX 1X4	100 - 200	Cl ⁻	55 - 63	1.0	44	220
DOWEX 1X4	200 - 400	Cl ⁻	55 - 63	1.0	44	220
DOWEX 1X8	50 - 100	Cl ⁻	43 - 48	1.2	44	220
DOWEX 1X8	100 - 200	Cl ⁻	39 - 45	1.2	44	220
DOWEX 1X8	200 - 400	Cl ⁻	39 - 45	1.2	44	220

¹ Standard sales packs of one and five cubic feet are available. For further information, call the Dow Customer Service Center, 1-800-232-2436.

² Smaller, laboratory-size quantities are available through suppliers of chromatography and fine chemical products.

イオン交換樹脂の化学的、物理的な性質が特定の測定法によって決められる一方、実際の樹脂の挙動は樹脂の性質と、使用時の条件の相互作用にも影響されます。

—樹脂の選択における3つの基本的な検討事項に関する考察

・樹脂の処理能力への使用条件の影響

イオン交換容量の大きい樹脂がある特定の用途において、必ずしも最大の処理能力を発揮できるとは限りません。実際、ある種の溶液では、樹脂の架橋度がイオン交換容量より、処理能力を決定する上で重要な要因となっています。(Table 2.参照)

Table 2. Uptake of erythromycin by resins with varying ion exchange capacities and cross-linkage

Resin	Exchange capacity (meq/mL)	Erythromycin adsorbed ^{1,2} (mg/mL)
DOWEX 50WX2, 50 - 100	0.6	5.9
DOWEX 50WX4, 50 - 100	1.2	11.7
DOWEX 50WX8, 50 - 100	1.7	0.86

1 As adsorbed from a filtered fermentation broth with an initial antibiotic concentration of 1,000 micrograms per milliliter.

2 F.J. Dechow, "Separation and Purification Techniques in Biotechnology," Noyes Publications, Park Ridge, NJ, 1989.

Solvent conditions can affect actual resin operating capacity as shown in this example where, despite greater ion exchange capacity, actual uptake of erythromycin by the tighter cross-linked DOWEX 50WX8 resin was less than the two resins with lower cross-linking.

イオン交換容量と架橋度の異なるいくつかのファインメッシュ樹脂によるエリスロマイシンの吸着の測定結果をTable 2.に示します。こちらの表では、架橋度の低い強酸性陽イオン交換樹脂(DOWEX™ 50WX2 と DOWEX™ 50WX4)が、イオン交換容量がより低いにも拘わらず、架橋度の高い樹脂(DOWEX™ 50WX8)よりエリスロマイシンを多く吸着しています。

樹脂の有効孔隙率は、イオン強度、pH、有機変性を含む溶媒の状態に影響されることがあります。

様々な架橋度の DOWEX™ 樹脂をご提供することで、特定用途における最適な樹脂を決定するための適当な評価を導き出す手助けになると考ております。

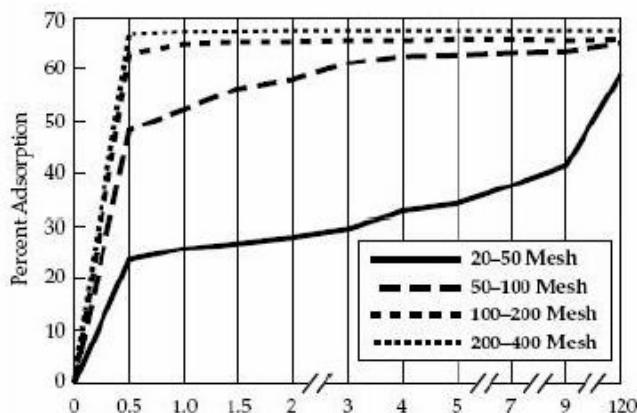
・溶質吸着平衡の必要条件と圧力損失

一般に粒径が小さくなるにつれ溶質の吸着が増加するように、溶質の吸着は粒径の影響を受けます。Figure 2 はバッチ試験における種々の粒径の DOWEX™ 1X4 による L-トリプトファンの吸着を示しています。標準的な 20-50 メッシュの樹脂が、より小さな粒径の樹脂より緩やかな速度で吸着しているのがわかります。

しかしながら、用途によっては、単純に粒径の小さな樹脂を選択しても物理的な強度という点に関して、その採用が難しいことがあります。

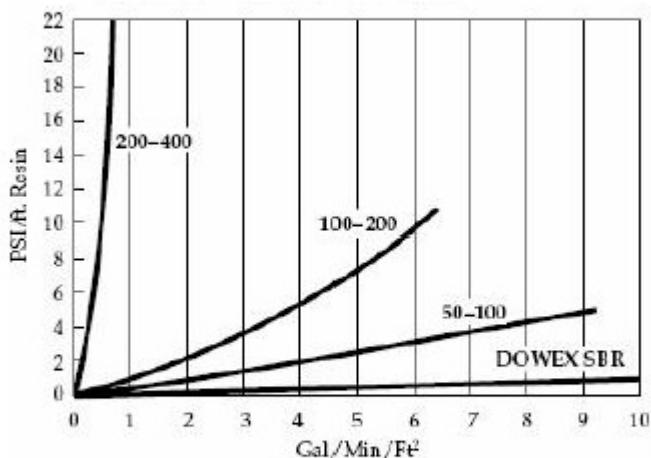
Figure 3 では、カラム中の樹脂のサイズが小さくなるにつれ、カラムを流れる液体の摩擦損失や圧力損失が増大することが示されています。より小さな粒径の樹脂を使用することで、ある特定のプロセスでの反応速度が速くなる可能性がありますが、一方では、装置の選択、操作時のパラメーターの設定やスケールアップの可能性を評価する際には、圧力損失の増大を考慮しなければなりません。

Figure 2. Influence of particle size on uptake of L-tryptophan by DOWEX 1X4
(1 eq resin/eq L-tryptophan, batch adsorption)



Uptake of L-tryptophan by DOWEX 1X4 fine mesh resins (mesh sizes 20-50, 50-100, 100-200, and 200-400) was compared in a batch adsorption test. The data show that solute uptake increased with decreasing particle size. The standard 20-50 mesh resin showed a slower uptake isotherm than those of the finer particle size resins.

Figure 3. Influence of particle size on pressure drop, comparison of DOWEX™ SBR industrial-grade resin and DOWEX 1X2 fine mesh resin



Pressure drop of DOWEX 1X2 fine mesh resins (including 50-100, 100-200, and 200-400 mesh sizes) was compared to that of DOWEX SBR industrial-grade Type I strong base anion resin (16-50 mesh). The data show that pressure drop increased with decreasing particle size and the larger particle size industrial resin produced lower pressure drop than the fine mesh resins.

個々のシステムにおいて、樹脂の溶質の吸着能力と圧力損失を評価する際に有用な手順があります。溶質吸着量を測定するため、十分な時間、ある一定の体積の樹脂に既知濃度の溶質を吸着させるバッチ式の試験があります。このバッチ式の試験は、粒径の影響を見極める場合や、活性イオン交換部位での化学的な相互作用、工程全体の速度やイオン交換の起こる速さに寄与する要因(pH、温度、イオン強度、競合剤など)の影響を特定するのに有用です。

圧力損失を比較検討する際は、実際に流す液体と同じ粘度の流出物で検討してください。可能であれば、比較検討において測定された圧力損失が実際の操作において影響を与えるのかを確認するため、実際の液体を流してみることでの検討をお奨めします。

■樹脂の安定性に影響する要因■

イオン交換樹脂の使用時の安定性は、それぞれのプロセスで含まれる特徴によって幅広く影響を受けます。そのため、実際のプロセスの条件における安定性を確認するテストは、樹脂評価とプロセス選択の重要な要素となります。

イオン交換樹脂は幅広い化学的条件における耐性があり、あらゆるpHで問題なく洗浄できます。さらにイオン交換樹脂は、強い酸化剤を除くほとんどの無機および有機溶媒に耐性があります。

硝酸及びクロム酸の溶液、漂白剤や塩素を発生する溶液および過酸化物との接触は避ける必要があります。硝酸のような強い酸化剤と接触すると、イオン交換樹脂は直ちに酸化されます。条件によっては、爆発的な反応を起こすことがあります。

酸素による緩やかな劣化は触媒を伴うことで誘発されることがあります。そのため、酸化されやすい環境で、樹脂を金属イオン(鉄、マンガン、銅を含む)に曝すのは最小限に抑えてください。

樹脂の物理的な安定性は、製品の取り扱いの方法によっても影響されます。樹脂層を高くすることや、細い径への樹脂の充填、極端に早い流速や頻繁なポンプ運動、攪拌など全てが摩耗、破損につながることがあります。

力学的な要因による摩耗や破損は、システムおよび工程中で曝される物理的条件を把握することで最小限に抑えることができます。例えば、化学的な環境が含溶媒率を変えるよう調整できれば、急速な膨潤伸縮に耐え得る可能性があります。結果的に浸透圧の衝撃が、樹脂の化学的構造を弱くするようであれば、摩耗、破損が起こります。ほとんどの場合、膨潤伸縮による破損は浸透圧による衝撃とカラムの力学的影響によるものです。これについては後の「カラム充填の手引き」の項に詳細を掲載しております。

それぞれのプロセスにおける樹脂の安定性を評価するために、実際のプロセスを用いて、システムのモデルを作成することをお薦めします。実験を行う樹脂の小カラムは、複数回の通液や、再生による回復の程度を、実液と実際の条件化で評価を行って下さい。

実サンプルのモデル条件での樹脂の安定性の確認には、顕微鏡検査を行って下さい。Figure 4に示すようなひび割れ、破損、粉碎や変色した樹脂が確認されます。

Figure 4. Resin photomicrographs showing the effect of particle size on osmotic stability after 10 cycles 10% NaOH and 10% HCl

Osmotic model: A cycle of four bed volumes of NaOH (10%), followed by two bed volumes of distilled water, followed by four bed volumes of HCl (10%), followed by two bed volumes of distilled water. Resin particle cracking and breakage under these test conditions was significantly lower in the smaller particle size resin.

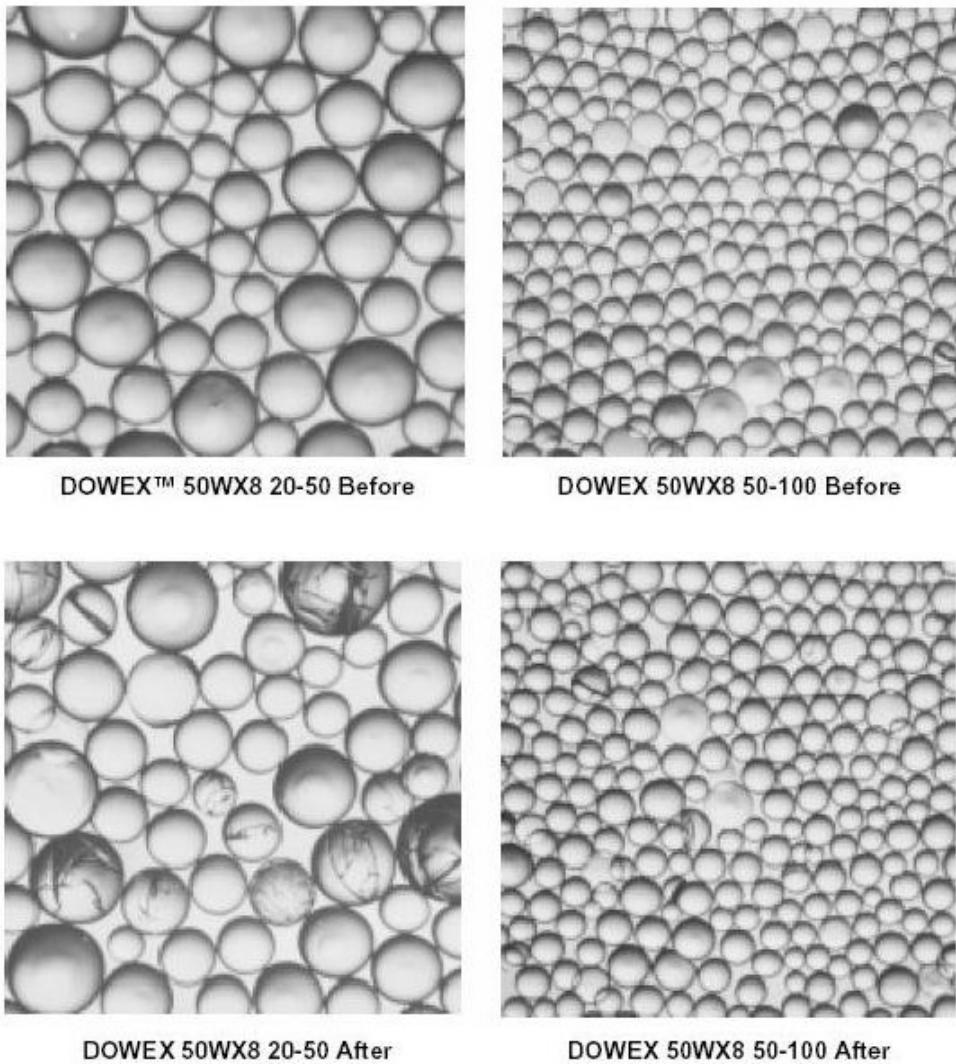


Figure 4 は DOWEX™ 50Wx8 の 20-50 および 50-100 メッシュを用いて 10% NaOH と 10% HCl で 10 回再生させ浸透圧ショックを与えた後の樹脂の顕微鏡写真です。

外観検査により今回の試験条件では、粒径の小さな樹脂の方が安定性に優れていることがわかります。この方法により樹脂の使用可否を決定する際の基準は、用途により異なります。

カラム充填の手引き

有用なプロセスの開発と樹脂による実現可能な情報を得るには、実験室レベルのカラムが使用されます。例えば、Figure 5.は、分離工程でどのようにカラムが使用されるかについて、3 種のヌクレオチド(AMP、ADP、ATP)の段階的溶出の傾向を示したものです。

実験室レベルのカラムを使用することにより、樹脂の選択や工程操作のパラメーターを設定する際の重要な比較データを得ることが出来ますが、システムデザインを考慮することなく直接スケールアップできるわけではありません。スケールアップ前の、実験システムの開発や操作の代わりには実験レベルのカラムを使用しないで下さい。実験レベル

のカラム充填における基本的なガイドラインを以下に示します。

ファインメッシュ樹脂は、通常のガラスカラムでご使用いただけますが、およそ 3kg/cm² 以上の耐圧性があるカラムのご使用をお奨めします。

注意: 条件によっては、樹脂の膨張によりガラスカラムが破損するほどの力が加わることがあります。実験室評価においてはカラムに安全テープを巻いたり、ガラスカラムにプラスチックの安全保護具をつけることをお奨めします。カラムの内径が 1.5cm 以上のものを用いてください。カラムが小さいほどクロマト分離の妨げとなる壁面の影響や樹脂の破過する点に影響を受けやすくなります。

カラム充填の前に、十分に膨潤をさせるように移動相を用いて洗浄を行い、十分に水和させて樹脂をなじませてください。次に空気が入らないように注意しながらカラムにスラリーを充填して下さい。カラムが乾固しないよう注意して下さい。通常の操作時よりやや早い流速で通液させ充填層を安定させて下さい。(例えば、2.0mL/min で通常の操作を行う場合、流速 2.5mL/min.でカラムの層を安定させます。)

一旦カラムを充填すると、目立った膨張収縮がないか確認するため、通液と再生を繰り返し行って下さい。実サンプルの評価を検討する前に、不足した樹脂の補充や樹脂の容量を調整してください。調整プランジャー付きのカラムではこの微調整が簡単に行えます。

最適な充填および溶出速度を決定するために、まず、カラム体積の約 10%の濃縮サンプルをカラムへ満たすか、理論的にイオン交換可能な容量の約 75%の量を含む希釈液を通液させて下さい。溶液の流速は 0.5 bed volume/h くらいから開始するのが適当です。サンプル中の目的成分の濃度、必要な生成物の純度や分離の容易さにより、微調整が必要となる場合があります。

富士フィルム 和光純薬株式会社

本 社 〒540-8605 大阪市中央区道修町三丁目1番2号 TEL : 06-6203-3741 (代表)
東京本店 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町二丁目4番1号 TEL : 03-3270-8571 (代表)

- 九州営業所
- 東海営業所
- 筑波営業所
- 北海道営業所
- 中国営業所
- 横浜営業所
- 東北営業所



フリーダイヤル 0120-052-099
フリーファックス 0120-052-806

試薬URL : <https://labchem.wako-chem.co.jp>



DOWEX™ Ion Exchange Resins

Properties, Impurities and Concentrations of Regenerant Chemicals

General

Sufficient precautions should be taken when handling, transporting or disposing of acidic or basic regenerants. Even after dilution to their operational concentrations or in the waste after regeneration, sufficient acid or base can be present to cause severe damage to mankind. Adequate protection for all parts of the body should therefore be provided whenever using these chemicals, and the manufacturer's guidelines for handling these products should be carefully followed.

The purity specifications of regenerant chemicals are designed to assure trouble-free operation of the ion exchange resin after regeneration. The chemicals, therefore, have to be free of suspended materials, or other materials that may be precipitated on, or absorbed by the resin. They should also be free of ionic species other than the active regeneration agents, as this will decrease the regeneration efficiency and/or increase the leakage of this species during the operational cycle. For example, sodium hydroxide containing 2 percent NaCl will reduce the efficiency by 5 to 10 percent and cause a higher Cl⁻ leakage from the strongly basic anion exchange resin.

In counter-current operations where low leakage levels are especially aimed for, regenerants should contain minimal levels of impurities.

Different processes and technologies and different requirements as to the quality of the treated effluent will therefore impose different restrictions on the impurity levels in the regeneration chemicals and the dilution water. In the same way, regenerant concentrations and flow rates can affect the efficiency of the operation.

Recommendations on the quality of regeneration chemicals are given in the following sections. The recommended qualities should prove sufficient for all ion exchange resin applications, and under certain conditions lesser qualities can be used, including eventually waste chemicals from process streams. Figures for impurity levels are on the basis of a 100 percent regeneration chemical.

Hydrochloric Acid: HCl (muriatic acid)

Both as a gas and in solution, HCl is very corrosive and can cause severe burns on contact. Mucous membranes of the eyes and of the upper respiratory tract are especially susceptible to high atmospheric concentrations. Avoid inhalation of the fumes and provide adequate ventilation when handling the acid. The acid is commercially offered as a colorless to light yellow/green liquid in concentrations of about 28 to 36 weight to weight percent HCl.

Recommended max. impurity levels	
Fe	0.01%
Other metals, total	10 mg/l
Organic matter	0.01%
Sulfuric acid, as SO ₃	0.4%
Oxidants (HNO ₃ , Cl ₂)	5 mg/l
Suspended matter as turbidity	~ 0
Inhibitors	None

Hydrochloric acid from hydrolysis of chlorinated organic materials is not suitable for use as regenerant. Acid from the salt-acid process or the hydrogen-chlorine process is satisfactory.

Hydrochloric acid solutions are most diluted to 4 to 5 percent for the regeneration of strongly acidic ion exchangers, and from 1 to 5 percent for weakly acidic resins in water demineralization applications. Higher concentrations using 8 to 10 percent HCl are sometimes preferred in other applications.

Sulfuric Acid: H₂SO₄

Sulfuric acid is dangerous when improperly handled. Concentrated solutions are rapidly destructive to tissues they contact, producing severe burns. Contact with eyes will cause severe damage and blindness. Inhaling vapors from hot acid or oleum may be harmful. Swallowing may cause severe injury or death. One should be well aware of the strong exothermicity of the dilution of H₂SO₄ with water, which can raise the temperature very high and very fast. The acid is supplied as a colorless to yellow/brown liquid in concentrations of about 93 weight percent.

Sulfuric acid solutions are mostly diluted to 1 to 6 percent for the regeneration of strongly acidic ion exchangers and to 0.5 to 1 percent for weakly acidic ion exchangers in water demineralization applications. Stepwise increase of the acid concentration may be preferred under circumstances of high-hardness waters.

Recommended max. impurity levels	
Fe	50 mg/l
Other heavy metals	20 mg/l
Organic matter	0.01%
Nitrogen compounds	20 mg/l
As	0.2 mg/l
Suspended matter as turbidity	~ 0
Inhibitors	None

Sodium Hydroxide:
NaOH
(caustic soda)

Sodium hydroxide or caustic soda can cause severe burns on contact with skin, eyes or when taken internally. Great care must be taken when handling the anhydrous material or when preparing or handling caustic soda solutions.

Caustic soda is offered as solid flakes or pellets of about 98% NaOH or as a 30 to 50% liquid. It is mostly diluted to between 2 and 5% for the regeneration of weakly or strongly basic resins.

Typical analyses for different caustic qualities are given in the following table:

Compound	Mercury1 grade	Rayon1 grade	Regular diaphragm grade	Regular technical flake
NaOH	51%	50.1%	50.4%	98%
Na ₂ CO ₃	0.02%	0.2%	0.2%	0.5 - 1%
NaClO ₃	1 mg/l	2 mg/l	5,000 mg/l	2 mg/l
NaCl	0.002%	0.2 - 0.5%	1 - 2%	0.4 - 1.5%
Na ₂ SO ₄	10 mg/l	0.1%	0.03%	0.3%
Fe	1 mg/l	10 mg/l	15 mg/l	10 mg/l
Heavy metals	2 mg/l	4 mg/l	N.S.	2 mg/l
SiO ₂	10 mg/l	40 mg/l	N.S.	500 mg/l

Regeneration of strongly basic anion exchangers is influenced by the quality of caustic available. Chloride, chlorate and ferrate ions are potential contaminants in caustic that may affect resin regeneration efficiency and stability. Sodium chlorate itself has very little oxidative properties in neutral or alkaline solutions, but in acid conditions (i.e. during resin exhaustion), chloric acid is generated which is a powerful oxidizing agent.

Chlorates have a strong affinity for the resin and will tend to be exchanged on the resin. It is suspected that the chlorate will be eluted from the column with other anions during exhaustion and when low pH solution contacts the bed, oxidation will result.

The recommended caustic quality for ion exchangers is as follows:

Recommended max. impurity levels	
NaOH	49 - 51%
NaCl	1.0%
NaClO ₃	1,000 mg/l
Na ₂ CO ₃	0.2%
Fe	5 mg/l
Heavy metals (total)	5 mg/l
SiO ₂	50 mg/l
Na ₂ SO ₄	250 mg/l

Mercury cell or purified diaphragm cell (rayon) quality sodium hydroxide will normally meet such specifications. Regular diaphragm cell quality caustic soda can contain over 2% NaCl and over 0.1% (1000 mg/l) NaClO₃.

For high water quality applications with counter-current regeneration systems (such as UPCORE™ packed bed systems), mixed beds, condensate polishers and where low chlorides are required, mercury or rayon grades should be used.

Weakly basic resins will suffer mostly from high NaClO₃ levels as conversion to HClO₃ can create a strong oxidizing agent. Therefore, weak base anion exchangers should not be regenerated with regular grade diaphragm cell caustic soda. As long as chloride and ferrate levels are low, regeneration of weakly basic resins will not suffer from high NaCl, Na₂SO₄ or Na₂CO₃ levels.

Regeneration of strongly basic resins can eventually be carried out with NaOH containing higher NaCl concentrations at the expense however, of efficiency (1% NaCl will cause about 10% reduction in efficiency). This reduction will not be noticed if a demineralizer train that is simultaneously regenerated is cation resin limited (i.e., breaks on sodium) or throughput is based on time and not leakage. Even if the anion resin breaks first, this reduction may go unnoticed since there can be other factors in a production environment that limit throughput. NaClO₃ levels of 1,000 mg/l can be allowed for strongly basic resins in single beds.

Studies¹ comparing the performance of DOWEX™ strong base anion resins regenerated with mercury cell caustic and regular diaphragm grade caustic in a co-flow system showed no differences in the rinse requirements or water quality produced by either caustic type. There was however a 3-6% reduction in the operating capacity of strong base resins regenerated with regular grade caustic. Subsequent field trials showed no measurable difference in resin performance and supported the fact that regular-grade caustic can be used in most co-current demineralizer systems. Many co-flow units operate today with regular grade caustic.

Ammonia: NH₃

Ammonia gas or fumes from concentrated solutions can cause serious irritation to eyes and the respiratory tract. Avoid inhalation and provide adequate ventilation when handling ammonia solutions.

Ammonia is mostly offered as a solution in water, containing 20 to 30 weight percent NH₃. Impurities are normally minimal and cause no potential problem in ion exchange regeneration.

Ammonia is mostly used in concentrations between 3 and 5 percent for regeneration of weakly to medium basic anion exchange resins.

Sodium Carbonate: Na₂CO₃ (soda ash)

Sodium carbonate does not require special handling precautions. It is supplied as a white, anhydrous powder with over 98 percent purity. Impurity levels are thus minimal and cause no potential problem in ion exchange regeneration. Moreover, higher levels of NaCl or Na₂SO₄ will not adversely affect the regeneration efficiency, although they will of course not contribute as regeneration chemicals.

Sodium carbonate is mostly diluted to between 5 and 8 percent for the regeneration of weakly to medium basic ion exchange resins.

Sodium Chloride: NaCl (salt)

Sodium Chloride does not require special handling precautions. It is offered as a white powdered, granulated or pelleted solid of 98 to 99 percent.

Recommended max. impurity levels	
SO ₄ ²⁻	1%
Mg ⁺⁺ Ca ⁺⁺	0.5%

Sodium Chloride is used for regeneration in different processes. Concentrations will differ depending upon the process, as is illustrated in the following table.

Process	Resin	Concentration
Softening	e.g., DOWEX™ MARATHON™ C	8 - 26% NaCl
Dealkalization	e.g., DOWEX MARATHON A2	5 - 10% NaCl
Organic screen	e.g., DOWEX MARATHON 11	10% NaCl + 1% NaOH

References

Information on the use of regular grade NaOH to regenerate anion exchange resins can be found in the following documents:

1. *Regeneration of Anion Exchange Resins with Regular-Grade Diaphragm-Cell Caustic Soda: A Five-Year Plant Trial* (IWC Proceedings, 10/88, S.D. Coker, M.P. Murphy)
2. *Petrochemical Company Anion Exchange Resin Regeneration Trial* (Dow report, 8/89, Michael A. Smith)
3. *Effects of Chloride Ion in Diaphragm-Cell Caustic Soda on Strong Base Anion Exchange Resin Regeneration* (Ultrapure Water, 9/87, T.J. Wainerdi)
4. *Analysis of Water Quality Following Regeneration with Regular Grade Caustic Soda - Mobil Oil Corporation (Torrance, CA)* (Dow Report ICD-534-364, 12/86, Ralph Beaver, T.J. Wainerdi, R.B. Reyes)
5. *Caustic Soda for Ion Exchange Resin Regeneration* (Marketing Research report, 4/86, Ralph A. Bacon)

DOWEX Ion Exchange Resins

For more information about DOWEX resins, call the Dow Liquid Separations business:

North America: 1-800-447-4369
Latin America: (+55) 11-5188-9222
Europe: (+32) 3-450-2240
Pacific: +60 3 7958 3392
Japan: +813 5460 2100
China: +86 21 2301 9000
<http://www.dowex.com>

Warning: Oxidizing agents such as nitric acid attack organic ion exchange resins under certain conditions. This could lead to anything from slight resin degradation to a violent exothermic reaction (explosion). Before using strong oxidizing agents, consult sources knowledgeable in handling such materials.

Notice: No freedom from any patent owned by Seller or others is to be inferred. Because use conditions and applicable laws may differ from one location to another and may change with time, Customer is responsible for determining whether products and the information in this document are appropriate for Customer's use and for ensuring that Customer's workplace and disposal practices are in compliance with applicable laws and other governmental enactments. Seller assumes no obligation or liability for the information in this document. NO WARRANTIES ARE GIVEN; ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE EXPRESSLY EXCLUDED.

