

ケイソウ質・パーライト質などの 鉱物質濾過助剤とその諸問題

山田正春(地質相談所)
Masaharu YAMADA

はじめに

各種の液体中に混在している固体を分離して精製品をうるという 固体・液体分離操作を 一般に濾過と称される。濾過は 種々の工業において 通常行われていることで 吾々は日常生活において かぎりなくその恩恵に浴しているのである。食品工業における砂糖やビール・清酒などの飲料品をはじめ 医薬品工業 化学工業 用水・排水の濾過など 枚挙にいとまもないほどである。勿論濾過には種々の方法があるが こゝでの主題は ケイソウ質やパーライト質などの 鉱物質濾過助剤を使用する場合である。たとえば上水道などの浄化には 一般には活性炭などが頭に浮かぶようであるが 実際はケイソウ質濾過助剤が 最も多く用いられているのであり 吾々の筑波研究学園都市の上水道の浄化にも 大量のケイソウ質濾過助剤が使用されている。

これらの場合 ケイソウ質・パーライト質濾過助剤は食品として摂取されるものに関係あるがゆえに 鉱産物としては数少ない食品添加物規制をうけるものであり 吾々の日常生活に極めて深い関係がある訳である。したがってそれらはどのようなもので どのように利用されているのか またそれらにはどのような問題があるのか

かといったことについて 広範に記述してみたい。

濾過・濾過助剤と助剤濾過

濾 過

この用語は広く一般に使用され またその範囲も かなり粗粒のものから非常に微細なものまで 幅の広いものである。たとえば かなり粗粒の場合は 固形分を網を用いてすくい取るとかであり また極めて微細な分散粒子は 膜分離と称される方法で操作されるなどである。しかし一般に対象とされる粒子の大きさは 1~数10 μ 程度であり 最も細かいものにはバクテリアなどの微生物があるが こゝでの対象もおおむねこの範囲である。

濾過の対象は 液体のなかに比較的細かい固形分粒子などが分散しているもので その度合いには 濃厚なものから稀薄なものまで かなりの幅がある。これを一般に原液(スラリー)と称される。図1のように 原液が濾材を通して 濾液として流れ出れば 濾材の上に固形分粒子が残留する。したがって その固形分粒子が ケークを形成する場合をケーク濾過 また濾材の内部の空隙にとり込まれる場合を濾材濾過と称される(図2)。これが固形分粒子を捕促する 二つのメカニズムである。また固形分粒子のいく分かは漏れ出るが その程度を濾液の清澄度で表わされる。

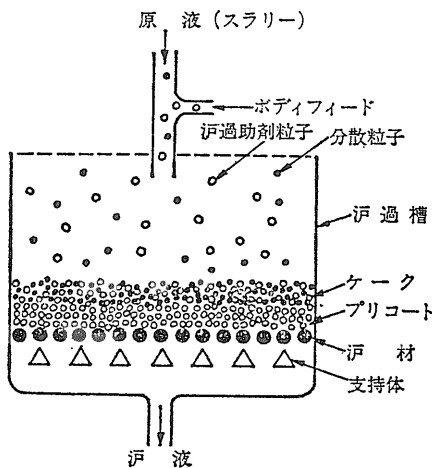


図1. 助剤濾過のモデル²⁾

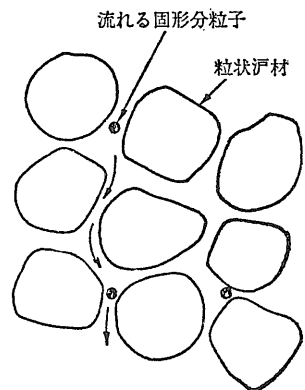


図2. 濾材濾過の模型

表1 濾過する液と濾過機の型式による濾過助剤の選択¹⁾

濾過する液	濾過機の型式	用いる濾過助剤の種類						グレード		
		ケイソウ質	パーライト	セルロース	アスベスト	炭素	混合 ^{a)}	細かい	中麩	粗い
シロ糖液	加圧リーフ 板わく	○	○				○	○	○	
ビート糖液	加圧リーフ 板わく	○	○				○	○	○	
カセイソーダ	加圧リーフ 板わく	○		○		○	○	○	○	
電解塩水	加圧リーフ	○	○	○		○			○	
ウラニウム溶解液	加圧リーフ 板わく 回転ブリコート	○ ○ ○	○ ○ ○				○		○ ○ ○	
粗上げ ビール 麦汁	加圧リーフ 加圧リーフ 水平プレート 板わく 加圧リーフ	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○		○
ぶどう酒	加圧リーフ 板わく	○		○	○		○	○	○	
ゼラチン	加圧リーフ 板わく	○			○		○	○	○	
水	加圧リーフ 回転ブリコート	○ ○	○ ○	○			○	○	○	○
合成樹脂	板わく 加圧リーフ 水平プレート	○ ○ ○	○ ○ ○				○	○	○	○
熔融硫黄	板わく 加圧リーフ	○ ○	○ ○	○		○		○	○	○
抗生物質	回転ブリコート 板わく 加圧リーフ	○ ○ ○	○ ○ ○				○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	
ニス	板わく 水平プレート 加圧リーフ	○ ○ ○	○ ○ ○				○	○	○	○
溶剤	加圧リーフ	○	○				○		○	○
油脂	板わく 加圧リーフ 水平プレート	○ ○ ○	○ ○ ○		○		○	○	○	
潤滑油添加剤	板わく 加圧リーフ 回転ブリコート	○ ○ ○	○ ○ ○				○	○	○	○
ペクチン	板わく 加圧リーフ	○					○	○	○	
グリセリン	板わく 加圧リーフ	○							○	
ゴムのり、接着剤	板わく 加圧リーフ	○	○						○	○
硫酸チタン(溶解液)	加圧リーフ 回転ブリコート	○ ○					○		○	

a) ケイソウ質とアスベスト、またはセルロースとの混合濾過助剤

濾過助剤

これには表1のように ケイソウ質・パーライト質・アスベスト・炭素質・セルロースなど多くあり またそれらの混合物もある。しかし代表的なものは ケイソウ質およびパーライト質のような 有用な性質を具えていて 適度に細かい 不溶性の粉末である。

助剤濾過

濾過助剤を使用する濾過を 助剤濾過と称されるがこれにはつぎの三種がある。

ボディフィード濾過 原液に少量の濾過助剤を添加する場合で ボディフィードした濾過助剤は 原液中の固形分粒子とともにケーキを形成する(図1)。またケーキの濾過抵抗を減ずる役割りも果たす。前述のケーキ濾過にあたる。この場合の濾過助剤には 空隙率・粒子の大きさ・粒子の形状や表面状態・比重・沈降性・不溶性・不活性など多くの要件がある。また濾過される液体の性質とも関連して その使用量などがきめられるが その実例を表2に示した。

表2 ボディフィード量の例¹²⁾

工業	濾過する液または目的	用いる濾過助剤			使用量%
		粗い	中層	細かい	
精製糖	洗糖液(ロウ・リカー) 洗糖蜜 再溶解糖		○ ○	○	0.2~0.8 0.5~1.5 0.1~0.2
石油	潤滑油からの白土の除去 Slop oilのエマルジョン状態を解く目的 油井の再加圧に用いる水		○ ○ ○	○	0.2~2.0 0.2~2.0 0.005~0.2
ビール	麦汁 発酵ビール 仕上げ濾過	○	○	○ ○	0.1~0.2 0.1~0.15 0.02~0.04
油脂	水素添加後のニッケル触媒の除去			○	0.2~0.4
ペイント	調合ニスよりゴム質不純物を除く シェラックよりゴム質不純物を除く	○	○	○ ○	0.1~0.8 3.0~5.0
水	水浴プール 製紙工場白水 廃水を再使用する 上水道	○	○ ○ ○	○	0.001~0.1 0.025~0.1 0.01~0.6 0.006~0.2
ドライ・クリーニング	溶剤回収		○		衣服 10 kg につき 73 g
金属メッキ	メッキ液回収	○	○		通常プリコートのみ
医薬品	抗生物質	○	○		0.1~2.0
食品	いろいろな不純物の除去	○	○	○	0.1~2.0

プリコート濾過 濾過に先立って まず濾過助剤を分散した液を濾過して 濾材の上に濾過助剤のみの層を形成されたものをプリコートという(図1)。これによる濾過がプリコート濾過である。この濾過には 回分濾過(図3)と連続プリコート濾過(図4)の二つがある。一般に広く行われるのは回分濾過で フィルタープレス・リーフ型・円筒エレメント型・水平濾板型などがある。連続プリコート濾過は 固形分粒子が難濾過性で 濃度が高い場合によく用いられる。

清澄濾過 濾過助剤を使用することは 濾液の清澄度を高めることがおもな目的の一つである。したがってボディフィードやプリコートのケーキの空隙を流れる間に 漏れ出していた少量の固形分が除かれ 清澄な濾液となって濾材を出る訳である。この清澄作用には 濾材濾過あるいは清澄濾過という ケーキ濾過とは別のメカニズムが関係しているのである。

以上に濾過・濾過助剤および助剤濾過について簡単にのべた。しかし さらに濾過抵抗・透過率・粘度・ケーキの圧縮性や空隙率・ケーキの比抵抗など多くの問題があるが ここでは省略する。

濾過助剤の種類と特長

一般に濾過助剤の使用量は 液量に対し0.1%程度といわれる。この濾過助剤の種類を 濾過する液や濾過機の型式などとの関連において表1に示した。このように活性炭などの炭素質材料などをはじめ 多くの材料が検討された。しかしケイソウ質濾過助剤は 空隙率が大きく また粒子の表面構造が複雑で 濾過助剤として理想的な性質をもっておりこれに匹敵する材料は今の所みあたらない。ケイソウ質につぐのがパーライト質濾過助剤で 空隙率はケイソウ質より10~20%大きいが 圧縮性がやゝ大きく粒子構造はかなり単純である。したがって微細な固形分を少量含む原液の濾過や 濾液の清澄度では ケイソウ質の方がすぐれているのは 粒子の表面状態や粒子形状などが複雑なためである。この粒子形状は粒子の大きさなどとともに 濾過助剤を構成する主要素の一つになっている。このようにケイソウ質は どのような固形分の濾過にも適するが 固形分粒子が比較的大きくて濃度が高い場合には パーライト質はケイソウ質に匹敵するか またはそれ以上の経済性を示すことがある。

また濾過助剤は 濾過の性能とともに 濾過のコストとも関連して 大量消費が可能な価格で入手できることも要件の一つである。これらから 現在ではボディフィードに使用される濾過助剤は 普通ケイソウ質とパーライト質に限られる。

一般に濾過助剤というときは 汎用濾過助剤を指すが

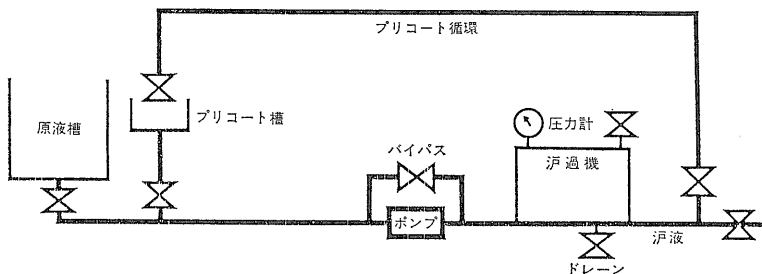


図3 回分濾過操作²³⁾

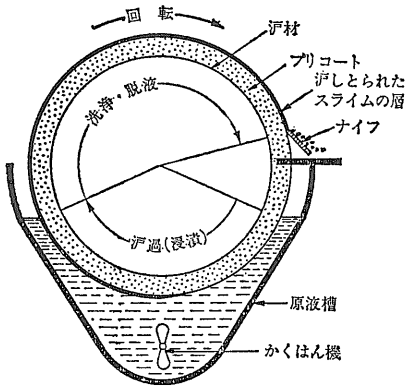


図4 回転ドラム型連続プリコート濾過操作

その他補助用濾過助剤や2種類以上を混合して用いられる混合濾過助剤 酸洗いなどの処理を施した特殊加工濾過助剤などがある。

なお 表3にケイソウ質製品の微量元素分析例を示した。このほかにこの種の鉱物質濾過助剤には いくらかの Fe, Al, Ca, Mg などの酸化物 水酸化物が含有され その幾分かは とくに酸性の液に溶解する(表4)。勿論どのような物質でも 中性の溶液においてさえ ミクロの単位での溶解は起るものである。この溶解量は 酸の強さ 温度 接触時間などに左右されるから 溶解量が少なくなるようにこれらの条件の調整が大切である。濾過助剤の使用量が 液量に対し約0.1%というように少量であるので 溶解分が問題になる場合は少ない。しかし場合によっては 前述の酸洗い処理が行われる。

なおこの問題については 食品衛生法に基づく食品添加物規制が行われており 詳細は後述する。

ケイソウ質濾過助剤

ケイソウ土

ケイソウ質濾過助剤は ケイソウ土を原料として精製された粉末の製品である。このケイソウ土についてはすでに地質ニュース (No.102, p.34~36) でとりあげ 地質鉱床 産状 利用などについて くわしくのべたのでそれを参照していただくこととし こゝではその概要を簡単にのべるにとどめる。

ケイソウ土は 英語では Diatomaceous earth 独語では Kieselgur 仏語では Terre à diatomées の名称で呼ばれ これはケイソウ(Diatom)類の鉱物遺骸(Mineral rest)の堆積物で 海底あるいは湖底に沈積したケイソウの有機物が腐敗消失したあとに 微細なケイソウ殻のみが残存したものである。この原土は 乾燥 焼成 融

表3 ケイソウ質製品の微量元素分析例⁶⁹⁾

元素名	元素記号	ppm	元素名	元素記号	ppm	元素名	元素記号	ppm
アンチモン	Sb	2	ハフニウム	Hf	<0.5	ルチニウム	Ru	<1
ヒ素	As	5	ホルミウム	Ho	<0.2	サマリウム	Sm	2
バリウム	Ba	30	インジウム	In	<0.5	スカンジウム	Sc	20
ベリリウム	Be	1	ヨウ素	I	1	セレン	Se	10
ビスマス	Bi	<0.5	イリジウム	Ir	<0.5	銀	Ag	<0.5
ホウ素	B	100	ランタン	La	10	ストロンチウム	Sr	20
臭素	Br	20	鉛	Pb	2	タンタル	Ta	20
カドミウム	Cd	2	リチウム	Li	1	テルル	Te	<2
セリウム	Ce	10	ルテチウム	Lu	<0.2	テルビウム	Tb	<0.2
セシウム	Cs	5	マンガン	Mn	60	タリウム	Tl	<0.5
塩素	Cl	400	水銀	Hg	0.3	トリウム	Th	5
クロム	Cr	100	モリブデン	Mo	5	ツリウム	Tm	0.2
コバルト	Co	5	ネオジム	Nd	20	スズ	Sn	<1
銅	Cu	40	ニッケル	Ni	120	タングステン	W	<0.5
ジスプロシウム	Dy	<1	ニオブ	Nb	5	ウラン	U	5
エルビウム	Er	<0.5	オスミウム	Os	<0.5	バナジウム	V	200
ユーロビウム	Eu	1	パラジウム	Pd	<1	イットリビウム	Yb	<0.5
フッ素	F	50	白金	Pt	<2	イットリウム	Y	100
ガドリニウム	Gd	<1	プラセオジム	Pr	2	亜鉛	Zn	<10
ガリウム	Ga	5	レニウム	Re	<0.5	ジルコニウム	Zr	20
ゲルマニウム	Ge	<10	ロジウム	Rh	<0.5			
金	Au	<0.5	ルビジウム	Rb	10			

(注) <: 使用した方法の検出限界以下であることを示す。

剤処理焼成などの工程を経て かつサイズ別にして製品とし 各種の用途に供される。

利用の歴史 利用の歴史は古く すでにギリシャ ローマ時代に知られ コンスタンチノーブル(現在のイスタンブール)に JUSTINIAN 1 世が St Sophia を建立した時に その円天井の軽量建築材として使用したとの記録がある。その後 洋の東西を問わず 飢饉の折には米麦やソバ粉 パン粉などに混ぜて食用に供された。工業的に利用されたのは1816年からで ドイツで Lüneburg 産原土を水ガラス製造原料 蒸気管の保温材などに使用された。しかしなんとといっても著名なのは 1866年にアルフレッド・ノーベルが ケイソウ土にニトログリセリンを吸収させて はじめてダイナマイトの製造に成功したことである。その後約1世紀を経た現在では 断熱材・濾過助剤・触媒担体・吸収剤・充填剤・建築材料など多くの用途に供されている。

ケイソウ 淡鹹両水域に繁殖する単細胞の隠花植物の1部門をなす下等藻類で その種類は極めて多く 約1.5万種以上が分類整理されている。大きさは数μから まれに数mmに達するものまでであるが 最も多いのは20μ前後といわれ これは吾々の毛髪の太さぐらいにあたる。ケイソウは一般の植物と同様に 細胞核を原形質が包み さらにそれを細胞膜がおおっているが この細胞膜をケイソウ殻と呼ばれる。これは図5のように 大きい皿と小さい皿とをはめ合わせたようになっており 大きい方を外殻 小さい方を内殻と称される。

表4 ケイソウ土の化学組成

産地	外観	珪酸		礬土%	酸化鉄%	石灰%	苦土%	硫酸%	灼熱減量	計
		可溶性珪酸%	不溶性珪酸%							
秋田 鷹ノ巣	白色原土	88.42		3.26	1.66	0.22	0.44	—	6.40	100.22
		77.28	10.96							
能登 飯塚	灰緑色原土	47.12		6.78	7.86	9.24	1.63	17.72	6.70	79.38
岡山 八束	白色原土	76.74		12.66	0.96	1.12	0.33	—	6.40	98.21
		51.88	24.86							
大分 浦山	灰白色原土	73.34		13.45	1.57	1.12	0.48	—	9.00	99.34
		53.32	20.02							
Lüneburg (ドイツ)	白色原土	89.17		1.89	0.35	—	0.22	チタン0.12 カリ 0.39 ソーダ0.69 湿分 3.49	3.58	
Lompoc (アメリカ)	蛭適用原土	88.40		2.05	1.13	0.34	0.52	湿分 6.08	0.31	
"	レンガ 用原土	80.40		6.88	2.12	0.86	1.17	湿分 6.12	0.61	

(河島千尋：化学工業 Vol. 4 No. 4 による)

図6は円板状のケイソウの走査型電子顕微鏡写真で殻の微細な細孔構造がよく示されている。これは主としてペクチンに有機のケイ酸化合物が沈積したものとされているが死ねば細胞内容物などの有機物が腐敗消失してケイサン質の殻のみが残ることは前述の通りである。

ケイソウ殻の無数の細孔は細胞の内部と外部を通じてこれから水分をとり入れて水中に溶解している栄養分を吸収する。この細孔は0.1~1μmの大きさ

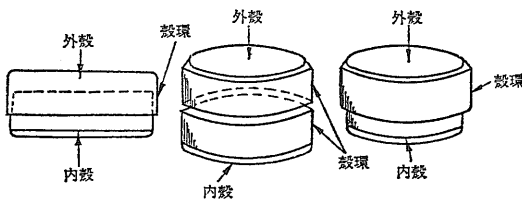


図5 ケイソウ殻の模型⁵⁵⁾

である。またケイソウ殻の表面には小棘という小突起物もあって多孔質孔壁とともに工業上有用な性質を具備している。このような特異な多孔質構造や微細構造はとうてい他の材質では求め得られない優れたものでケイソウ土が濾過助剤をはじめ多くの用途に卓越した性能を発揮する所以である。

鉱物組成と化学成分 純粋なケイソウ殻はオパールと同様にケイ酸と化合水からなりSiO₂ 94% H₂O 6%とされている。しかし天然のケイソウ土は沈積当時に種々の不純分を含有するのみならず放散虫や海綿骨格などをまた2次的に生成したと思われるオパール・クリストバライト・フリントなどの団塊を混合するのが普通である。したがってケイ酸の含有量のみで品質を判断することは危険で必ず顕微鏡観察によって夾雑物を検討しまた可溶性ケイ酸を別に定量することが必要である。良質ケイソウ土は可溶性ケイサンの含有量が

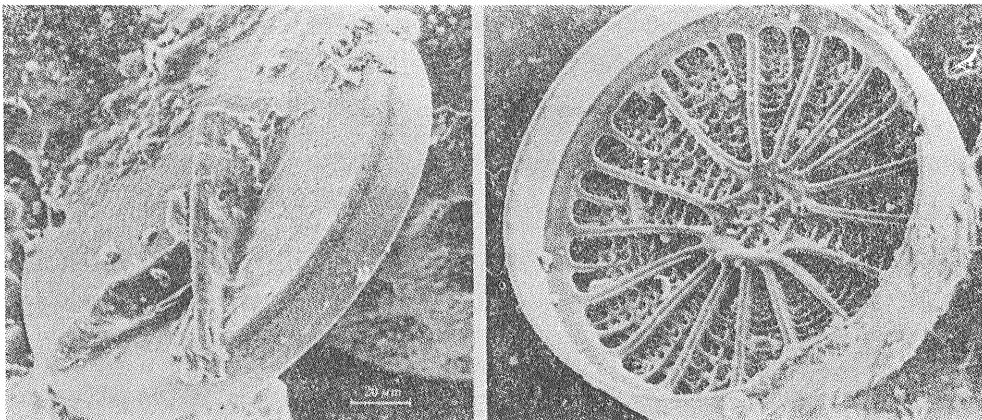


図6 ケイソウの走査型電子顕微鏡写真(秋田大学 本外博士原図)

高く 石英などの他のケイサン分が少なく アルミナ
有機物 硫黄分などが少ないものであるが これは外観
白色～淡黄褐色を呈する。なお 表4に 内外の代表的
なケイソウ土の化学組成を示した。またケイソウ土の
精製品は すべてクリストバライトよりなるものである。

成因と産状 ケイソウ土は 成因的に海成 潟成 湖
成に大別され ケイソウの種類もおおのに特徴がある
が 主要なものは海成層と湖成層の二つである (図7)。

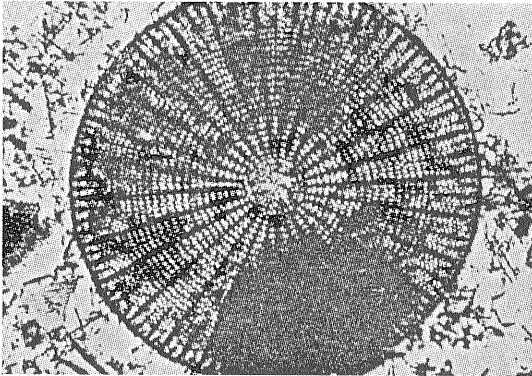
海成層には 深海性 浅海性の二つがある。このケイ
ソウ土は 海水産の *Coscinodiscus*, *Arachinoidiscus* など
を主とし 一般に前者では放射虫 海綿の破片 微細
な凝灰質物質などを 後者では木葉 貝化石 概して粗
い砂層などを含む。いずれも比較的層厚および連続性
に富み 火山ガラスなどを含むものが多い。とくに前者は
しばしば油田地帯でみられる泥質の堆積物に伴う。

湖成層のものは 淡水産の *Stephanodiscus*などを主
とし ケイソウの生育時間が比較的短いので 粘土 頁
岩や水酸化鉄の部分などと 細かく互層することが多い。

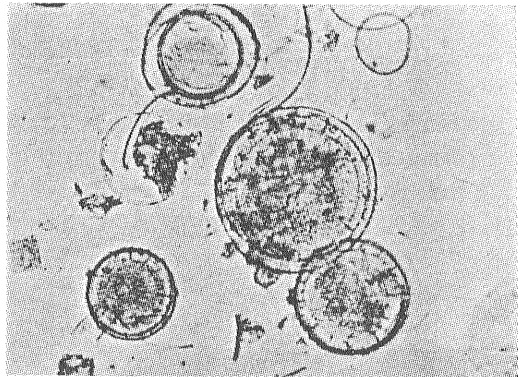
また堆積物中には しばしば木の葉 木の实 魚の化石
などが発見される。第四紀湖成層のものは 概して有
機物の含有が少なく外観白いものが多く 夾雑物も少な
いが とくにケイソウ殻が海成のものより大きいことが
多いので 一般に好まれる場合が多い。

わが国のケイソウ土鉱床は 北海道から九州まで 多
くの産地がある。北海道および東北 北陸 山陰の裏
日本側のものは第三紀海成層のものが多く 青森 宮城
福島 栃木 岐阜 岡山 大分 長崎 熊本 鹿児島
の各県下のは いずれも第四紀湖成層のものである。
これらのうち 現在稼行中の主要な地区は 前者では秋
田県下 能登地区など 後者では岡山県八東地区 (図9)
大分県下などである。

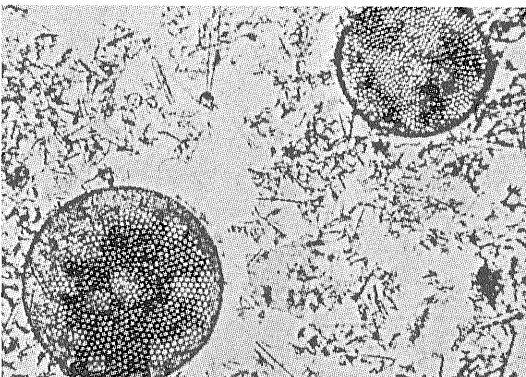
また世界では 北米 欧州 アフリカ 豪州など 多
くの産地があるが 代表的な産出国は 北米のアメリカ
とカナダである。とくにアメリカ カリフォルニア州
西海岸のロンポック (*Lompoc*) の鉱床 (図10) は 世界最
大で 厚さ700フィート 鉱量数100万トン以上におよぶ



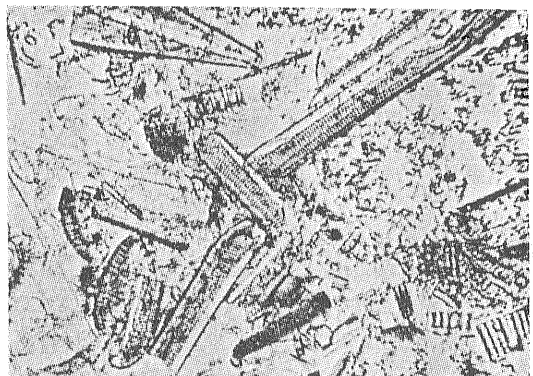
鹹水性珪藻 *Arachinoidiscus* の形態



淡水性珪藻 *Cyclotella* (*Stephanodiscus*) の形態
(岡山県真庭郡八東村花園産原土)



鹹水性珪藻 *Coscinodiscus* の完全な形態
(上下2葉共新潟県佐渡郡沢根町宇野坂産原土)



【淡水性珪藻 *Staurois* の形態
(大分県速見郡北田布村若杉産原土)

図7 ケイソウの代表種とその形態 (河島千尋 1948)

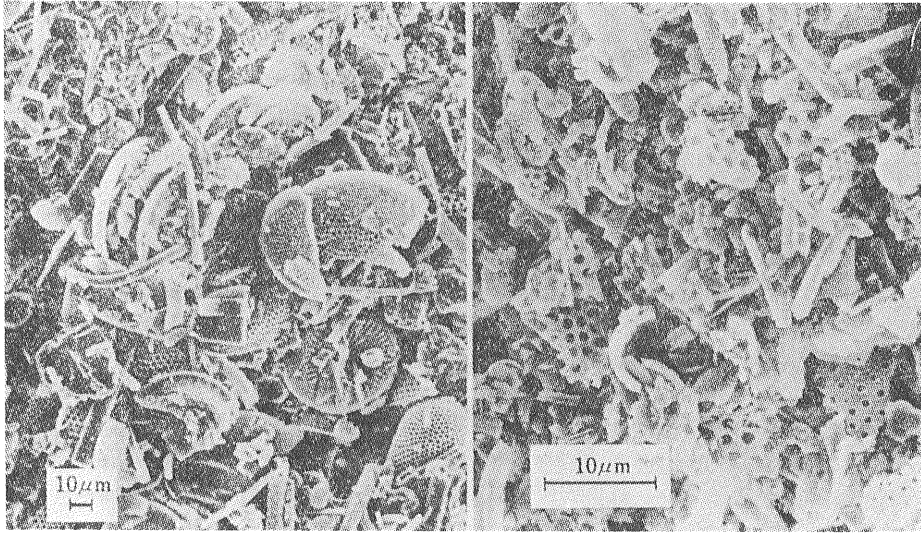


図8 海洋産ケイソウ土の走査型電子顕微鏡写真

といわれる。これは海水産の *Coscinodiscus* を主とする良質のもので カリフォルニア油田はこのケイソウの有機物源とされている。なおケイソウ質濾過助剤のメーカーは 国内では秋田県下 岡山県八束地区 大分県下などのケイソウ土を原料とする昭和化学工業(株)(製品名—ラヂオライト) 秋田県下のケイソウ土を原料とする中央シリカ(株)(製品名—シリカ) 大分県下のケイソウ土を原料とする白山工業(株)(製品名—ゼムライト) などがある。著名な外国のメーカーには アメリカの Johns-Manville 社(製品名—Celite) Grefco 社(製品名—Dicalite) などがあり いずれも世界の主要なメーカーで わが国にもかなりの量が輸入されている。

ケイソウ質濾過助剤の種類と製法(表5)

乾燥品 採掘されたケイソウ土は 35~75%の水分を含有するので 普通これを乾燥棚で1~2週間風乾する。

さらにこれを十分に水洗したのち 800°C以下の温度で乾燥し 粉碎して粉末状にし 分級によって不純分を分離して粒度をそろえたものを乾燥品と称する。乾燥品は濾過助剤のなかで 最も粒度が細かいので 清澄濾過や精密濾過に適する。代表的な用途としては ビールの最終工程における仕上げ濾過があるが これによってビール独特のキラキラ輝くような透明な液体となる。

乾燥品は おおむね原料ケイソウ土と同様の呈色を示すので 産地や産出した地層によってことなる。一般には淡黄色 乳白色 淡灰色などのものが多い。

焼成品 採掘 乾燥されたものを ロータリーキルンに送って 500~1,200°Cの温度で焼成したクリンカーを さらに粉碎 分級をくりかえして粒度を調整し 得られた製品が焼成品である。

ケイソウ土を高温で焼成すると その濾過速度が顕著に増大することは古くから知られていた。その後さら

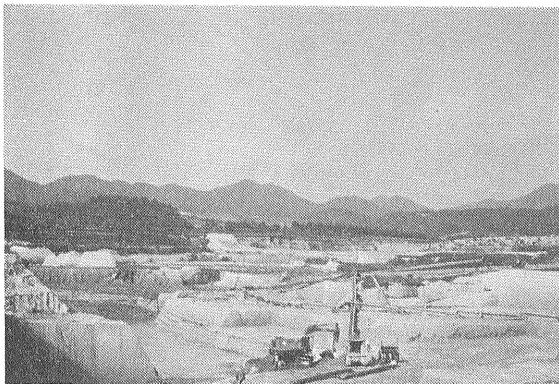


図9 岡山県八束地区のケイソウ土鉱床(昭和化学K.K.)



図10 アメリカ ロンボック(Lompoc)のケイソウ土鉱床

表5 製法によるケイソウ質濾過助剤の性質の比較例¹²⁾

種 別	乾燥品	焼成品	融剤焼成品
化学分析例, %			
灼熱減量	4.6	0.3	0.1
SiO ₂	86.8	91.0	87.9
Al ₂ O ₃	4.1	4.6	5.9
Fe ₂ O ₃	1.6	1.9	1.1
CaO	1.7	1.4	1.1
MgO	0.4	0.4	0.3
その他	0.8	0.4	3.6
透過率比(対乾燥品)	1	1~3	3~20
ケーキかさ密度 g/cm ³	0.24~0.35	0.24~0.36	0.25~0.34
沈降粒度分布例 μ, %			
~40	2~4	5~12	5~24
40~20	8~12	5~12	7~34
20~10	12~16	10~15	20~30
10~6	12~18	15~20	8~33
6~2	35~40	15~45	4~30
2~	10~20	8~12	1~3
水分, 最高 %	6.0	0.5	0.5
比重	2.00	2.25	2.33
pH	6.0~8.0	6.0~8.0	8.0~10.0
屈折率	1.46	1.46	1.46
325 mesh ふるい残留, %	0~12	0~12	12~35
窒素吸着比表面積, m ² /g	12~40	2~5	1~3

に 食塩などアルカリ アルカリ土類の塩化物などの溶融剤を5%程度添加することによって 濾過能率が飛躍的に増大することが発見された。このようにして濾過助剤の製法が確立され その後工学的な改善が加えられて今日に至っている。

焼成品は 焼成の結果 淡い煉瓦色 淡赤褐色 肌色などの色が多いが これは微量の酸化鉄によるものとされている。またすでにのべたように 加熱焼成によって原料の非晶質ケイサンは クリソパライトに変るので 比重は幾分大きくなる。焼成は 有機物が完全に焼失するように 800~1,200°Cで行われる場合が多いがこの焼成による焼結作用によって 透過性は乾燥品の3倍以上に増大するので 効果的な速度で濾過できる。

また乾燥品について清澄性にすぐれ 0.1ミクロンまでの固形分粒子を除去できるといわれる。砂糖の精製などの濾過をはじめ 多くの用途に供される。さらに近年 食品衛生の見地から 防腐剤の使用が規制されるようになったが これに代って濾過によって微生物を除去しようという趨勢にあるので 今後この種の用途の拡大が期待される。

融剤焼成品 前述したように 食塩などアルカリおよびアルカリ土類の塩化物 ホウ砂 硝酸ナトリウムその他の溶融剤を 5%程度添加して焼成した製品が融剤焼

成品である。融剤焼成品は 普通白色を呈するが これについては種々の説がある。なお溶融剤の添加量が少なければ その呈色は焼成品に近くなる。

融剤焼成品は 一般に少量の炭酸ナトリウムを添加して 800~1,200°Cで焼成されることが多いが 炭酸ナトリウムはケイソウの SiO₂ と反応して 粒子表面に薄いガラスの被膜を形成するので 組成もより安定化する。透過性は最も大きく 乾燥品の20倍以上である。したがって能率のよい濾過を求める時によく用いられる。一般の工業から水泳プールにいたるまで 多くの用途の濾過に広く使用される。

パーライト質濾過助剤

パーライト

パーライト質濾過助剤とは パーライトを原料として精製されたものである。このパーライトについてはすでに地質ニュース (No. 94, p.12~19, No. 246, p.10~15) でとりあげ その地質鉱床 産状 利用など くわしくのべてあるので参照していただくこととし ここではその概要を簡単にのべるにとどめる。

岩漿が地表に上昇して急冷されると 溶融物はそのまゝ固化してガラス質となる。このうち ガラスの量のとくに多いものをハリ質岩石またはガラス質岩石と呼ぶ。ハリ質岩石には 黒曜岩 (Obsidian) 真珠岩 (Perlite) 松脂岩 (Pitchstone) などある。火山ガラスの主成分はケイ酸 (SiO₂) 分で 普通その含有量は 60~76% であり分類上は酸性火山岩に属する。また含有する水分には各岩によって幾分の差異があるが 真珠岩の場合 2~5%程度である。

ハリ質岩石は 本邦各地に分布し 北海道から九州にわたって広い分布を示す。このうち黒曜岩は石器の素材として 人類によって古くから利用されたことでよく知られる。これらは安山岩や石英安山岩に伴うものもあるが 一般には流紋岩に伴うものが多く 第三紀漸新世から第四紀洪積世にかけてのもの なかでも中新世~鮮新世後のものが最も多い。しかし火山ガラスは準安定であるため 古期のものはいくつかの地質時代を経過する間に結晶化したり あるいは粘土化している場合が多いのでこの種の用途に利用できるのは 第三紀中新世以後のものに限られる。秋田県東内沢地区 (図11) などは本邦における代表的な産地である。

パーライトとは これらの火山ガラスのうち 工業的に利用可能なもので 鉱床を形成する状態から採掘され加工されるまでの状態のものの呼称である。しかし黒曜岩や松脂岩は 一般には利用困難で ほとんどの場合真珠岩である。普通流紋岩に伴うものに良質のものが

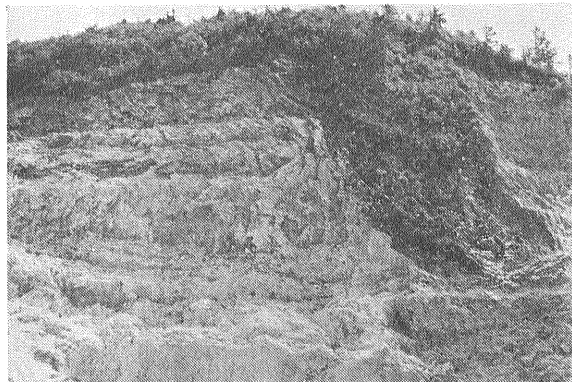


図11 秋田県米内沢地区のパーライト鉱床
(東興パーライトK.K.)

多く なかでも良質であるとして好まれるのは 大きくみれば柱状節理の発達したものである繊維状パーライトと Marekanite 型パーライトである (図12).

世界におけるパーライトの産出国には 火山や火山岩が分布する数多くの国があるが なかでもアメリカは代表的な産出国で ニューメキシコ州 (図13) をはじめ多くの産地がある. また地中海の ギリシャ領ミロス島は ほとんど全島が良質のパーライトよりなることでよく知られている (図14).

パーライト質濾過助剤のメーカーは 国内では秋田県米内沢地区 山形県鶴岡地区などのパーライトを原料とする東興パーライト工業(株) (製品名—トブコ) などがあるが 外国ではアメリカ ニューメキシコ州ノアグアのパーライトを原料とする Johns-Manville 社 (製品名—Celite) Grefco 社 (製品名—Dicalite) などが著名で その他ギリシャ ミロス島の Silver and Barite 社などがある.

パーライトの種類と製法 (図15)

乾燥精石 採掘されたパーライトを 粒度をそろえ予熱して乾燥させたものが乾燥精石である.

膨張パーライト 乾燥精石を 800~1,200°C に急熱すると ガラス質が軟化をはじめるが この軟化と同時に結合水を逸散しようとして膨張が起る. この現象を普通“発泡”と称されるが 数~20倍にふくれ 直径1~数mm の丸味を帯びた粒状のものとなる. これを一般に膨張パーライトと称される.

膨張パーライトは 外観おおむね純白で かさ密度は 0.064g/cc という軽量である. また熱に対して安定で径時変化がなく 断熱性に優れ 流動性のいい粒状物であることに特長と意義がある. わが国では おもにア

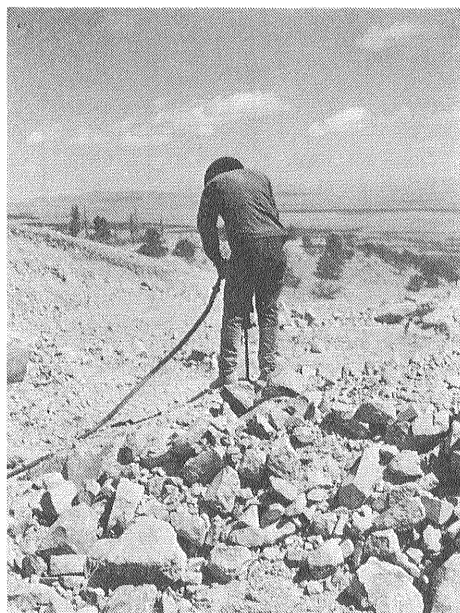


図13 アメリカ ニューメキシコ州ノアグアのパーライト鉱床

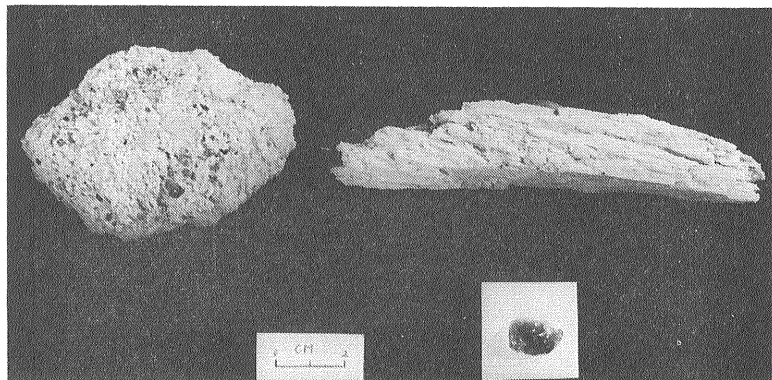


図12 良質パーライト



図14 ギリシャ ミロス島のパーライト鉱床

アメリカの技術により 昭和33年頃から骨材用が開発・利用されるようになったが 現在ではさらに断熱材用・建築材用・充填材用など多くの用途に供されている。なかでも断熱材用は LPG用のほかLNG（液化天然ガス：Liquid Natural Gas）用タンカーやタンクの低温断熱材として とくに重要視されている。

粉碎パーライト 膨張パーライトを粉碎して製造されたものを粉碎パーライトと称されるが これを焼成パーライトと称されることもある。

粉碎パーライトのうち ある種の加熱の方法や条件によって焼成された膨張パーライトより製造されたものがここでの主題である濾過助剤に使用されるもので その他増量剤や塗装添加剤などにも利用される。濾過助剤用もまたアメリカの技術により 昭和36年頃から生産されるようになった。

パーライト質濾過助剤の性質

乾燥精石を発泡させ 膨張パーライトになる時 丁度ポップ・コーンのように膨張して 内部に細かい空隙を無数にもつ多孔質構造をつくる。この膨張の前と後のパーライト粒子の状態を図16に示したが 膨張後は亀甲状の10~20 μ の単位空隙からなる細胞状になっている。このように膨張の程度は原石の数~20倍と顕著であるが 多孔質構造はケイソウ殻の場合とは本質的にはことなるものである。

また加熱の方法 条件などによってかなりの範囲の製品が得られるが このうちかさ密度0.032から0.096~0.112g/ccの いわゆる軽量パーライトが 加工されて濾過助剤製品となる。

パーライト質濾過助剤（表6）の外観は 融剤焼成のケイソウ質濾過助剤によく似ている。つまりケイソウ質濾過助剤をよくなぞらえたものといえよう。清澄濾過とか精密濾過といった濾過助剤としてではなく すでにのべたように固形分粒子が比較的大きく かつ濃度が高い場合などでは ケイソウ質に匹敵するか またはそれ以上の経済性を示すことがあるほか 一般的に濾過の速度の早いことが要求されるもの あるいは早く濾過してかまわないものなどによく利用される。

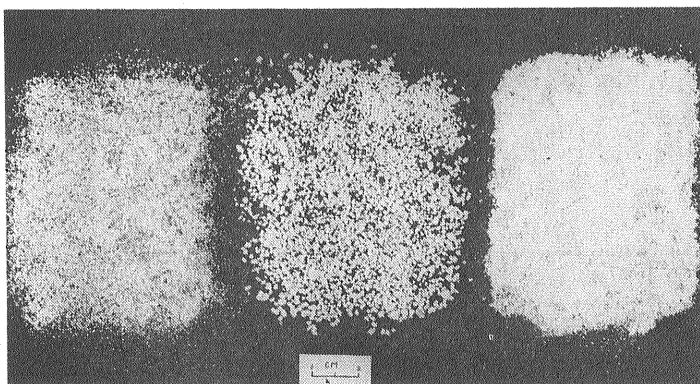


図15 パーライトの製品

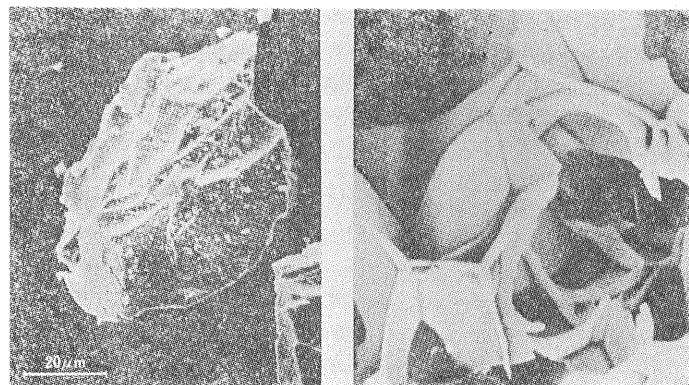


図16 パーライトの粒子構造

表6 東興パーライト工業(株)のパーライト濾過助剤⁵⁾

	ト ブ コ #31	ト ブ コ #34
沈降粒度分布		
+50 μ	2.6	2.2
50 ~ 40	2.5	3.1
40 ~ 30	4.4	3.5
30 ~ 20	14.9	21.2
20 ~ 10	40.5	37.5
10 ~ 5	26.9	28.4
5 ~ 2	6.8	3.5
~ 2	1.4	0.6
真 比 重	2.2	2.2
ケーキかさ密度 g/cc	0.22	0.16
濾過速度係数 ⁶⁾	1.0	1.2
ケーキ平均毛管径 ⁷⁾ , μ	4.5	6.1
pH	8 ~ 9	
色	白 色	
化 学 分 析, %		
灼 熱 減 量	1.1	
SiO ₂	77.6	
Al ₂ O ₃	14.3	
Fe ₂ O ₃	0.9	
CaO	0.7	
MgO	0.5	

その他の濾過助剤

以上にのべた 濾過助剤としては主流のケイソウ質・パーライト質のほか その他にもいくつかの濾過助剤がある。なかでもセルロース質 石綿質 炭素質などの濾過助剤(表7)は それぞれに歴史と特長がある。

セルロース質は植物繊維 主として木材パルプから製

表7 おもな濾過助剤の特長

種類	主成分	製 法	濾過速度比	ケーキかさ密度 g/cm ³	粒 度	特 長
汎用濾過助剤	ケイソウ質 SiO ₂ 80~95% 非結晶質ケイ酸	ケイソウ土を乾燥、粉碎、分級して精製し、さらに多くは1,000~1,200°Cで焼成し、分級して粒度をそろえる。	1~15	0.25 ~0.35	約2~40 μ (沈降法)	形状が複雑で、非圧縮性だから、濾過助剤として理想的な性質を備えている。不活性かつ不溶性だがカセインアルカリ性にケイ酸が溶け、酸性ではシリカ以外の成分が微量ながら溶出する。
	パーライト SiO ₂ 約70% ケイ酸アルミニウム	パーライトを粉末にし、1,000°C前後で急熱して膨張させ、それを粉碎分級して粒度をそろえる。	4~12	0.15 ~0.25	約2~40 μ (沈降法)	濾過助剤としてケイソウ質につく性能を備えている。ケイソウ質よりややかさ密度が小さい。溶解に関する性質はケイソウ質にほぼ同じ。
補助用濾過助剤	セルロース 99.5%以上	木材パルプを原料とするセルロースの短繊維。	7~15	0.14 ~0.32	直径15~20 μ長さ50~100 μ (顕微鏡による)	形状が細長く、可撓性で圧縮性。シリカなどの鉱物質を含まず、完全に燃焼する。カセインアルカリにもケイソウ質よりはやや強い。
	石綿 ケイ酸マグネシウム	繊維構造をもつ岩石である石綿を溶解し、分級した短繊維。ケイソウ質に数%混合した製品も市販されている。	(ケイソウ質との混合品) 1~15	(ケイソウ質との混合品) 0.22 ~0.32	長さ1,000 μ前後(顕微鏡による)	セルロース同様に粒子の形状が細長く、可撓性圧縮性。溶解に関する性質はケイソウ質にほぼ同じ。
助 剤	炭素	ピッチコークなどの炭素原料を粉碎し、600°C付近で急熱して膨張させ、さらに揮発分を燃焼させ、粉碎する。	8	0.25 ~0.32	+150 mesh 16~20% +200 mesh 40~50% +325 mesh 50~70%	カセインアルカリに耐える。完全に燃焼する。

造される短繊維のものである。

石綿(アスベスト)は 鉱物学的には多くの種類があるが 普通一般に利用されるのは温石綿(Chrysotile)である。この原石から解綿工程を経て繊維が得られる。カナダのケベック地方などが世界の主要産地であるがわが国では 北海道中央脊梁山脈の西部に 小規模な鉱床がみられるにすぎない。石綿質濾過助剤は 石綿単独で あるいはケイソウ質との混合品などによって利用されるが 最近では石綿の催発ガン性を取り上げられて

いる。炭素質は 活性炭 木炭粉末などが使用されたこともあったが 本格的な濾過助剤としては Nerofil, Synofilなどの製品が出てからである。これは揮発分15~20%の瀝青分の多いピッチコークを原料とし これを微粉化加熱膨張 揮発分の適度の燃焼などの工程を経て製品化されるが 詳細については省略する。

助剤濾過の用途と目的

助剤濾過の用途

わが国では 第二次大戦後 とくに昭和30年代の重化学工業の発展を契機として 濾過助剤を使用する濾過も急速に進歩した。砂糖の精製 石油化学から 食品・医薬品・合成化学など あらゆる工業部門に拡大されたが 最近では工業の多様化にしたがって 濾過技術も一段の進歩がみられる。これらの各部門について その代表的なものを表8に示した。

助剤濾過の目的

助剤濾過の目的を分類すると つぎのようになる。

清澄濾過 清澄な液体をうることが目的で 分散粒子は不要の場合である。

濾液に要求される清澄度は 極めて厳密なものまであり また固形分粒子が バクテリアなどの微生物で 食品などの防汚対策として助剤濾過が行われることもある。

ケーキ回収濾過 ケーキが必要であって濾液は不要の場合である。分散粒子が高価なものであれば 回収を完全にするため 逆に濾液の清澄度を高める必要がある場合もある。

濾液とケーキの両方を回収する濾過 上述の両方が必要の場合である。

他の工程を助けるための濾過 つぎの工

表8 助剤濾過の用途

油脂	にかわ	アルコール飲料
動物油脂	カゼイン	酒
植物油脂	アルギン酸ソーダ	ビール
硬化油	プラスチック	ウイスキー
グリセリン	肥料	ぶどう酒
鉱物油	硫 安	清涼飲料
圧延油	尿 素	酢
切削油	リン酸塩	香 料
トランス油	酸、アルカリ、塩類	調味料
潤滑油	無機酸	グルタミン酸塩
ワックス	有機酸	イノシン酸塩
有機溶剤	カゼインソーダ	しょう油
メタノール	ブライン	ソース
ブタノール	硫化ソーダ	糖 類
トリクレン	リン酸ソーダ	りよ糖
ドライクリーニング溶剤	メッキ液	てん菜糖
塗 料	金風精練	ぶどう糖
ペイント	化学薬品	果 糖
ラッカー	医薬品	シロップ
ニテメル	合成医薬	あ め
ニス	抽出医薬	水
顔 料	注射液	飲料水
染 料	抗生物質	水泳プール
化学繊維	オーレオマイシン	浴 場
粉末溶	テラマイシン	温 泉
精練溶	アクトマイシン	工業用水
のり類	ストレプトマイシン	ボイラー復水
ゼラチン	農業用抗生物質	工場廃水

表10 糖液中の微生物の除去⁹⁵⁾

実 験 No.	存在する生物	除去された数の の、全数に対 する比率 %
1	fungi バクテリア	100.000 99.920
2	fungi バクテリア	100.000 99.996
3	fungi バクテリア	100.000 99.946
4	fungi バクテリア	100.000 98.830
5	fungi バクテリア	100.000 99.922
6	fungi バクテリア	100.000 99.725

a) ケイソウ質汚過助剤による汚過。

らの防腐剤の人体におよぼす影響が再検討され 清酒へのサルチル酸の添加などが規制されるようになった。

それ以来 それに代って微生物をケイソウ質濾過助剤による濾過で 除去する方法が普及している。ケイソウ質濾過助剤による微生物の除去が 濾過によるものか吸着作用が加わっているのかは まだ明らかでない(表9)。

しかし活性炭より除去率が高いことは事実である。この分野は 今後さらに研究が進展して 他の食品に対しても利用されるようになることであろう。

水濾過の除菌 水泳プールのバクテリアや大腸菌なども 助剤濾過によって約96%は除去できるといわれる。さらに公衆浴場 温泉から最近では工業用水・廃水・下水処理へと拡がっている。水の再利用ともからんで水の除菌は大きな問題である。また最近では 水によって媒介され 種々の感染症を起すビールスの除去についても研究が進められている。

食品工業

精糖 海外から輸入された粗糖を 家庭用の白砂糖などに精製するには 有機質固形分 灰分 色素などの不純物を いくつかの精製法を組合せて行われる。このうちの主要な一つが ケイソウ質濾過助剤による助剤濾過である。

ビール ビールの製造法は極めて複雑で その工程で何回も濾過が行われるが 糖化後の麦汁の濾過と 発酵・貯蔵を終わって びん詰直前の仕上げ濾過において 助剤濾過が行われる。このびん詰直前の仕上げ

程などで 濃度や温度変化による沈澱の析出を避けるためなどで あらかじめ濾過を行う場合である。

助剤濾過の実例

以上にケイソウ質 パーライト質などの濾過助剤に關する 原料から製品にいたる種々の問題についてのべてきた。しかば実際には どのようにして利用されているかといったことについて 代表的ないくつかを例にのべてみよう。

微生物の除去

食品の防腐 食料品に各種の防腐剤を混入することは 古くから行われていた。しかし最近にいたってこれ

表9 吸着性濾過助剤の性質⁹⁴⁾

汚過 助剤	明 細	組成 %		使用 量 %	脱色 率 %	汚過 率	清澄 度
		炭素	質 %				
B	炭素物質も融剤も加えないでケイソウ質だけを900°Cで焼成	0	100.0	2 1	0 0	1.20 1.00	秀 "
C	木粉を炭化してえた活性炭	96.8	3.2	2 1	70 50	0.14 0.10	不良 "
D	BとCの機械的な混合物	48.0	52.0	2	45	0.42	秀
A	Cの原料木粉とケイソウ質を混合してから炭化(吸着性汚過助剤)	53.0	47.0	2 1	70 50	0.90 0.75	秀 "
G	市販活性炭	77.8	22.2	2 1	60 50	0.12 0.04	良 "

表11 酸洗したケイソウ質濾過助剤^①

	非酸洗い製品	酸洗い製品	分析用酸洗い製品
灼熱減量	0.5	0.6	0.2
SiO ₂	91.1	94.4	97.46
Fe ₂ O ₃	1.3	0.9	0.27
Al ₂ O ₃	4.0	2.5	1.31
TiO ₂	0.2	0.1	0.11
CaO	0.5	0.2	0.10
MgO	0.6	0.5	0.26
Na ₂ O	0.8	0.5	
K ₂ O	0.5	0.3	0.22

濾過は 輝くような清澄なビールに仕上げる濾過で 典型的な清澄濾過といえよう。このためにケイソウ質濾過助剤は不可欠の材料である。

ぶどう酒 生ぶどう酒の製造工程で 熟成期間が終了後に分散物を除去するための濾過と 最後にテリを出すための仕上げ濾過が いずれも濾過助剤のプリコートによって行われる。なお ブランディやポートワインの製造工程でも 助剤濾過が行われている。

清酒 清酒は貯蔵中に透明度がおちて混濁(タンパク混濁)を生ずることがある。また多少の微生物が浮遊して やはり透明度をおとす原因となることもある。さらに乳酸菌の繁殖による火落(ひおち)と呼ばれる白濁もみられることがある。これらは かつては防腐剤としてサルチル酸を添加することによって防止されていた。しかし現在ではその使用の規制によって 濾過によって除去している。清酒の以上の各種の混濁は それぞれ適宜の処理をして 最終的にはケイソウ質濾過助剤を用いて助剤濾過を行うのが最も有効とされている。この場合 すべてプリコート濾過である。

なお ケイソウ質濾過助剤に含まれる 約2%以下の酸化鉄の一部が溶出して 清酒の香味をそこなうので 濾過助剤はあらかじめ酸洗したもの(表11)を使用される。1%塩酸で処理して使用すれば 清酒の官能試験や化学分析において なんらの影響も認められないといわれる。

水・工業用水

水の濾過は 分散粒子が非常に細かく かつ含有量が非常に少なく しかも処理量が多いという 濾過のなかでは最も困難な場合の1つである。この分野には つぎのようなものがあるが まだ未解決の問題も多く 助剤濾過における大きなテーマの1つである。

表12 遊泳用プールの水質基準(厚生省通達 1965)

項目	基準
pH	5.8~8.6
濁度	5°以下
過マンガン酸カリ消費	20 ppm 以下
残留塩素	遊離残留塩素0.4 ppm 以上 または 総残留塩素1.0 ppm 以上
大腸菌群	試料 10 ml ずつ 5 本について試験したとき、陽性が2本以下

1965年厚生省環境衛生局長の通達

水泳プール 使用水の節約もあって 一般に循環濾過が行われる場合が多い。遊泳用プールの水質基準は表12に示した。濾過によって 濁りの除去 藻の発生の防止のほか すでにのべたように細菌も少なくなり 飲料水に近い清澄状態をつねに保つことができる。濾過方法には 濾過助剤を用いる場合のほか 砂や炭質物を使用する方法も行われている。

上水道 飲料水の基準は 表13のように厳密に規定されている。したがって地表水あるいは地下水を飲料として使用するためには 各種の処理が行われるが とくに砂濾過は長く行われてきた方法である。しかしその後研究が進んで 助剤濾過が着実に増加したが とくにアメリカは この分野で先導的役割を果たした。

粘土質物や藻などの濁度成分の除去には プリコートポディフィードが行われて効果をあげている。地下水において とくに問題となる鉄 マンガンの除去は いずれも複雑な処理によって酸化させて 水酸化物として沈澱させ 沈降あるいは濾過する方法がとられている。濾過には ケイソウ質濾過助剤で ポディフィードとプリコートが行われる。

その他 硬度の高い水を軟化処理した水の濾過 汚泥の脱水濾過などがある。

なお冒頭でのべたように 筑波研究学園都市の上水道の浄化には 多量のケイソウ質濾過助剤による助剤濾過が行われている。

発酵工業

主要な医薬品の1つである ペニシリンなどの各種の抗生物質は その他農薬や食品の分野でも利用されている。抗生物質の生産は 培養と精製の2工程からなる。培養が終ると 培養残渣や菌体などの固形分を除くため 濾過または遠心分離を行う。この濾過は 普通ケーキ

表13 飲料水の基準（厚生省令第23号 1958）

項 目	水道法による基準	一般飲料水制定基準案
一般細菌（普通寒天培地に集落を形成しうる細菌をいう）	1 ml 中 100 以下	1 ml 中 100 以下
大腸菌群（グラム陰性の無芽胞性の桿菌であって、乳糖を分解して酸とガスとを形成するすべての好気性または通性嫌気性の菌をいう）	50 ml 中に検出しないこと	50 ml 中に検出しないこと
NH ₄ -N および NO ₂ -N	同時に検出しないこと	検出しないこと*
NO ₃ -N	10 ppm 以下	10 ppm 以下
過マンガン酸カリウム消費量	10 ppm 以下	10 ppm 以下
塩 素 (Cl)	200 ppm 以下	200 ppm 以下*
臭 味	異常な臭味がないこと	異常な臭味がないこと
色 度	5 度以下	ほとんど無色透明であること
濁 度	2 度以下	
蒸発残渣物	500 ppm 以下	500 ppm 以下
pH	5.8~8.6 の範囲にあること	5.8~8.6 の範囲にあること
シアン、水銀および有機リン	検出しないこと	検出しないこと
銅	1 ppm 以下	1 ppm 以下
鉄	0.3 ppm 以下	0.3 ppm 以下
フッ素	0.8 ppm 以下	0.8 ppm 以下
鉛	0.1 ppm 以下	0.1 ppm 以下
亜鉛	1 ppm 以下	1 ppm 以下
クロム	0.05 ppm 以下	0.05 ppm 以下
ヒ素	0.05 ppm 以下	0.05 ppm 以下
マンガン	0.3 ppm 以下	0.3 ppm 以下
フェノール類	0.005 ppm 以下	0.005 ppm 以下
カルシウム、マグネシウムなど（硬度）	300 ppm 以下	300 ppm 以下

* 原因が汚染によると認められない場合、または十分に消毒されている場合は存在してもよい。日本水道協会、「上水試験方法」 p.349 (1960)

濾過が行われるが 濾過助剤は比較的粗いグレードのものが用いられる。

この分野では 微生物工学の進歩に伴い 濾過も重要な役割を課せられ さらに高度なものとなって発展して行くことであろう。

鉱物油

石油精製 製油所において潤滑油を製造する工程で脱色に使用された酸性白土などを除去する濾過に 濾過助剤が用いられる。このようなモンモリロナイトを主成分とする粘土は 濾過助剤なしで濾過することは困難である。この場合の濾過は プリコートフィルターを使用し ボディーフィードは行われぬ。

機械油 機械の潤滑には グリースや粘性の高い油とならんで 粘性の低い油も使用される。これらが液体濾過の対象である。ギアやベアリングなどの潤滑油では 使用しているうちにサビ 金属の微粉やその他多くの物質 さらに水分が蓄積する。したがって濾過には困難な問題が生ずる。これらの濾過は まず水を除去してから 種々の方法で濾過されるが その一つにバラ状の濾材または濾過助剤を用いる方法がある。これには 一般に添加剤を含まない油は酸性白土で 添加剤を含む油は吸着性をもたないケイソウ質濾過助剤などで濾過する。

化学工業（接触反応生成物）

化学工業において濾過が行われるのは 脱色に用いた活性炭や酸性白土の除去 反応によって生成したカーボンなどの固形分粒子の除去 触媒を用いた接触反応の生成物とその触媒粒子との分離などである。このうち前の2つはすでにのべてきたのでここでは接触反応における濾過についてべる。

接触反応に用いられる粉末の触媒は 粒度が細かい程活性が大きいが 反面濾過は困難となる。とくに反応後の触媒の表面には 反応生成物が付着するが そのうちのコロイド質のものは一層濾過を困難にする。

水素添加の場合は 反応が終ってからこれを濾過して触媒およびその他の分散物を除去し 重合の場合は 1次濾過ではプリコートとボディーフィードを併用して濾過助剤が使用され 2次濾過では濾過助剤は用いない。

顔料

酸化チタンの製造工程では 焼成すると消失する特性のあるセルロース質濾過助剤のみが使用される。ケイソウ質濾過助剤を使うと それが不純分となって製品中に含まれるからである。

金属冶金工業

光沢メッキの普及と メッキ速度の迅速化にともなって メッキ液の清浄化が必要で そのために濾過が行われる。メッキ液内に浮遊固形分が発生したり 混入したりする経路は複雑多岐であるが これらを除去せねばいゝメッキは得られない。このため効果的に循環濾過が行われる。濾過助剤は プリコートのみが使用されるのが普通であるが ときにはボディーフィードも行われる。

食品添加物規制と試験方法

ケイソウ質 パーライト質濾過助剤は その多くが吾々の体内に摂取される食品や飲料品の精製・加工・浄化などに用いられるので、食品衛生法にもとづく 食品添加物等の規制をうけている。これには その使用量についての規制と規格基準とがある。

その使用量についての規制は 食品中の残存量が 他

表14 ケイソウ土 パーライトの食品添加物規格 (厚生省告示第231号 1976)

項 目	ケイソウ土			パーライト
	乾燥品	焼成品	融剤焼成品	
性 状 (色)	白色～淡灰色	淡赤褐色	白色～淡赤褐色	白色～淡灰色
pH	5.5～7.5	5.5～8	8～11	5.5～9
水可溶物 mg(%)	15(0.3)以下	10(0.2)以下	25(0.5)以下	10(0.2)以下
塩酸可溶物 mg(%)	10(2.5)以下	8(2.0)以下	8(2.0)以下	8(2.0)以下
ヒ素 ppm	4 以下	4 以下	4 以下	4 以下
重金属 %	0.005 以下	0.005 以下	0.005 以下	0.005 以下
バリウム	濁らない	濁らない	濁らない	濁らない
フッ化水素酸残留物 mg(%)	40(20)以下	40(20)以下	50(25)以下	75(37.5)以下
強熱減量 %	10 以下	3 以下	3 以下	3 以下

(注) 融剤焼成品のうち、酸洗い品については、焼成品の規定(性状を除く)を準用する。

の不溶性の鉱物質物質を併用する場合でも 総量が0.5%以下とされている。この点は 濾過助剤は濾過によって除去される材料であるので まず問題はない。

規格基準は 食品添加物としての適合性を規定するもので 主としてそれらの物質の化学的性質に起因するものである。すなわち純度のよいSiO₂からなることの確認試験と 有害物質の溶出を規制する純度試験などからなっており その規格値を表14に示した。

規格基準について その概要をのべるとつぎのようになる。

性状 ケイソウ質 パーライト質製品の 通常あるべき色を規定したもので ケイソウ質はその製品の種類にしたがって3種に パーライト質は白色～淡灰色としている。

確認試験 ケイソウ質 パーライト質製品が ケイ酸(SiO₂)を主成分とし その純度が高いことを確認するための フッ化水素酸処理。

純度試験 これについては つぎの5種類の試験が行われる。

- 1) 水可溶物および液性—PH と蒸発残留物の定量
- 2) 塩酸可溶物—塩酸処理によって加熱抽出した液の蒸発残留物の定量
- 3) ヒ素—希塩酸処理により加熱抽出した液について 所定の呈色反応試験による測定
- 4) 重金属—塩酸 硝酸処理により加熱抽出した液について 硫化ナトリウムによる呈色測定
- 5) バリウム—2)の抽出液について 蒸発乾固 塩酸溶解した液を用い 硫酸ナトリウムによる濁りの判定

フッ化水素酸残留物 フッ化水素酸処理による蒸発乾固を2回行い さらに強熱して残留物を定量する。これは SiO₂ 以外の鉱物成分の定量を意味する。

強熱減量 規定の温度に加熱したときの減量の測定で 実質的には製品中の水分の規定である。

以上のように 食品衛生の立場から 極めて厳重な規制が行われている訳である。

おわりに

ケイソウ土・パーライトの用途のなかで おもなもの1つである 濾過助剤としての諸問題について 以上にくわしくのべた。一般の鉱産物は 諸工業の原料として利用される場合が多いのであるが このように吾々の食生活に 極めて深い関係のある分野があって 食品添加物規制をうけているということは 鉱産物としては 数少ないものではあるが 大いに関心をはらわれなければならない問題であるといえよう。

ケイソウ質・パーライト質濾過助剤のもつ 特異な多孔質構造は 他の素材ではとうていおよばないものであるだけに 関係工業の発展と その利用研究の進歩とがあいまって これらの濾過助剤はさらに重要な役割を果し 吾々の日常生活においていっそう大きな恩恵を与えて行くことであろう。このためにも ケイソウ土・パーライトなどの資源的な諸問題の再検討や 究明せねばならない鉱床学的・鉱物学的な問題点など 今後の課題も多いといえる。

本稿を草するにあたっては昭和化学工業(株)35年史などを参考にし また杉本泰治:新版濾過と濾過助剤(1978) 地人書館刊に負う所が多く 図・表なども多く引用したがこのうち標題に数字があるのは 同氏が引用しその引用文献を付記したものの番号である。以上記して深謝する次第である。