

【技術分類】 1 - 8 - 2 単位操作 / 析出 / 晶析

【技術名称】 1 - 8 - 2 - 1 晶析脱リン法

【技術内容】

溶解成分を不溶化して分離する処理を凝析と言ひ、特に過飽和溶液から結晶を析出させる現象を晶析と呼ぶ。晶析は肥料、薬品など化学工業の分野で広く用いられている。

析出操作を浄水処理に適用した技術として、硬水軟化、鉄、マンガン除去など金属イオンの除去があるが、下水の高度処理技術としてリン除去のための晶析(接触)脱リン法がある。

リンの除去方法としては凝集沈殿法があり、下水二次処理水の高度処理として実用化されている。

晶析(接触)脱リン法は、凝集沈殿法が濃縮・脱水の困難な多量の汚泥を発生し、汚泥の処理、処分が必要になるのに対し晶析を利用し、汚泥の発生量が極めて少ない方法として開発された。

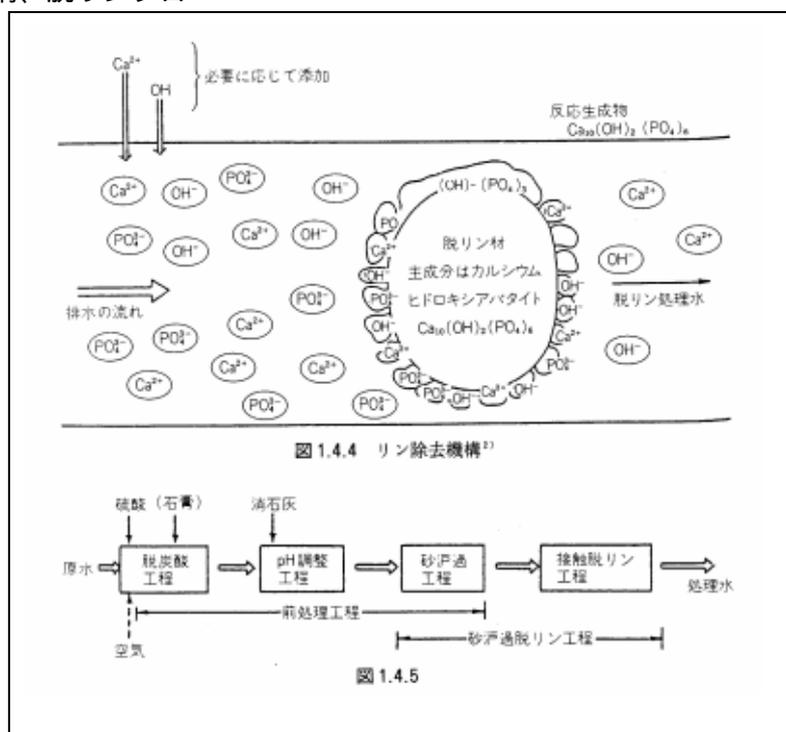
晶析脱リン法は結晶生成の核となる種晶(脱リン材、ヒドロキシアパタイトを主成分とするリン鉱石、骨炭等)とリンを含む原水を pH、カルシウム濃度等の適切な条件下で接触させると、種晶表面でアパタイトの晶析が進み、液中のリンが除去される現象を利用したものである。

晶析脱リン法では、原水中の炭酸イオン、重炭酸イオンが脱リン材の表面に炭酸カルシウム、炭酸アパタイトを生成し、リン除去性能を悪化させるため、硫酸により pH を低下させ、遊離炭酸の状態ですトリッピングして炭酸ガスとして予め放散させる脱炭酸工程が必要である。

石膏はカルシウムの必要レベルまでの補給、消石灰は pH 調整用に注入する。砂ろ過は原水中の SS が脱リン材へ付着しないように、また、脱リン槽の閉塞を防止するために設置される。

【図】

図 リン除去機構、脱リンフロー



出典：造水技術ハンドブック、1993年5月10日、造水技術ハンドブック編集企画委員会編、財団法人造水促進センター発行、41頁 図 1.4.4 リン除去機構、図 1.4.5

【出典 / 参考資料】

「造水技術ハンドブック」、1993年5月10日、造水技術ハンドブック編集企画委員会編、財団法人造水促進センター発行、36 - 41頁

【技術分類】 1 - 8 - 2 単位操作 / 析出 / 晶析

【技術名称】 1 - 8 - 2 - 2 リン酸マグネシウムアンモニア法 (MAP 法)

【技術内容】

リンは揮発性の元素ではないことから、排水中からリンを回収するには水に難溶性の固体として分離する必要がある。

リン酸マグネシウムアンモニウム (MAP ; Magnesium Ammonium Phosphate) 法は、リン酸イオンおよびアンモニアイオンが含まれる処理対象液にマグネシウムイオンを添加し所定の pH 域で下記に示す反応を起こさせ、6 水塩結晶の MAP を生成・晶析することである。



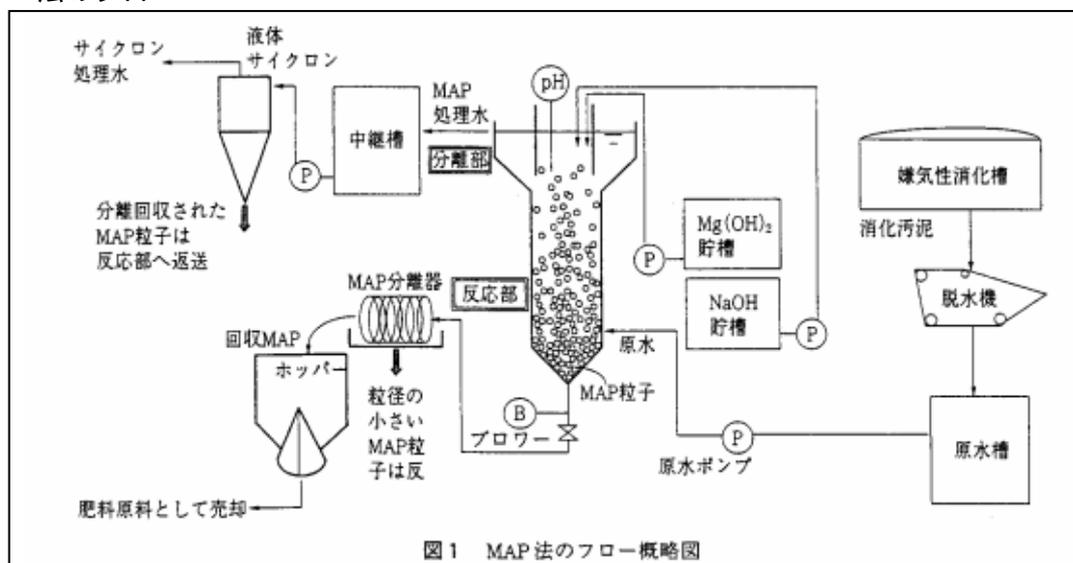
このシステムは排水に含まれるリン酸イオンをリン酸マグネシウムアンモニウム塩として回収するシステムでもあり、肥料として利用可能なリン酸塩が高い収率で安価に得られるシステムである。

フロー及び設備は、MAP 反応塔が主な設備であり、これに各種供給設備等が加わる。反応塔は二重筒構造になっており、原水は内筒部に供給され、塔下部からの空気によるバブリングにより内筒から外筒への循環液流が形成され、反応塔内が攪拌される。塔上部より、マグネシウム剤及び pH 調整剤を添加して塔内液の pH を常時調整することにより MAP の結晶を生成させる。晶析して粒径が大きくなった MAP は塔下部に沈殿し、定期的に取り出される。取り出した MAP は水洗後水切りし、袋詰め等され肥料として出荷される。

実証試験の結果によれば、処理水のリン濃度を 10mg / L 以下とすることを目標に装置の運転を実施し、原水のリン濃度が高い場合は 90%以上の回収率が得られた。

【図】

図 MAP 法のフロー



出典：下水からのリン資源回収システム、化学装置 2003 年 3 月号別冊、2003 年 2 月 24 日、上野泰功著、株式会社工業調査会発行、148 頁 図 1 MAP 法のフロー概略図

【出典 / 参考資料】

「日立造船技報」、2005 年 5 月 1 日、水・污泥営業部著、日立造船株式会社発行、50 - 51 頁

「化学装置」、2003 年 2 月 24 日、上野泰功著、株式会社工業調査会発行、2003 年 3 月号別冊 148 - 149 頁

【技術分類】 1 - 8 - 2 単位操作 / 析出 / 晶析

【技術名称】 1 - 8 - 2 - 3 晶析脱フッ素法

【技術内容】

フッ素晶析法は、カルシウム凝沈処理水に含まれるカルシウムイオンを利用して、リン酸を含む特殊添加剤を微量注入することで、難溶性のフルオロアパタイト（FAp）を結晶析出させる技術である。

FAp 生成反応は次式で表される。



FAp は、pH7 以上のアルカリ領域で析出し易い。また、CaF<sub>2</sub> と比較して溶解度が非常に小さいため、フッ素高度処理法として優れた性能を持っている。

晶析法は凝集沈殿装置への適用も可能であるが、省スペースと作業性の面から膨張層型構造が採用されている。晶析塔内には直径 1mm 前後の種結晶（種晶という）を投入する。循環ポンプで塔の下部から上部へ液循環し、この上向流速で種晶を膨張させる。

カルシウム凝沈処理水は、塔下部から循環水と一緒に送水するが、この時に特殊添加剤を加える。

晶析塔内では、晶凝沈処理水のフッ素およびカルシウムと添加剤が反応し、FAp 生成と結晶析出が同時に進行する。晶析塔内は pH7～8 に制御し、処理水を塔上部から排出する。

種晶はリン酸カルシウムを含む造粒物で、初期の粒径 0.6～1.5mm（平均粒径 1mm）、かさ比重 0.9 である。

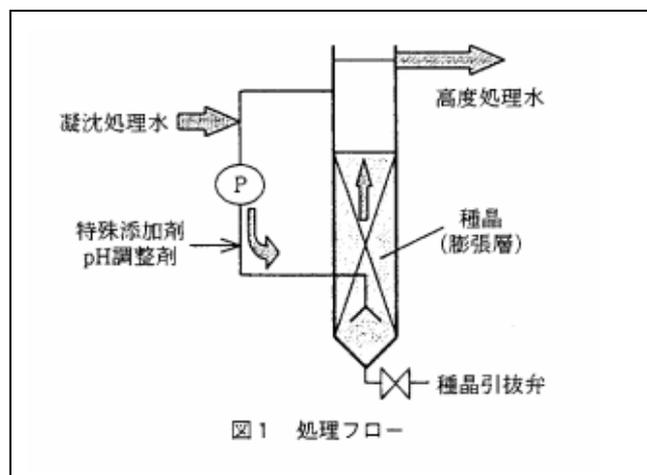
フッ素による晶析法の特徴として次の点があげられる。

1. 装置でのフッ素除去性能は、添加剤注入量でコントロールでき、条件設定・変更が容易である。フッ素モニターと組み合わせると流入水質変動にも対応できる。
2. 種晶が約 1mm であり、余剰種晶の水切りがよい。従って、凝沈汚泥のような濃縮・脱水設備が不要である。
3. 余剰種晶からフッ素を工業薬品としてリサイクルすることが可能である。
4. 縦型リアクターのため設置面積が小さい。

【図】

表 実証実験装置の仕様

項目	フッ素晶析塔
処理能力(m <sup>3</sup> /d)	1,200
晶析塔寸法(mm)	2,800×7,200H
反応容積(m <sup>3</sup> )	25
種晶体積(m <sup>3</sup> )	10
循環ポンプ出力(kw)	15



出典：晶析法によるフッ素高度処理装置、産業機械 No.654、2005年3月20日、八木康之、渡部雅智著、社団法人日本産業機械工業会発行、54頁 図1 処理フロー、表1 装置仕様

【出典 / 参考資料】

「産業機械」、2005年3月20日、八木康之、渡部雅智著、社団法人日本産業機械工業会発行、No.654  
53 - 55 頁