

水の磁気処理に関する実験的研究

★ LAST UPDATE 2004. 11. 12 ★

前橋工科大学大学院 工学研究科 建設工学専攻
梅津研究室所属 阿部 真也

第1章 水の磁気処理とは

第2章 磁気処理を始めた経緯

第3章 メジナを使用した生体実験実験

第4章 メダカを使用した生体実験実験

第5章 水のクラスターについて

第6章 亜硝酸態窒素が除去される？

第7章 脱窒への影響

第8章 磁気処理のメカニズムについての推測

第9章 近況報告（秘密事項が多いのであまり書きません）

補足 海水魚への影響について

付録 磁気処理に関する発表論文

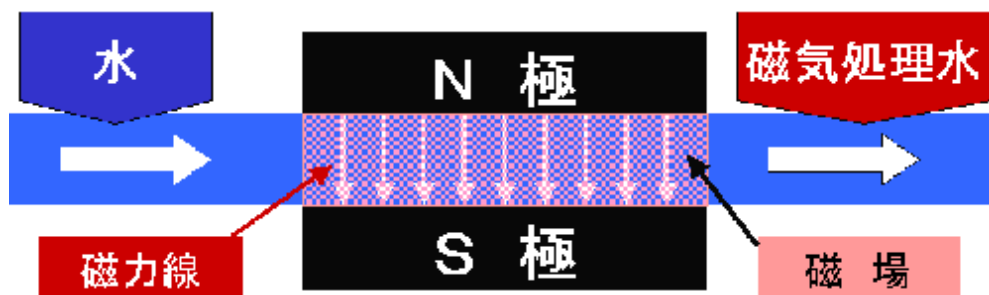
第1章 水の磁気処理とは

磁気処理とは何かというと磁場に水を通す(図ー1)ことにより様々な効果が得られるというものです。磁気処理は元々はロシアを中心に研究が行われており実際に様々な場所で使用されています。たとえば工場の給排水管やマンション、個人の家の水道管などに使用されています。また、農業などでも使用され実際に磁気処理水を使用したことにより収穫量が増えたといった報告もされています。しかし、磁気処理はその効果の

メカニズムが解明されていないだけでなく、実際に報告されている効果でも再現性が薄いといった問題があります。

そのため、私は磁気処理のメカニズムの解明をおこない水処理技術としての確立を目指し研究を行っています。

また、私の研究では人に直接影響のあるようなもの（水の味や風呂のスケールや水道管の錆など）ではなく、排水処理にどのような効果をもたらすことができるかという支店で研究を行っています。



図－1 磁気処理の簡易図

第2章 磁気処理を始めた経緯

なぜ、私が磁気処理水の研究を行っているかというところから述べたいと思います。私が卒業研究に着手する以前から我々の研究室では磁気処理について少しではありますが実験を行っていました。何の実験をしていたかというところと陸上海水魚の養殖装置に磁気処理装置を組み込むことにより魚の成長が早くなるということを確認するための実験です。もちろん我々は初めて磁気処理を行うわけでありましたが、企業の方の勧めであり、何よりたくさんの企業のホームページで磁気処理水のすばらしさが語られていたためその効果について、ものすごい期待を持ちながら設置を行いました。その時はまだあのような事態が起きるとは予想だにしていませんでした。このときに使用した磁石はΦ13mmの管の中心で570mTの磁石（図-2）です。磁気処理装置を設置して数日後、設置をした水槽内で飼育を行っていたメジナが突然何十匹も死にました。しかし、この理由が本当に磁気処理によるものであるという確実な証拠というものはありませんでした。その理由としては、磁気処理装置を設置した際に他にも今までとは違ったことを試すものがあつたからです。しかし1番の可能性として磁気処理があげられました。そのような経緯から磁気処理装置は一旦取り外されることになりました。その後、私は梅津研究室に配属が決まりました（それなので上の文章は多少の間違ひがあるかもしれません）。私はこの話を聞いたときにとても不思議に感じました。様々な企業が素晴らしいと言っている磁気処理で何十匹もの魚が実際に死んだのです。磁気処理を行うことにより魚が死んだという可能性は100%でないにしろ俄かに信じられませんでした。

第3章 メジナを使用した生体実験実験

まず実際に二つの水槽を用意しまつた同じ条件でメジナの飼育を行いました(図-3)。唯一変えた条件は片方の水槽では磁気処理を行いもう一方では水の循環のみを行うというものでした。このときに使用した磁石はΦ13mmの管の中心で570mTの磁石です。30日後、磁気処理を行った水槽でのみメジナが全滅しました。この実験では、前回の実験のように早い時間でメジナが死ぬということはありませんでしたが、前回は飼育密度が高かつたため効果に即効性があつたのではないかと考えると、どちらも磁気処理によりメジナが死亡したという事が言えると思います。しかし、なぜ磁気処理を行った水槽でのみ死んだのか、磁気処理がどのように魚に影響を与えて魚が死んだのかはまったく解りませんでした。



図-2 メジナを用いた比較実験

第4章 メダカを使用した生体実験実験

海水魚の生体実験の結果をうけ様々な調査を行いました。そして一つのこと気がつきました。ホームページなどで紹介されている魚の成長促進や魚の傷の直りが早くなるという話はすべて淡水魚の話でした。たくさんのホームページを観閲しましたが海水魚の話は全く出てきませんでした。それどころか海水の話する出てきませんでした。そこで、淡水魚のメダカを使用し生態実験を行うこととしました。使用した装置はメジナの生体実験で使用した装置と全く同じで今回の実験もメジナの実験と同様に長期になる恐れがあつたので今回は、メダカに餌をやりながら実験を行うことにしました。水槽の水は数日間、爆気しカルキを抜いた水を用いました。また、今回は餌を投与するので上層ろ過を用いました。

実験開始から20日目前後からどちらの水槽でもメダカが死亡し始めました。この理由は図-4、図-5に示されるグラフを見るとアンモニア態窒素濃度の増加があげられます。この水槽は初期状態で微生物を育てていなかったためアンモニア態窒素が亜硝酸態窒素、硝酸態窒素に変化する硝化をする微生物が極わずかにしか存在しなかつたためです。そしてさらに時間経過し硝化細菌が増加し亜硝酸態窒素濃度が増加します。実験開始から30日前後で亜硝酸態窒素濃度が5mg/L前後となり、そこで急激にメダカが死亡しました。しかし、この後二つの水槽で大きな変化が現れました。これは磁気処理を行った水槽でのみ亜硝酸態窒素濃度が急激に減少したことです。そして、さらには磁気処理を行った水槽でのみ30日をピークに減少をしたことです。結局、亜

硝酸態窒素濃度の減少(硝化反応)に時間がかかった磁気処理を行わなかった水槽ではほとんどのメダカが死亡してしまいました。

ここで考えたいのはなぜメダカが死んだかです。一つ目の理由はアンモニア態窒素濃度の増加、二つ目の理由は亜硝酸態窒素濃度の増加です。よって磁気処理はメダカには直接影響を与えていないのではないのか。と、ということなんです。亜硝酸態窒素濃度の急激な減少は硝酸態窒素濃度の増加と比べると亜硝酸態窒素が脱窒されたとは考えにくく硝化反応が促進したと考える方がつじつまが合う。そうすると、磁気処理は硝化細菌の活動を活発にするのではないのかという風に考えられる。また、硝酸態窒素濃度の減少については水槽内が脱窒可能な状況ではなかったのでもわかりませんが今後脱窒の実験もかねて検討をしていきたいと思っています。

ここでは、磁気処理が硝化細菌へ影響しているのではないかということがわかりました。

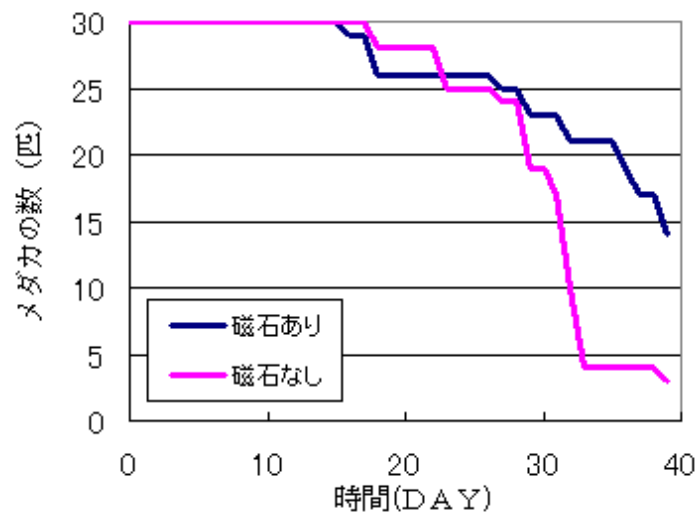
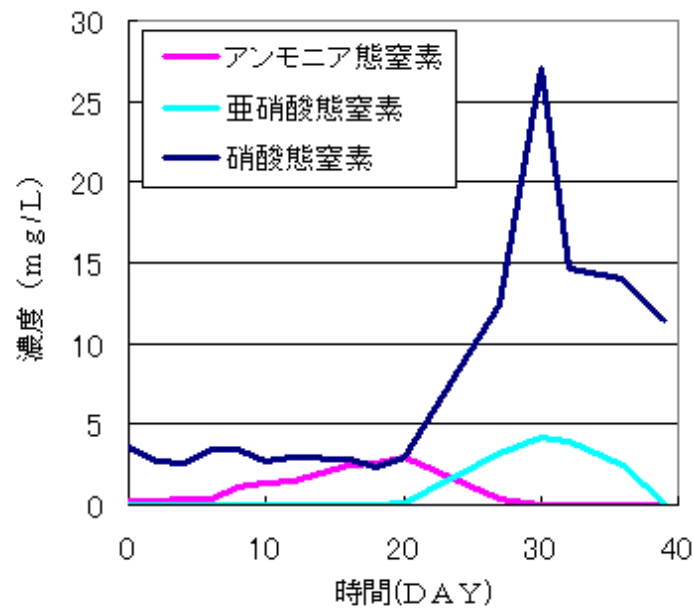
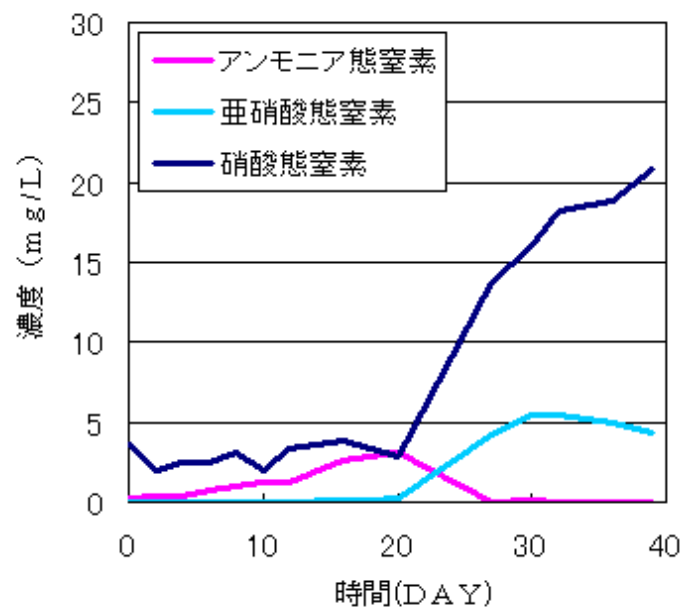


図-3 メダカの生存数の推移



図－4 磁気処理を行った水槽での窒素系の変化

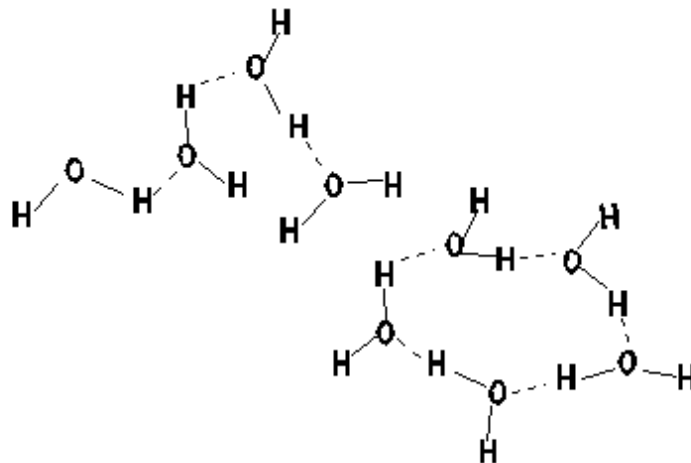


図－5 磁気処理を行わなかった水槽での窒素系の変化

第5章 水のクラスターについて

次に様々な文献やインターネットを用いて磁気処理に関する調査を行いました。その中で新しい発見をすることができました。ひとつは水のクラスター(図－6)に関する問題です。水のクラスターというのは水分子の集団のことで水分子を組成するOとHがそれぞれ－と＋に帯電するため水分子が他の水分子と電子結合したものです。その水

のクラスターというものは非常に短い時間にくっついたり離れたりしているといわれています。その不安定さゆえに磁気処理によりクラスターが小さくなりやすくなるといわれています。では、なぜ磁気処理により水のクラスターが細分化され魚の成長が促進されるかという水は、なぜ磁気処理により水のクラスターが小さくなることにより魚に水が浸透しやすくなることや水分子の充填率が高くなり不純物が溶解(注2)しにくくなり、魚への悪影響を減らすのではないかとされています。しかし、実際にこの水のクラスターというものに対して測定を行ったという企業はありませんでした。そもそも私の調査したところによると水のクラスターの測り方はあるが水表面で無ければ測れないなどの様々な制約があり磁気処理前後の水を正確に測ることはできないと考えられました。また、実際に測ったという文献もありましたが何年か前にその測り方が間違っていたこともわかっているそうです。では、なぜ企業などのホームページで水のクラスターについてそのようなことが言われていたのでしょうか？これは、結局のところよくはわかりませんが可能性としてそうなるのではないかと理論で推測を述べているのではないかと考えられます。しかし、理論的にはこのことは考えられないことは無いので逆説的に証明できたらと考えています。



図－6 水のクラスターの模式図

第6章 亜硝酸態窒素が除去される？

わたしは、様々な調査を行い磁気処理の可能性を信じたくさんの実験を行ってきました。例えばアオコに与える影響や植物に与える影響、洗濯排水に与える影響、淡水魚に与える影響、磁気処理を行う管を極端に細くした実験、流速を極端に遅くした場合、極端に早くした場合などなどです。その中で水中の窒素成分の挙動に他のものではあまり見ることのできないような現象をみることが出来ました。それが亜硝酸態窒素の除去です。磁気処理により亜硝酸態窒素が直接除去されるのです。現在のところこれを理論的に説明するだけの結果などは得られていませんが、私は、2つの可能性があると考え研究しています。ひとつは磁気処理による物理化学反応による直接酸化。もうひとつは磁気処理により活性化された微生物による処理です。実際に亜硝酸態窒素を直

接除去する微生物は存在するので可能性が無いことは無いと考えています。

第7章 脱窒への影響

私が脱窒装置に磁気処理を応用した理由は、磁気処理が酸化還元電位を下げるということが報告されているからではなく、私の行った他の実験において微生物(硝化細菌)に影響を与えているのではないかがわかったからです。もしかしたら硝化細菌だけでなく脱窒菌にも何らかの影響を与えるのではないかと考えた。もしかしたら脱窒を促進するのではないかと考えました。しかもメダカを使用した実験では図-4を見てわかる通り硝酸態窒素濃度が減少していることがわかります。

そこで、実験を行いました。まず、反応槽と貯水槽を用意しました。反応槽には無酸素エア-攪拌を用いた脱窒装置の開発 で開発した脱窒装置の試作三号機を用いました。貯水槽には俗に40cm水槽と呼ばれている水槽を用いました。反応槽の有効水量は3L、貯水槽の有効水量は25Lです。この反応槽と貯水槽を使用し磁気処理ありと磁気処理なしで比較実験を行いました。磁気処理は貯水槽の中で行いました。

実験結果ですが磁気処理ありが磁気処理なしより高い除去率を示しました。また、磁気処理を行っていた方でORPが低い値を示していました。これらの原因については現在調査中です。

今回の実験においてもやはり、微生物に何らかの影響を与えているのではないかと考えられます。しかし、磁気処理は再現性のことも大きな問題としてありますのでこれと同じ実験をもう一度行い再現性を確かめてみたいと思います。また、微生物への影響をさらに調べるために微生物が多量に存在できる場を作り磁気処理ありとなしでそれらの比較を行います。

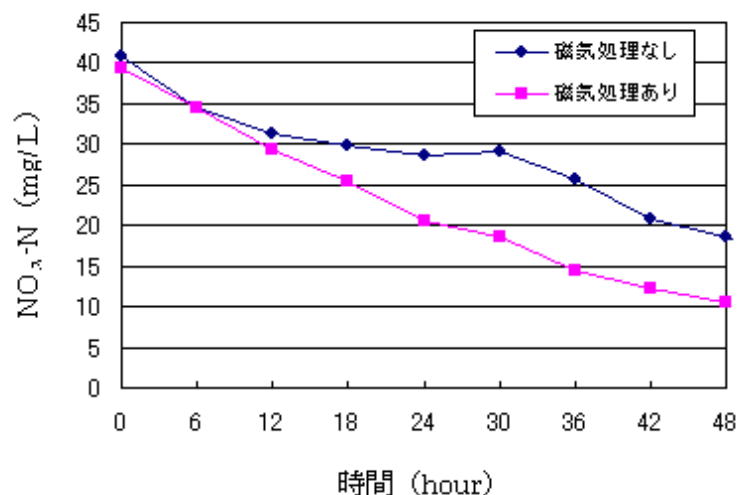
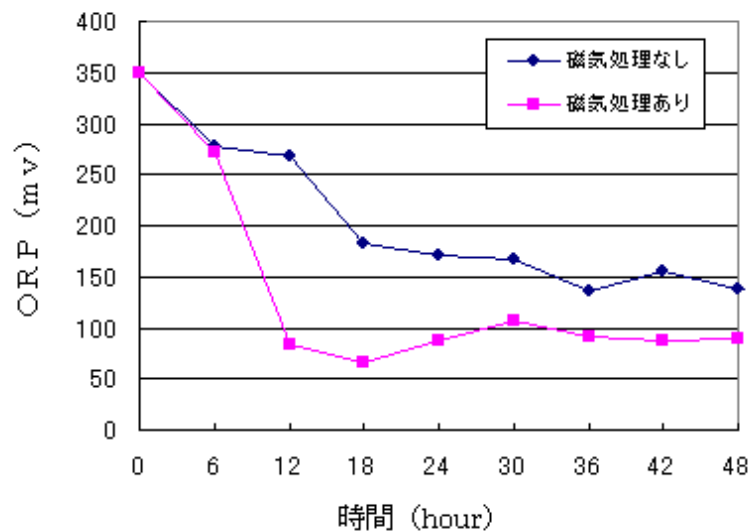


図-7 硝酸態窒素濃度の変化



図－8 ORP(酸化還元電位)の変化

第8章 磁気処理のメカニズムについての推測

現在一般的に言われているのは水が磁場を横切る際に磁力線に対し直角に水が流れるとファラデーの電磁誘導の法則により起電力が生じ水が電氣的に何か起こっているのではないかというものが有力なようです。しかし、これは磁場を直角に横切る物体が磁性体(注3)である場合に起こる現象であるはずで、そこで水について考えてみるとなんと水は反磁性体です。と、言うことは水が磁場を通過しても起電力は起きないのではないかと、ということが考えられます。

次に磁石の力で分子間に働いている力をどうにかできないか、ということも考えられます。この場合磁場を通る時間が長いほうが一つ一つの分子に大きな影響がでるのではないかと考えられます。しかし、分子間に働いている結合力和外から与える磁石の力を比べてみると実際に磁場エネルギーが与えるエネルギーというのは水の水素結合の1000分の1以下で水素結合からみるとかなり弱くそれだけで何かが起きることは無いのではないかと、思わざるを得ません。しかし、分子間で働いている力と外部から与える磁力を単純に同じ系で考えてよいのかどうかという問題もあります。

それでも私の実験の中で得た知見として他の物質の結合力和比べて明らかに弱い結合力和である亜硝酸態窒素が処理されるということから磁石の引力、斥力により分子が分解させられているという可能性は捨て切れません。

次に磁気処理が微生物に影響を与えている可能性です。仮に磁石の引力や斥力により分子レベルで分解が起こっていると考えると磁気処理開始後すぐに効果がでないばかりかある程度の時間が経過した後に効果が表れるというのは考えにくいとも考えられます。その点、微生物に影響を与えたと考えたと実験開始後少しずつ微生物膜が形成され磁気処理を行なった装置と行わなかった装置で少しずつ差が出来ある程度の時間が経過した後に大きな差としてグラフから読み取れるようになるのではないかと考えられます。そうすると磁気処理は微生物により影響を与えるものと与えないものが

いるのではないかということも推測され、また、いい影響を受けるもの、影響を受けないものがいると考えると、当然悪い影響を受けるものもいるのではないかと考えられる。

これらに関してはすべて推測のうちに離れない。そのため、様々な実験によりこれらを証明、または否定していきたい。

第9章 近況報告(秘密事項が多いのであまり書きません)

現在、硝化菌や脱窒菌への影響を調べるため水中の窒素成分の挙動に着目しながら実験を行っています。また、それだけではなく海水への有効な利用方法の検討や磁気処理の新たな可能性を模索しながら様々な実験を行い実際の水環境問題への適用、水処理装置への応用を目指し、研究に励んでいます。

補足 海水魚への影響について

私の行った実験以外にも海水魚の養殖に磁気処理を使用し大量に死亡した事例がある。これは大変大きな問題となり数百万円もの賠償問題にも発生した。この事例の中で魚が死亡した原因として挙げられたものが磁気処理により亜硝酸態窒素が増加したためであるとされている。しかし、ここには大きな問題があると考えられる。魚が死亡した後にすぐに飼育水を採取し分析を行ったとしても他の飼育水より亜硝酸態窒素の値が高くなっていても少しも不思議ではないからである。実際、魚が死亡すると亜硝酸態窒素の値が高くなることは良くあることである。よってこれは亜硝酸態窒素が高くなって魚が死亡したのではなく、魚が死亡したため亜硝酸態窒素が高くなったと考えるほうが理屈にあっていると考えられる。

では、なぜ魚は死んだのか。これが大きな問題として残る。磁気処理が原因で死んだとするとこれは水の成分が原因ではないかと考えられる。海水は淡水と違い多くの成分を含んでおり磁気処理による影響も受けやすいのではないかと考えられる。しかし、淡水でも淡水魚の成長の促進などの効果があり影響は受けていることは間違いない。そして海水魚の実験で私の観察では磁気処理を開始直後に魚のひれの状態が良くなったと感じた。そしてその後死亡した。これは磁気処理において最初は海水でも良い影響を与えているのではないかと考えられる。しかし、現在のところではその結論は出ない。

(注1)

陸上海水魚養殖装置とは近年問題となっている沿岸部や湾で行われている海水魚養殖による環境破壊の対応策として研究がされています。沿岸部や湾での海水魚の養殖はかけ流し式といわれており、餌をいっぱいやり早く成長をさせます。そのため、餌かすや糞が大量に出ます。そして、水質が悪くなると海から海水を引いて水を入れ替えます。そして生簀の中は水がきれいになります。海には多量の糞や餌かすがたまっていきます。私が聞いた話によるとひどいところでは3mもの餌かすや糞が降り積もっているところもあるそうです。それにより、底層では微生物や海草が死滅するといった問題が起きています。そこで、必要なのが陸上海水魚養殖システムです。このシステムの特徴はいっさい水を替えないというところにあります。と、いうことは・・・そーで

す。餌かすや糞から発生する窒素系やリンを除去しなくてはならないのです。そのため、すこしでも早く成長させたいと考えるのが普通です。そこで、磁気処理を使用したという訳です。

(注2)

溶解とは液体に気体、液体、固体が混合して均一な液相を形成する現象を溶解と云います。溶解には物理溶解と化学溶解があります。物理溶解は溶液と溶媒間に何らの化学的相互作用を有しない系であり、ヘンリーの法則や正則溶液(特別な分子間相互作用のない非電解質溶液を総称するという)の法則に従います。化学溶解は酸・塩基間の錯体や水素結合の形成、もしくは新たな化合物の生成を生じるもので、吸収とも呼ばれ、特に水溶液において重要です。例えば、塩素・水系、二酸化硫黄・水系など非常に多くの系があります。物質が溶媒に接したときに溶解するのは、熱力学的には溶質と溶媒が別々に存在するよりも溶液系の全体のギブスエネルギーが減少し、安定になるからです。

また、食塩のようにイオンに電離して溶解する物質と砂糖のように分子のまま溶解する物質があります。また溶解した物質を溶質といい、物質を溶かした液体を溶媒と言います。溶媒に対する溶質の割合は濃度と言います。溶解とは逆に溶けている物質が固体になって分離されることを析出と言います。

これらを考慮すると水のクラスターが小さくなったとしても水分子の数が増える訳ではないので水への溶解量は、あまり変化がない気もします。これは、磁気処理した水と未処理の水で食塩などを溶かしその溶解量を比較してみたいと思います。出来ればすぐにでもやってみたいと思います。新しいことがわかるかもしれないので。

溶解に関係した用語

溶解度: 飽和溶液中における溶質の濃度を溶解度と云います。溶解度は一般に溶質濃度のモル分率で表します。

吸収係数: 気体の液体に対する溶解度を表すのに用います。

ヘンリー係数: ヘンリーの法則によると、理想気体の法則にほぼ従う程度の低い圧力範囲で気体が液体にわずかに溶解する場合、一定温度のもとで気体の圧力 p を変えると、気体の溶解度 C はその圧力に比例します。すなわち、 $C = kp$ となります。この k をヘンリー係数と云います。

溶解度積: 難溶性の塩の正、負両イオンの積を溶解度積と云い、難溶性塩の溶解度を表すのに用います。溶解度積は一定温度下では一定です。

下部完溶温度: 低温で完全溶解し、高温で部分溶解する系で、その境界温度を云います。

上部完溶温度: 低温で2相分離、高温で均一完全溶解する系で、その境界温度を云います。

(注3)

磁性体とは磁界内で磁化される物質の総称で、広い意味では空気も磁性体に含まれます。つまり程度の差こそあれ、地球上に存在する物質はすべて磁性体といえるのです。しかし、その磁性(磁石に吸引する性質)レベルは、物質(素材)によって大きく異なります。そこで、鉄のように強い磁性を示すものを強磁性体、またアルミニウムのようにほとんど磁性を示さないものを常磁性体とよんで区別しています。なお、常磁性体は

非磁性体ともいいます。常磁性体の中には、金や銅のように反磁性を示す物質もあり、これらは特に反磁性体と呼ばれています。反磁性体は強磁性体とまったく反対の性質を有りするわけですが、その作用は極めて微妙なため、区別上は常磁性体に含まれたいです。ところで、反磁性体などという聞き慣れない言葉がでてきましたが、これは磁力線が物質の内部に侵入するのを嫌う現象で金、銅などの良導体に起るものですが、鉄やニッケルなどの有する強磁性に比べたら、そのレベルは一〇〇〇分の一以下であり、一般的にこの力を利用することはできません。ただし、同じ磁性でも超電導体で起るマイナス効果は、非常に強力な反磁性を示すので、反磁性体はN,Sどちらにも吸引されません。

付録 磁気処理に関する発表論文

平成14年度

第30回関東支部技術研究発表会

「水環境問題への磁石の利用に関する実験的研究」(HTML形式)

平成15年度

第58回年次学術講演会

「磁気処理水の亜硝酸態窒素処理に関する実験的研究」(HTML形式)

平成15年度

第31回関東支部技術研究発表会

「磁気処理による窒素挙動に関する実験的研究」(HTML形式)

PDF形式をご覧になりたい方はこちらをどうぞ。

[磁石の特徴](#) [磁気処理水の特徴](#) [TOP PAGE](#)