

註 (1)

$t = 0$ のとき

(2, 7)の第三項が0であれば $u = 0$ となる。

第三項の後の部分はフーリエサイン表現であつて

$$\begin{aligned} & \frac{2}{\pi} \frac{1}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{n^3} \sin n\pi y \\ & + \frac{2}{\pi} \frac{1}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{n^3} \sin n\pi(1-y) \\ & = \frac{2}{\pi} \frac{1}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n^3} \sin n\pi y + \frac{2}{\pi} \frac{1}{\pi^2} \\ & \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n^3} \sin(1-y)n\pi \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{逆変換} &= \frac{1}{\pi^2} \frac{y(\pi^2 - \pi^2 y^2)}{6} + \frac{1}{\pi^2} \\ & \quad \frac{\pi(1-y)\{\pi^2 - \pi^2(1-y^2)\}}{6\pi} \\ &= \frac{1}{\pi^2} \left\{ \pi^2 \frac{y(1-y^2)}{6} + \frac{(1-y)(2y-y^2)}{6} \pi^2 \right\} \\ &= \frac{1}{2} y(1-y) \end{aligned}$$

これは第三項の前の部分と等しい、故に
 $t = 0$ のとき第三項は0、従つて、 $u = 0$

註 (2)

昭和27年10月16日機械学会広島地方講演会
に於て講演せるものの一部

鉍物の濡れに関する二、三の知見

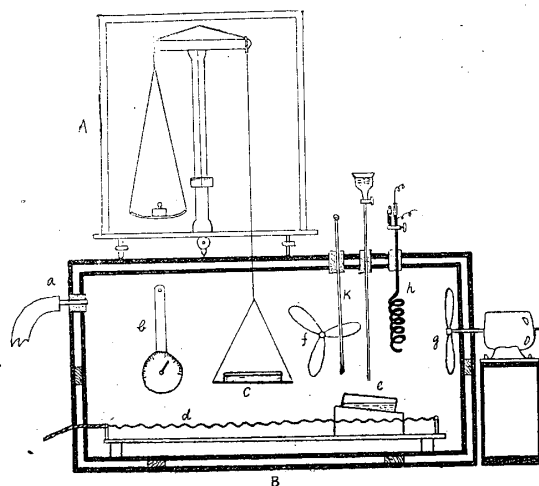
藤井雄三郎

1. 緒言

微細な鉍粒の浮游性の問題はそれらの濡れの現象に帰せられる。従来、Bartellセル、毛管上昇、沈降容積などによつて濡れの測定がなされているが、水の蒸発現象と濡れと浮游性との関係に関する二、三、の実験を行つた。

2. 実験装置

蒸発速度の測定に使用した恒温恒湿槽は第1



第1図 恒温恒湿槽

図に示すごとく、厚さ14mmの杉板2重張りで

槽内は幅50cm、奥行30cm、高さ30cm、前面は測定中内部を見うるように2重ガラス張りとし、前面の扉は蝶番で開閉できる。Aは島津製作所5号型化学天秤で、右側の金皿を取り去り、0.5mmの銅線で、試料を入れたシヤールを保持する金皿Cを懸垂してある。槽内の温度を $40^\circ \pm 0.1^\circ \text{C}$ に保つため、ローリー温度調節器^hに真空管継電器を連結し、その断続によつて、槽内の全面をできるだけ均一に加熱するため、槽の下部に3cm間隔に張られたヒーターdと排気用真空ポンプを交互に動作させた。aは真空ポンプに導く排気孔である。槽内の湿度はランプレヒト湿度計bが $65 \pm 0.5\%$ を保つよう、外部からeに加える予備水の量と、前記真空ポンプによる排気量とを時々手動によつて調節した。f、gは低速ファンで、槽内の温度と湿度を平均させた。

シヤールに試料を入れたとき、水の蒸発による重量変化を知るため、15min. 間隔に秤量を繰り返したが、秤量中ファンによつて槽内の金皿Cが微動するのを防ぐため、1min. 間ファンを停止させた。このファンの停止による測定

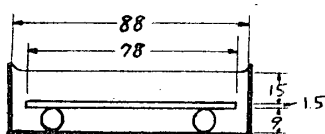
結果に及ぼす影響は殆んどなかつた。

3. ガラス板の乾燥経過

シヤールレ内に入れた水が蒸発するとき、水深が深く、蒸発に対し底面の影響が現われないような自由水面からの蒸発と、水深が浅くなり、底面の影響が現われてくる場合の蒸発の機構を明らかにするため、ガラス板の乾燥の経過を調べた。

A) 実験方法

第2図に示すごとく、内径88mm. のシヤールレ

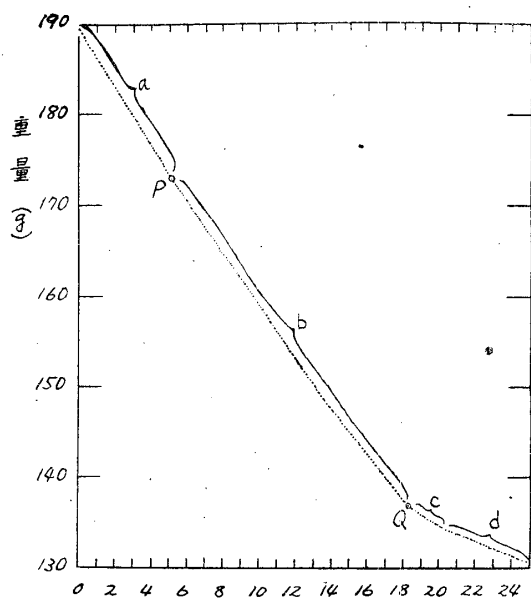


第2図 ガラス板乾燥シヤールレ

の中に厚さ1.5mm.、直径78mm. のガラス板をガラス棒で支え、蒸溜水を入れ、水面がガラス板面と平行になるように調節し、恒温恒湿槽中の金皿に乗せ、温度40°C、湿度65%で乾燥したときの重量変化を測定した。

B) 結果と考察

第3図はその経過で、曲線をつぎの4部分に分けて考えることができる。即ち、a部はシヤ

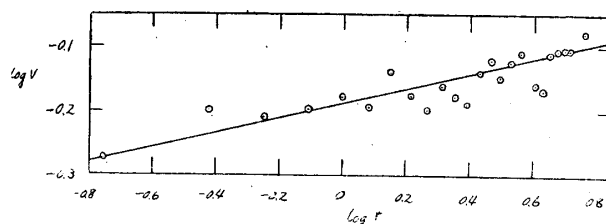


第3図 ガラス板乾燥経過

ール全面から水の蒸発が起るとき、ガラス板の存在に関係なく、蒸発による水の重量減少が一定の部分で、自由水面からの水の蒸発部分と考えられる。この場合は0.863mg/cm²/min. であ

つた。ガラス板と水面との距離が5.8mm. のP点からはb部に入り、水面下に存在するガラス板の影響を受けて蒸発速度が減少する。Q点は肉眼観察によつて、ガラス板上に水による曇りが認められず、ガラス板とシヤールレの間隙の部分の水のメニスカスがガラス板上面と一致した点である。従つて、Q点は温度40°C、湿度65%におけるガラス板上面の乾燥状態に近い点と考えられる。PQ間の水をガラス板の濡れ膜と呼ぶことにする。さらに、ガラス板とシヤールレの間隙の部分の水が蒸発し、c部ではメニスカスの形が変化し、d部では一定のメニスカスを保つたまゝ蒸発が進む。

濡れの観点から考えて、最も関係があると考えられるb部の蒸発速度には、ガラス板とシヤールレの間隙の部分に相当する面積からの蒸発も入るが、それは自由水面からの蒸発と同じであると仮定して差し引き、ガラス板上面だけからの蒸発速度 V mg/cm²/min. を算出し、また、濡れ膜の厚さ即ち蒸発中の水面とQ点に相当するときの水面との距離 r mm. をそれぞれ求めた。 V と r との関係は第4図に示すごとく $\log V$ と $\log r$ はほぼ直線関係を有するから、ガラス板面



第4図 濡れ膜の厚さと蒸発速度

における蒸発速度を V_0 とすれば、 $V = V_0 r^a$ で表わすことができる。こゝに a は定数で実験から $a = 0.116$ なる値を得た。

水の蒸発において、濡れ膜に達すると蒸発速度が減少するから、水の蒸発を妨げる力が、水とガラス板との間に働いていると考えることができる。ガラスの持つ水分については、吸着水分、単分子水分等各温度により異なるが、この濡れ膜は水中にあるガラスにのみ認められる。ガラス板に近い所の水は相当強く引きつけられている吸着膜を持つと従来考えられているが、濡れ膜は耗単位の厚さを有し、僅かのエネルギー

を加えることによつて引き離されるほど弱いものである。

4. 粉鋳の乾燥経過

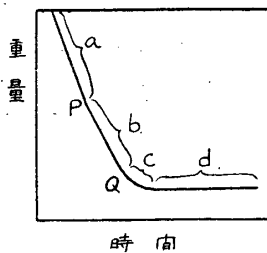
ガラス板の乾燥経過に関する実験により、蒸発速度に影響を与える濡れ膜は従来考えられているような吸着膜とは異り、結合は弱い、かなりの厚さをもつことがわかつたから、粉鋳を用いて、同様に実験した。

A) 実験方法

使用した石英は山口県床波産の-150meshで塩酸浸漬、濾過を行い、塩素イオンの反応がなくなるまで蒸留水で洗滌した後乾燥した。産地不明の方鉛鋳と岡山県柵原鋳山産の黄鉄鋳は-100mesh、石炭は山口県宇部興産沖ノ山5段層炭の-65+150meshであつた。直径10cmのシャーレに、試料8gを入れ、蒸留水を充たし、シャーレ底面と粒子の上面と水面の3者が平行するように、又水面が粒子の上面から約8mm.の厚さになるようにした。恒温恒湿槽は温度40°C、湿度65%に調節した。

B) 結果と考察

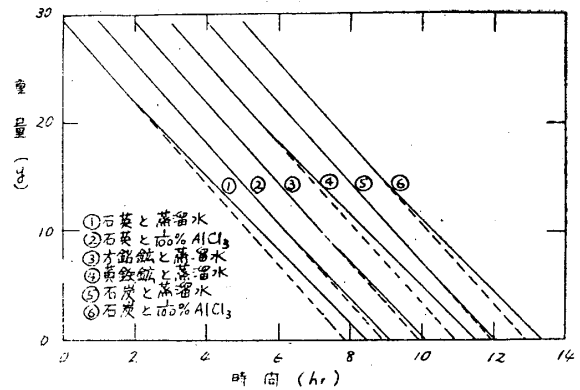
粉鋳の乾燥経過を定性的に第5図に示す。



第5図 粉鋳の乾燥経過

a部は constant rate period¹⁾ と呼ばれ、粉鋳の存在の有無に関係のない自由水面からの蒸発でさきのガラス板の場合と蒸発速度は同じであつた。b部は falling rate period と呼ばれる粉鋳の存在によつて蒸発速度が低下する部分で、石英の場合、石英粉子面上2.80mm.の所から現われる。b部の水を前同様、粉鋳の濡れ膜と呼ぶこととする。粉鋳の場合のb部の終りQ点(第5図)は、ガラス板の場合ほど明確ではないが、水面が粒子面と接触する点とした。c部は粉鋳粒子間の水が蒸発する部分で、蒸発速度はさらに小さく、従来考えられてきた吸着膜の蒸発が

起る部分である。e部は温度40°C、湿度65%における水蒸気と、粉鋳がこの条件の下で保有する水分とが平衡状態にあり、蒸発による重量の減少がもはや起らない部分である。磯部²⁾氏は白土について、塩類により保有する吸着水分が異ると述べているが、この測定では天秤の感度内でほぼ一定で、塩類による差異は認められなかつた。第5図の a, b部を各試料について測定した結果を第6図に示す。全図により、濡れ膜



第6図 各種粉鋳の乾燥経過

は鋳物の種類によつてかなり変化することがわかる。即ち、石炭の濡れ膜は0.64mm.で最も薄く、方鉛鋳1.02mm.、黄鉄鋳2.16mm.、石英2.80mm.の順に厚くなり、石英の濡れ膜が最も厚かつた。ガラス・フィルターによる浮游性の測定³⁾によると、0.01% AlCl₃溶液中における石英の浮游性は蒸留水中における浮游性より増大する。AlCl₃を添加したときの石英の濡れ膜は1.27mm.となり、蒸留水のときの2.80mm.の45%に濡れ膜が縮小している。反対に、0.01% AlCl₃溶液中における石炭の浮游性は蒸留水中における浮游性より減少するが、AlCl₃を添加したときの石炭の濡れ膜は1.91mm.で、3.4倍に拡大している。即ち、これらの濡れ膜は鋳物の性質、溶液の条件により粉鋳粒子の親水性の変化に応じて、縮小拡大し、且つ数mm.の厚さを持つているから、浮游性を支配する主な因子である濡れを現わす一つの尺度となるのではないかと考えられる。

5. 炭粒が浮游している液面からの蒸発

石炭は比重が軽く、また、水に濡れにくいので4の測定において、石炭粒子を完全に濡らす

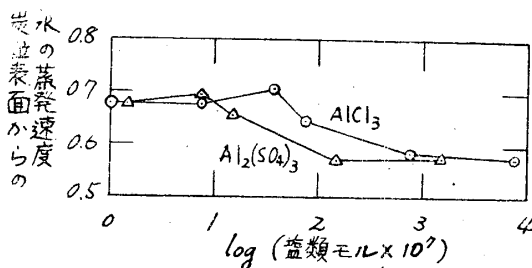
ことはかなり手数を要した。微細な炭粒は水面に容易に浮遊する性質をもっているから、それらを水面に浮遊させた場合の水の蒸発速度を調べた。

A) 実験方法

山口県宇部興産沖ノ山5段層炭の-65+100 meshを0.37gとり、直径10cm.のシャーレ中の蒸溜水あるいは塩類溶液表面に均一に散布し、1夜放置したものを前同様温度40°C、湿度65%の恒温恒湿槽で蒸発させた。

B) 結果と考察

溶液としては蒸溜水のみの場合のほか、石炭の浮遊性に対する影響の大きい $AlCl_3$ 、 $Al_2(SO_4)_3$ の各濃度につき水の蒸発速度を求めた。この場合、蒸発は炭粒表面からの水の蒸発と、炭粒相互の間隙からの水の蒸発とに分けて考え、後者の蒸発を自由水面からの水の蒸発と同じであると仮定して差し引けば、炭粒表面のみからの水の蒸発を算出することができる。こゝに、炭粒の占める面積の全蒸発面積に対する割合は顕微鏡観測により測定した20.5%を採用した。この計算により、 $AlCl_3$ 、 $Al_2(SO_4)_3$ を用いたときの炭粒表面のみからの水の蒸発速度をそれぞれ第7図に示す。蒸発速度は塩類濃度



第7図 炭粒表面からの水の蒸発速度

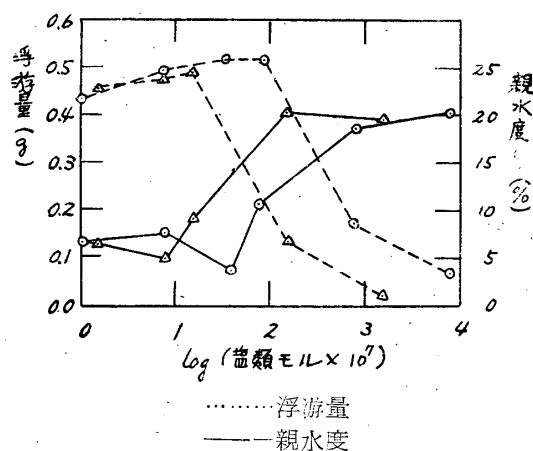
の低い所では僅か増加するが、濃度の増加とともに漸次減少することがわかる。

こゝに自由水面からの水の蒸発速度を W 、炭粒の存在する場合のそれを U とすれば、自由水面からの水の蒸発速度に対する、炭粒の存在する場合の蒸発速度の変化の百分率 φ は

$$\varphi = \frac{W - U}{W} \times 100$$

で現わされる。この φ を一応親水度とし、塩類

各濃度に対し φ を求めると第8図のごとくなる。



第8図 浮遊量と親水度

全図には同じ試料をガラス・フィルターによる方法⁴⁾で測定した浮遊量を記したが、 φ と浮遊量との間にはかなりの相関関係が認められるから、浮遊性の尺度として φ を採用しうるのではないかと考えられる。他の鉱物に対してもこの浮遊性と φ の関係を明らかにしなければならないが今後の研究に俟たなければならない。

6. 結論

鉱粒の濡れと蒸発に関する二、三の実験を温度40°C、湿度65%の恒温恒湿槽中で行った。

1) ガラス板の乾燥経過から、自由水面からの水の蒸発について、濡れ膜に達すると蒸発速度は濡れ膜の厚さ r の0.116乗に比例して低下し、濡れ膜の厚さは最大5.8mm.であった。

2) 粉鉱の乾燥において、濡れ膜は鉱物の種類水溶液中の塩類の存在により変化する。

3) 自由水面からの水の蒸発速度に対する炭粒の浮遊している水面からの蒸発の減少率を親水度と呼べば、親水度は浮遊性をよく表わす。

1) John H. Perry : Chemical Engineers' Handbook, 1950, 806.

2) 磯部甫 : 理研彙報, 昭和5年, 795.

3) 城温三 : 日本鉱業会誌, 67巻, 766号, 155

4) 前出 3)