

## 報 文

## 硝酸アンモンの吸濕過程に就て

(昭和23年4月10日受理)

會員 保 坂 義 信\*

## I 緒 言

日野熊雄氏は硝酸アムモニウム(硝安)の吸濕潮解の機構を明らかにして硝安防濕の根本問題は硝安が溶液になる迄の経過にあるとした。即ち溶解し始めるまでの機構が重要で溶液が出来てしまつてからの過程は寧ろ二次的であることを明らかにした。

本報告は叙上の潮解機構の概念に基いて硝安の吸濕の初期に於ける吸濕に就て研究したものである。

## II 實驗方針及び方法

## (1) 實驗方針

硝安の吸濕の初期に於ける吸濕過程を検討する爲に硝安単体の吸濕速度に對する温度及び湿度の影響に就て實驗を行ふことにした。この際、後述の吸濕速度式より考察して實驗條件(硝安の表面状態等)を同一にした。

## (2) 實驗方法

實驗方法は簡単な靜的方法によつた。

1. 装置及び試料 實驗装置は圖1に示す如く恒温水槽内に底部に一定濃度の硫酸溶液の入つた密閉容器を沈めて容器内を恒温恒濕に保ち容器中に硝安の試料の入つた秤量瓶を懸吊して一定時間毎に重量増加を秤量するものである。試料に對する條件を同じくする爲に同一容量の秤量瓶(2×4cm)を用ひ秤量も一定(1g)にして同一試料を用ひた。\*

試料としては市販品(C, P, 武田製品)を蒸溜水にて再結晶乾燥し水分0.1%のものを用ひた。

\* 乾燥硝安の水分決定は I. L. Millican 氏等 (I. L. Millican et al., J. Chem. Soc., 121, 913 T, 1922) の硝安と水の二成分系の平衡圖を使用して試料の融點測定より逆に水分を決定した。尙熱分解を起し易き硝安の乾燥及び水分決定法に就ては別に研究を行ふ豫定である。

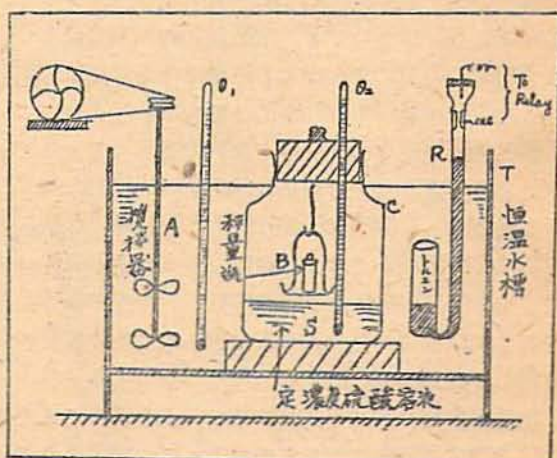
\* 昭和電工株式会社

2. 測定誤差 硫酸溶液の濃度と相對温度(以下單に温度と略記す)の關係は R. E. Wilson 氏の表 (Ind. Eng. Chem., 13, 328, 1921) 及び E. M. Collins 氏の表 (J. Phys. Chem., 37, 1191, 1933) によつて決定した。尙密閉容器中の温度の變化は秤量の爲の蓋の開閉によるも10數日後で1%以下であり無視し得る。又秤量時の温度差より生ずる吸濕のヒステレンスは秤量を迅速に行ふことによつて或る程度避け得る。(全操作5分以内)

## (3) 術語及び記号

材料の濕氣的性能を表はす表現法(宮部安材料の濕氣的性能, 早稻田大學理工學研究所報告, 第1輯, 昭和19年)を参照して表1の如くした。即ち硝安の基準乾燥状態(0.1%水分)の單位重量に對する吸濕による重量増加を含水量\*として實驗結果を表はすこととした。之は勿論種々の状態に於ける試料の含有濕氣の相對量である。

## 圖1. 實驗装置



\* 一般に材料の濕氣飽和點以下の含有水分の量を含水量といひ、液態の水等を觸れしめれば、更に吸水するからその時の含有水分の量を含水量といふ。

表1 術語及び記號

Q (g) : 或る状態に於ける硝安の重量  
 $Q_0$  (g) : 基準乾燥状態 (0.1%水分) に於ける硝安の重量 (基礎重量) 今  $Q_0=1g$  とする。

W (mg) : 含湿量 (或る状態に於ける硝安の含有湿気量を基礎状態に對する相對量として題で表はしたもので即ち今の場合、硝安の單位基礎重量に對する含有湿気の題數)  
 $W=Q-Q_0$

m (%) : 含湿率 (單位基礎重量當りの含湿量を%で表はしたもの)

$$m = \frac{W}{Q_0} \times 100 = \frac{1}{10} W$$

或は  $W=10m$

P (mmHg) : 大氣の水蒸氣壓

$P_0$  (mmHg) : 飽和水蒸氣壓

$P_s$  (mmHg) : 硝安飽和水溶液の蒸氣壓

H (%) : 濕度 (相對濕度)  $H = P/P_0 \times 100$

$H_s$  (%) : 吸湿限界濕度  $H_s = P_s/P_0 \times 100$

$\theta$  (°C) : 溫度

t (hr) : 時間

### III 實驗結果

吸湿速度に對する溫度及び濕度の影響を實驗した結果は次の如し

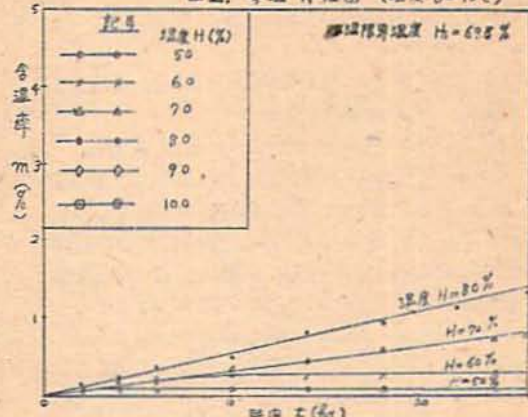
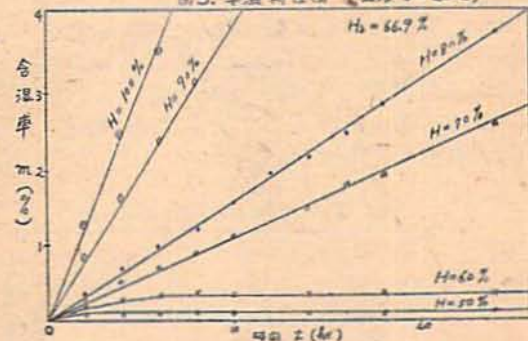
#### (1) 等温特性

溫度を15°Cより5~10°C毎に50°Cまで變へ、夫々に就て溫度は50%より10%毎に變へて實驗を行つた。その際の含湿率m(%)と時間t(hr)との關係を各溫度に就て等温特性圖として得たが例として圖2及3を示す。圖より明らかな如く溫度が或る値を超えると急激に吸湿は進行して夫等の溫度に關せず含湿率は時間に對して殆ど直線的に増加し、溫度が低下すると含湿率は減じて殆ど時間と平行な直線となり濕氣平衡に達することが認められる。この吸湿の限界の溫度は  $H_s$  として圖に掲げてある。

#### (2) 等温特性

上の等温特性圖に於て吸湿が時間に對して殆ど直線的に増加する際の狀態を溫度80%、

\* ここには吸湿の程度を表現を一般化する爲に百分率で表はして含湿率m(%)をとつたが、表1の關係により含湿量(Wmg)には  $W=10m$  の關係により直に換算し得る。

圖2. 等温特性圖 (溫度  $\theta=15^\circ\text{C}$ )圖3. 等温特性圖 (溫度  $\theta=20^\circ\text{C}$ )

各溫度に就て圖示したのが圖4である。この場合70~100%の各溫度に就て溫度30~35°Cの間に於て直線の勾配の急増が認められる。

### IV 實驗結果の考案及び硝安の吸湿特性に就て

硝安の吸湿過程を以上の實驗結果に基いて考察し併せて硝安の吸湿特性を相俾、吸湿速度等より考察した結果に就て述べる。

#### (1) 吸湿の限界溫度

等温特性圖より明らかな如く、吸湿が急激に進行する限界の溫度が存在する。この限界の溫度は或る溫度に於ける硝安の飽和水溶液の蒸氣壓  $P_s$  に相當する相對濕度 (その溫度に於ける大氣中の飽和水蒸氣分壓  $P_0$  との比、 $H_s = \frac{P_s}{P_0} \times 100\%$ ) であつて、大氣中のその溫度に於ける濕度に相當するものである (IV-3 参照。)

之に就ては從來 E. B. R. Prideaux 氏をはじめ、多くの研究がある。例へば次の所掲の

文献の如し。

F. L. Kartright : J. Phys. Chem., 3 (1-899) 323

E. B. Taylor, W. C. Cope : Met. Chem. Eng., 15 (1916), 140

E. B. R. Prideaux : J. Soc. Chem. Ind., 38 (1919) 353T ; 39 (1920), 182T

然し乍ら之等の文献は蒸気壓の測定値が不正確であるが近年に於て、比較的正確なる蒸気壓の測定値より次の如き諸氏がこの吸濕の限界温度に就て論じてゐる。即ち A. Damiens氏 (Compt. Rend., 198, 1233, 1934); Bull. soc. chim., [5], 2, 1893M, 1935) 及び M. Diesnis氏 (Bull. soc. chim., [5], 2, 1901M, 1935; Ann. chim., 7, 5, 1937) はこの限界の温度を "état hygrometrique critique maximum" と稱し、又 A. R. Merz氏等 (A. R. Merz et al., Ind. Eng. Chem., 25, 186, 1933) は限界の温度  $H_8$  を100より引いた値を "hygrometric Number" として夫々潮解の始まる限界の指針を與へてゐる。

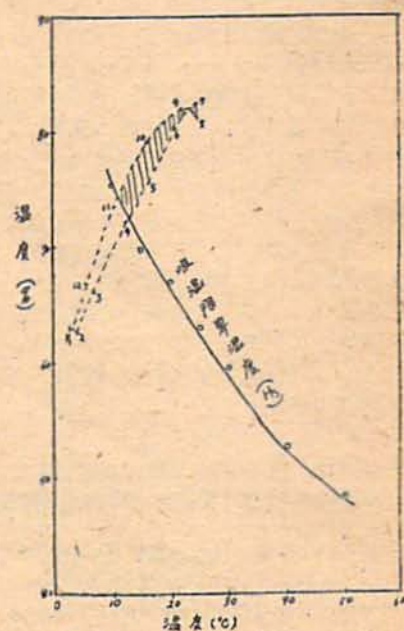
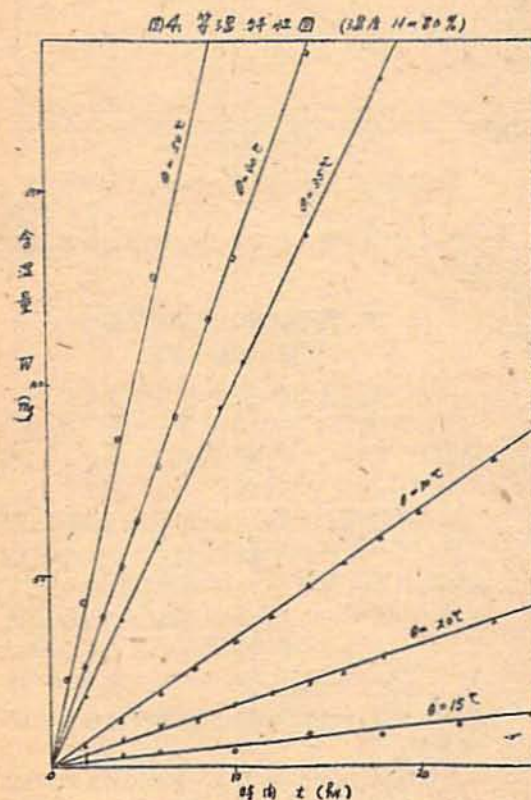
尙温度60%で30°C以上の場合には、當然吸濕が急激に進行する筈であるに拘らず、その進行が緩慢か、平衡に達してゐるのは、吸濕に一種の遅れがあることを示し、又斯かる場合も限界の温度に近い場合のみに起り大勢には影響がない。尙この遅れに就ては坂井渡氏 (工化, 43, 450, 昭15) が詳細に論じてゐる。

以上のことより、大氣の温度(相對湿度)が如何なる値を超えると吸濕が迅速に進行するか明瞭になる譯であり、之は硝安の實際取扱上、重要な指針を與へる。こゝに現在最も信用すべき硝安の飽和水溶液の蒸気壓の測定値と之より導かれる吸濕限界の温度の表 (J. R. Adams, A. R. Merz, Ind. Eng. Chem., 21, 305, 1929) 及び東京地方に於ける平均氣温と平均湿度(理科年表昭22)を参照して、東京地方に於ける硝安の吸濕性に對する季節の影響を圖5に示した。

圖に於て、氣温-湿度曲線が吸濕限界温度曲線より上にある部分(圖中斜線を施す)に於ては、硝安の吸濕は顯著である。上例の東京地方に於てはこの傾向は4, 5, 6, 7, 8, 9及び10月の7ヶ月間に於て見られることは圖より明らかである。

圖5.

東京地方の硝安の吸濕に對する季節の影響  
(温度-湿度曲線中の数字は表5の数字に對するものである)



(2) 等温特性に於ける温度の影響

等温特性圖4に於て認められた温度の影響に就ての考察を加へる。實驗に於て明らかな如く、吸湿の限界温度以上に於ては含湿量Wは時間tに對して殆ど直線的に増加する。即ちWとtとの間には次の關係が成立する。

$$W = \alpha \cdot t$$

但し  $\begin{cases} W = \text{單位基乾重量に對する含湿量(mg)} \\ t = \text{時間 (hr)} \\ \alpha = \text{方向係數} \end{cases}$

實驗によつて求められた方向係數 $\alpha$ と温度 $\theta$  ( $^{\circ}\text{C}$ )との關係は圖6の如くなる。

圖7 硝安の吸湿の温度による変化

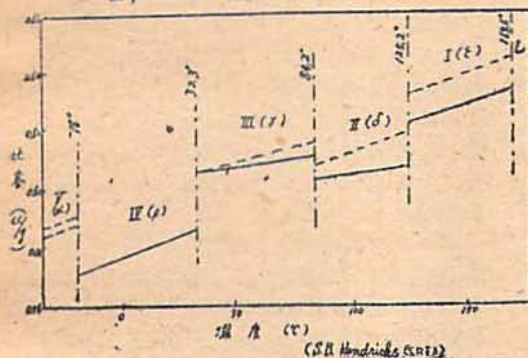


圖6. 方向係數 $\alpha$ に於ける温度の影響 (方向係數 $\alpha$ と温度 $\theta$ との關係)

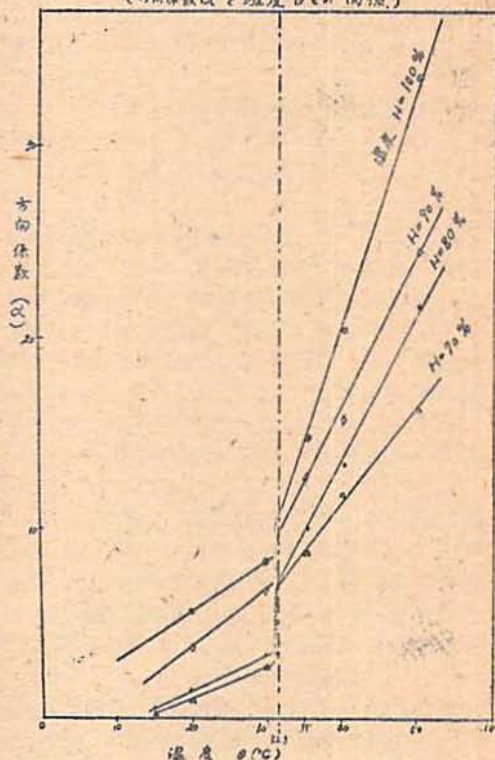


表 3 硝安の轉移點に於ける性質

相	液体	I ( $\epsilon$ )	II ( $\delta$ )	III ( $\gamma$ )	IV ( $\beta$ )	V ( $\alpha$ )
轉移温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )		169.6 (融點)	125.2	84.2	32.3	-18 $^{\circ}$
結晶系		等軸	正方	斜方	斜方	六方 (?)
格子 常 數 ( $\text{\AA}$ )	a	4.20	5.74	7.06	5.75	5.75
	b	〃	〃	7.66	5.45	—
	c	〃	5.00	5.88	4.96	15.9
比容變化(cc/g) (温度上昇時)		+ 0.013	- 0.008	+ 0.0221	- 0.016	

圖6から明らかなる如く方向係數 $\alpha$ の増加は温度が33°Cを超えると著しくなる。即ち吸濕速度が速くなる。この機構に就ては硝安の多形性によつて次の如く説明することが出来る。

硝安の多形性は従來著名な事實であつて日野氏の研究に於ては詳細にその機構が論ぜられてゐる。S. B. Hendricks 氏等の研究(S. B. Hendricks et al., J. Am. Chem. Soc., 54, 2766, 1932)によれば、硝安の轉移點及びその點に於ける諸性質は表3に示すが如くで、又、硝安の比容の温度變化は圖7の如くである。即ち硝安の $\beta$  (IV) 變態形から $\gamma$  (III) 變態形へは、32.3°Cに於て轉移し、この際比容は相當程度(0.0221 cc/g)増大するものである。このことは後述の吸濕速度の理論よりも明らかなる如く吸濕速度を大ならしめる。

以上によつて圖6に見られたる所の方向係數の温度による急増の限界は温度範圍15~50°Cに於ては硝安の轉移點32.3°Cと見做し得られる。斯くして吸濕速度の見地よりすると轉移點の存在及び温度の影響は無視し得ぬものがあると思惟せられるのである。\*

### (3) 相律よりの考察

先に前項(IV(1))に於て實驗結果に基いて吸濕過程を吸濕限界温度の點より考察したが、今更に詳細に硝安の飽和水溶液の蒸氣壓 $P_s$ と大氣の水蒸氣壓 $P$ との關係に就て相律の見地より考察してみる。

#### 1. $P < P_s$ なる時

大氣の水蒸氣壓 $P$ が硝安の飽和水溶液蒸氣壓 $P_s$ よりも小なる時、即ち或る温度に於ける大氣の湿度がその温度に於ける硝安の飽和水溶液蒸氣壓 $P_s$ に相當する湿度 $H_s$ (吸濕限界湿度)よりも低い時、換言すれば比較的低い湿度に於ては次の如き平衡が考へられる。

この場合には硝安を一成分と見做し、水と共に二成分系をなすと考へられ、又、相は水蒸氣と固体物質との二相より成ると考へられる故

$$\text{相律 } F = C + 2 - P_h$$

$$\text{但し } \begin{cases} F = \text{自由度} \\ C = \text{獨立成分} \\ P_h = \text{相の數} \end{cases}$$

に於て $C = 2$ 及び $P_h = 2$ なる故、自由度 $F = 2$ となる。即ち温度一定でも蒸氣壓はその組成によつて變化する、従つて固体の蒸氣壓は大氣の蒸氣壓に比して殆ど無視し得るから、大氣の水蒸氣壓と温度とを一定にすればその固相の組成は定まる。即ち一定の温度及び湿度の下に於ては固相の表面に飽和溶液層を形成することなく固体は固相を保ち乍ら微量水分を吸着して平衡に達する。このことは實驗に於ても、等温特性圖に於て認められたる所である。

この場合に於ては純吸着(吸收)現象のみで所謂吸濕現象は起らないのである。

今この微量水分の吸湿と固結との關係に就て概念的に考察してみる。即ち低温度でも存在する水蒸氣の爲に、或る瞬間には硝安の一部が飽和溶液層を形成してゐることも考へられる。然し $P < P_s$ の爲に直にその水分は擴散して過飽和となり硝安を析出し、之が互に接觸して硝安の結晶を結合する如き作用をして固結するに至る。\*

従つて上の推論より單に $P < P_s$ なる様に低温度に保つても硝安の固結性は防止し得ぬものである。又、斯かる場合、固結性の一因は固相の一部の飽和溶液層の形成にあると考へられる故、その物質の溶解度にも大いに關係する。

試みに數種の可溶性塩類に就て溶解度を比較してみると表4の如くなる。之より明らかなる如く、硝安は單位重量の水の吸收によつて液化せられる量は硫酸等の他の可溶性塩類に比すると著しく大である。之が他の塩類に比し硝安が固結性の著しい原因の一つと考へられる。

この見地より硝安の固結防止には次の如きことが考へられる。

- (イ) 造粒等を行つて比表面積を小にし、吸濕速度を減ずる。
- (ロ) 表面被覆(Surface Coating)を行つて水分の吸着を妨げ、又溶解度を減少せしめる。
- (ハ) 造粒の際、各粒子を出来る丈、球狀に近くして粒子間の接觸點を少くする。即ち、結晶間の間隙(Void)を大にす

\*硝安の固結性に對する硝安の變態の影響は、Loury 氏等の研究(J. Soc. Chem. Ind., 39, 101T, 1920)による如く別箇の考察を要する。

\*之等の固結の詳細に就ては菟原氏等の研究(I. Uhara et al., Bull. C. S. Japan, 12, 227, 1937)がある。

ることである。\*

昨年二月初旬より連合國より輸入されてゐる肥料用輸入硝安は、略々紋上の諸點を満足してゐるが、未だ表面被覆が充分でない。従つて、吸濕性は普通品と大した差異はないが適當な貯藏條件の下に於ては殆んど固結性を示さない。著者の實驗室には大型廣口瓶に兩者が貯藏されてゐるが、普通品は強く固結してゐるに反し、輸入硝安は粒子状態を保持してゐる。

尙輸入硝安の要目を附表に掲げた。

2.  $P > P_s$  なる時

大氣の水蒸氣分壓  $P$  が硝安の飽和水溶液蒸氣壓  $P_s$  よりも大なる時に於ては、水蒸氣は固体の表面に凝縮して固体の一部は之に溶解して飽和溶液となり系は三相となる。

( $P_h = 3$ ) 従つて相律より自由度  $F = 1$  に減する。然るに氣相は他の二相に比して極めて大であるから、溫度一定ではその水蒸氣壓は變化なしと見ることが出来るから、この場合には溶液の組成即ち濃度を變じ得るに止り水蒸氣の凝縮と溶解(勿論擴散等も加へられ

る)とが漸次に進行して遂に固相は消滅して溶液は更に稀釋せられその水蒸氣壓が外界の水蒸氣壓に等しくなるに至つてこの現象は止まる ( $P_s \rightarrow P$ ) 即ち、所謂潮解なる現象が起るのである。

3.  $P = P_s$  なる時

この場合に於ては上の場合と同じく自由度  $F = 1$  であるがその吸濕(潮解)の最終は硝安の飽和水溶液を形成するに至つて止むことが異なるのみである。

(4) 吸濕速度

固相の氣相吸濕速度式は從來、Bangham 氏を始めとして Langmuir 氏、鮫島氏等により種々誘導されてゐるが、可溶性塩類の吸濕速度を取り扱つた岡宗次郎氏(工化, 33, 668, 昭5) 徳田松雄氏(農化, 10, 922, 昭9) 及び坂井渡氏(工化, 43, 450, 昭15)の研究によると次の如くなる。即ち吸濕速度の支配因子として(イ)溫度、(ロ)大氣の水蒸氣壓  $P$  と塩類の飽和水溶液蒸氣壓  $P_s$  との差(ハ)固体物質の表面積  $S$  (=) 空氣の流動(ホ) 固体物質の水に對する溶解速度(ヘ) 物質特

表 4 可溶性塩類の溶解度比較

塩類中に吸収されたる水分が飽和溶液の形態にて存在するものと見做せば、塩類の溶解度  $L$  (g) より計算にて單位重量 (1g) の水の吸収によつて液化せらるゝ塩類の量  $X$  (g) も判明する。

$$X = \frac{L}{100-L}$$

數種類の塩類に就て溶解度を比較すると次の如し。

溫度 (°C)	10		20		30		40		50	
	L	X	L	X	L	X	L	X	L	X
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	59.5	1.46 <sub>9</sub>	65.0	1.85 <sub>7</sub>	70.8	2.42 <sub>4</sub>	74.8	2.96 <sub>4</sub>	77.5	3.44 <sub>4</sub>
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	42.1 <sub>1</sub>	0.727 <sub>4</sub>	43.0 <sub>0</sub>	0.754 <sub>4</sub>	43.8 <sub>7</sub>	0.781 <sub>6</sub>	44.8 <sub>0</sub>	0.811 <sub>7</sub>	45.7 <sub>5</sub>	0.843 <sub>8</sub>
NaNO <sub>3</sub>	44.6	0.804 <sub>0</sub>	46.6	0.872 <sub>8</sub>	49.0	0.980 <sub>7</sub>	51.2	1.04 <sub>9</sub>	53.2	1.13 <sub>7</sub>
KNO <sub>3</sub>	17.7	0.215 <sub>1</sub>	24.0	0.315 <sub>8</sub>	31.6	0.461 <sub>9</sub>	39.0 <sub>0</sub>	0.639 <sub>5</sub>	45.5 <sub>1</sub>	0.835 <sub>2</sub>
NH <sub>4</sub> Cl	25.0	0.333 <sub>3</sub>	27.2 <sub>4</sub>	0.374 <sub>6</sub>	28.4	0.396 <sub>7</sub>	31.4	0.457 <sub>7</sub>	33.5	0.563 <sub>7</sub>

\* 固結性と Void との定量的關係に就ては W. G. Adams 氏(Gas World, 88, 4, 1925) が硝安に

就て研究を行つてゐる。

有の吸濕速度恒数  $K$  を考へ、今、(イ)、(ニ)及び(ホ)の條件を一定として(ホ)は特に長いとすれば、含濕量を  $W$  とした時の吸濕速度  $\left(\frac{dW}{dt}\right)$  は次の如くなる。

$$\frac{dW}{dt} = KS(P - P_s)$$

之に就て坂井氏は水蒸氣の凝縮速度を水溶液の蒸發速度の逆と見做して氣體分子運動論より導いてゐる。

前記吸濕速度式を積分し  $t = 0$  の時

$$W = 0 \text{ とすれば}$$

$$W = KS(P - P_s)t$$

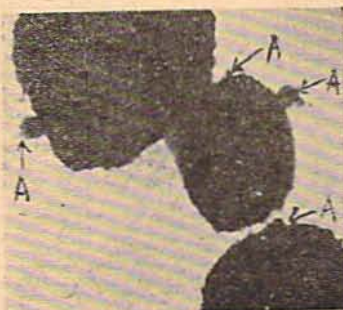
なる式を得る。従つて條件を一定にした時、 $P > P_s$  の時には、時間  $t$  に比例して含濕量  $W$  は増大すべきである。之は實驗結果として既に圖2~4に示した所である。又、吸濕量  $W$  の時間  $t$  に対する勾配が温度の大なる程急となることも、上式より明らかである。

尚、吸濕速度に対する温度の影響に就ては温度上昇と共に含濕量  $W$  の時間  $t$  に対する勾配も急となるがこの際、轉移點の影響が相當に著しいことは既に述べた所である。

## V 總 括

1. 硝安の吸濕過程(特に初期段階)に対する温度及び湿度の影響を調べた。
2. 外界の水蒸氣壓  $P$  が硝安の飽和水溶液蒸氣壓  $P_s$  よりも大なる時 ( $P > P_s$ ) に於ては、含濕量は時間に對して殆ど直線的に増加し、その傾向は温度及び湿度の大なる程大である。又、この際温度には吸濕の限界温度があり、温度は轉移點に於てこの傾向が著しくなる。
3. 蒸氣壓の關係が以上と反對なる時 ( $P < P_s$ ) には濕氣平衡に達する。この場合に考へられる固結性に就て考察した

尙研究に際し、種々御指導を頂いた岡田元博士日野熊雄博士並びに實驗に協力された江成長治君に感謝の意を表す。



## 附表 輸入硝安(カナダ製)

1. 由来:— 昭和22年2月初旬連合國より奉配用として輸入されたる輸入硝安第一回分(6,900t)より横濱港に於て試料を採取す。爾後アメリカ製(茶褐色、小粒)のものも輸入された。
2. 名稱:— Nitrapirills (Fertiliser Compound)
3. 製造場所:— (Calgary, Alberta) (The Consolidated Mining & Smelting Co. of Canada, Ltd.)
4. 形状:— 淡黄褐色。楕圓形若しくは球形粒状
5. 寸法:— 8—16 Mesh 95~97% (Tyler標準節による) 即ち粒子直径1耗程度ものが9割以上を占めてゐる。
6. 表面状況:— 顯微鏡寫眞で觀察すると各粒子は球状に近く、表面に被覆してある被覆剤は一様なフィルムを形成してゐない(添付寫眞参照)
7. 硝安窒素含有量:— 33.5% N (理論値35%)
8. 被覆剤 (Coating Agent):— 一之には無機質と有機質のものとを混合してあるが、次に無機質のものに就て試験した結果を挙げる
  - (1) 含有量(水不溶解分として) 2~3%
  - (2) 成分 輸入硝安より水で抽出し、且アセトンで洗滌したものに就て次の試験をした。
 

全分析(表5)、熱天秤試験及び示差熱分析並びにスペクトル分析の結果、結晶水は0%以下であり且、 $Al_2O_3$  が5.8%程度に止まり  $SiO_2$  は84.9%程度存在することより該物質は無定形のもので成分上からみると珪藻土又は珪酸質白土の様に思はれる。

有機質のものに就ては文献 (Ind. Eng. Chem., Ind. Ed ; 37, 1079, 1945 ; 38, 709, 1946) には、主として P-R-P (Petrolatum 1 : Rosin 3 : Paraffine 1) を用ひるとあるが確認するに至らなかつた。
9. 包装:— 輸入硝安 100 キンド入りの包装紙は六重になつてゐる。

## 輸入硝安の顯微鏡寫眞 (倍率: 30倍)

透過光による (28 Mesh)

A: 被覆剤 (Coating Agent)

表 5 輸入硝安被覆剤(無機質)全分析結果 (%)

水分	灼減	S <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	計
1.70	4.11	84.87	5.76	2.86	0.24	存在せず			97.84

## 火薬類の爆速に関する研究 (II)

(昭和18年7月10日受理)

會員 日野 熊 雄\*

### III 爆速の實驗的研究

#### (1) 爆速の測定法

火薬類の爆速測定法には次のものあり。

(イ) プーランジエの檢速機を用ふる方法  
M. Berthelot<sup>38)</sup>は爆速の測定に現在彈道測定に使はれつゝある装置と同原理のプーランジエ檢速機を使用せり。

藥幹の軸方向の距離  $l$  の二點の第一點を爆轟波が通過する際電氣的に金屬棒が落下し始め第二點を爆轟波が通過する際電氣的に第二の金屬棒が落下し之が記録装置を動作せしめて第一の金屬棒上に第一印を記録せしむ。又第一、第二の金屬棒を電氣的に同時に落下せしめ第二印を記録せしむ。此の第一、第二印の距離より距離  $l$  を爆轟するに要する時間  $t$

を自由落下の法則より得、之より爆速  $D = \frac{l}{t}$  を得。

(ロ) コンデンサー<sup>39)</sup>の電壓降下を測定する方法

第一點を爆轟波が通過する際コンデンサーを放電し始め第二點の通過にて放電を停止せしめ得る回路を使用し  $C$  をコンデンサー容量、最初の電壓を  $V_0$ 、残存電壓を  $V_t$  として抵抗を  $R$  とせば

$$t = R \cdot C \ln \frac{V_0}{V_t}$$

\*現在日本化薬株式会社厚狭作業所

$V_0/V_t$  はガルバノメーターにより読み得。

又之に類似した方法として第一點にて一定電壓の回路に電流を通ぜしめ第二點にて之を切斷し此の間の衝撃電流をガルバノメーターにて測定し此の電流が時間  $t$  に比例することを利用して  $t$  を求むる方法あり。

(ハ) メテガング法<sup>41)</sup>

高速度にて廻轉せる円筒上に第一點、第二點等を爆轟波が通過する際に電氣的に火花を飛ばしめて記録す。円筒の廻轉速度と此の火花の記録せられたる距離より  $t$  を得。

Friederich<sup>42)</sup>は電氣的方法に依らず第一點より導爆線を爆轟せしめ其の他端に爆轟が到達せる時之に依り円筒上に小孔を生ぜしめ同様に第二點を円筒上に記録し之より  $t$  を求めたり。

(ニ) 廻轉寫眞法<sup>43)</sup>

火薬類の爆轟の像を藥幹と平行の軸を有する回轉円筒上に寫眞的に記録し此の像の傾斜と円筒の回轉速度より  $t$  を得。

(ホ) ドートリツツ法<sup>44)</sup>

第一點及第二點に一本の導爆線を連結し爆轟の通過に依り此の兩端より導爆線は爆轟し始め此の爆轟波は導爆線の中央點より第二點に近き點にて相會す。この相會する點と中央點の距離  $d$  を鉛板上に記録せしめ別に導爆線の爆速を測定したる値を用ひて  $d$  より  $t$  を計算す。

以上の諸方法中プーランジエ檢速機は爆速測定に對しては長藥幹を要し適當ならず。