濃厚食塩水の塩素ガス溶解度の測定*

横 田 範 之**

1. 緒 言

塩素ガスの水に対する溶解度については、従来より多くの研究がなされているが¹⁻⁶⁾、濃厚食塩水の塩素ガス溶解度の文献は少なく^{7,8)}、食塩濃度、塩素分圧、温度、pH に対する影響についての実測値はほとんど報告されていない。

筆者はここに、水銀法食塩電解液の脱塩素に関する基礎的設計資料として、必要な塩素ガス溶解度について研究し、食塩濃度 200~300 g/L、塩素分圧 0.1~1.0 気圧、温度 30~70°C における塩素ガス溶解度を実測し、その値をノモグラフで示した。

2. 既往の研究

水に溶解した塩素は、分子状態の遊離塩素と次亜塩素酸の状態として存在し、これらの総計がいわゆる溶解度として測定値にあられる。塩素ガスの水に溶解する場合の加水分解反応に対しては、(1) 式が成立する。

Adams and Edmonds¹⁾ は全塩素を気相塩素分圧に対して測定して、(2) 式の関係式を導いた。

$$C = -\frac{70.9 \cdot r \cdot P}{\mu RT} + \sqrt{\frac{70.9 K_1 r P}{\mu RT}} \quad (2)$$

C と P の関係は (2) 式で示されるように、塩素分圧の低い所では直線関係から偏位を示すが、この偏位は加水分解による HClO の存在によるものである。加水分解の平衡に関しては、Jakowkin²⁾、荻沢氏^{3,4)}、Foerster⁵⁾、Whitney & Vivian⁶⁾ の文献がある。G. N. Lewis⁷⁾ は Jakowkin の測定値から温度 0~100°C の加水分解恒数を算出している。

また荻沢氏は遊離塩素と塩素分圧の関係を測定し、塩素圧の代りに、フガシティをとると、ヘンリー恒数はほぼ一定値になることを示した。

以上説明した水-塩素系に対する既往の結果は、濃厚な食塩水の塩素の溶解の場合にも成りたつわけであるが、Izard⁸⁾ は溶解塩素がさらに Cl_3^- イオンの状態で存在することを提唱した。すなわち濃厚食塩水の活性塩素濃度 $[\text{Cl}_2(\text{active})]$ は (3) 式に示す $\text{Cl}_2(\text{aq})$ 、 Cl_3^- 、 HClO

の濃度の総和としてあらわされる。

$$[\text{Cl}_2(\text{active})] = [\text{Cl}_2(\text{aq})] + [\text{Cl}_3^-] + [\text{HClO}] \quad (3)$$

Lars Barr⁹⁾ は塩素の溶解度を温度 60°C、食塩濃度 310 g/L の食塩水の場合について計算し、各成分の濃度に対して (4) 式の関係を求めている。

$$p[\text{Cl}^-] \div 0.6, \quad p[\text{Cl}_2(\text{aq})] \div 2.5,$$

$$p[\text{Cl}_3^-] \div 2.1, \quad p[\text{HClO}] \div -\text{pH} + 6.2 \quad (4)$$

(4) 式の関係は、つぎに示す仮定のもとに求められたものである。すなわちイオンの活量係数は 2~12 の pH 範囲で一定で 0.9 に等しいとし、 $\{\text{Cl}_3^- \} / \{\text{Cl}_2(\text{aq}) \}$ の関係は 25°C と 60°C で一定であると仮定して Izard の求めた 25°C の実測値をそのまま 60°C の条件に使い、計算によってその溶解度を求めている。 Cl_3^- の濃度は直接には測定困難な数値であるから、本研究の目的には Cl_3^- の濃度を問題にするより次節において説明する方法によって $\text{Cl}_2(\text{aq})$ と Cl_3^- の濃度の和を実測し、種々の条件、塩素分圧、温度、食塩濃度、pH に対する塩素の溶解度の影響を研究する方が実際的であるように思われる。

3. 実験装置および方法

食塩水は純粋な食塩を溶解して調整し、Fig. 1 に示した 300 cc 容量の硝子製吸収壺 a に入れ、恒温槽 b で温度を一定に保った。

塩素ガスは塩素ボンベより送られ、オリフィスメータ i を通し、調節コック h により流量を調節した後、硝子ファイバーを充填したガストレーナ c を通し、恒温槽に入れてある加熱コイル d、トラップ e を通して吸収壺 a に吹込む。吸収壺はガスの分散をよくするため、分散管 j が設けられている。また、g の管はマノメーターに接続して吸収壺中の圧力を測定する。ガスの排出は f の管により、k のトラップを通して行われる。また、ガス分析の試料は l からガスビュレットで採取し、食塩水の温度の測定を n の温度計により行った。塩素ガスが飽和されると、m の取出口からピペットを入れ、一定容積の食塩水試料を採取した。

塩素の溶解度は、沃度カリ-チオ硫酸ソーダの方法による分析から求めた。塩素分圧と溶解度を求める実験においては、塩素分圧の変化は塩素ガスに種々の割合で窒

* 昭和 33 年 3 月 25 日受理

** 大阪曹達株式会社

Fig. 1 Diagram of experimental apparatus

素ガスを混ぜることによって行われた。塩素ガスと窒素ガスはオリフィスメータ i の示す流量によって、調節コックを適当に開閉することによりその割合を調節し、吸収後の排出ガスの分析から Cl_2 と N_2 の比率を測定し、吸収槽中の圧力から水蒸気圧を補正して塩素分圧を求めた。また、溶液の pH は硝子電極によって測定した。

次亜塩素酸の濃度と pH の関係を求める実験においては、あらかじめ食塩水に適当量の固形苛性ソーダを加え、溶解してアルカリ性とし、上述の方法によって塩素ガスを吸収飽和させて食塩水の溶解塩素（活性塩素量）を測定し、pH 1 の食塩水について、同じ条件で飽和された溶解塩素量を差引いて求めた。

4. 実験結果と考察

濃厚食塩水の塩素溶解度、すなわち $[\text{Cl}_2(\text{aq})]$ は (3) 式に示したように $[\text{Cl}_2(\text{aq})]$, $[\text{Cl}_3^-]$, $[\text{HClO}]$ の総和としてあらわされる。これらの値と食塩水の pH との関係を明らかにするため、 $[\text{Cl}_2(\text{active})]$ と pH との実験結果の二例を Fig. 2 に示した。同図は $p[\text{Cl}_2(\text{active})]$ vs. pH を点綴したものであり、pH 1~2 までは $[\text{Cl}_2(\text{active})]$ は変化なく、pH 3 から次第に増加している。最初の段階では $[\text{HClO}] = 0$ であって、 $[\text{Cl}_2(\text{active})] = [\text{Cl}_2(\text{aq})] + [\text{Cl}_3^-]$ と考えられ、しかも一定値を示しており、pH 3 からの上昇は $[\text{HClO}]$ が増加したためによるものと解せられる。 $[\text{Cl}_2(\text{aq})] + [\text{Cl}_3^-]$ は水素イオン濃度変化の大きい pH 1 から 2 の範囲で実験結果が示しているように一定であって、さらに高い pH 範囲にお

Fig. 2 Correlation between pH and $p[\text{HClO}]$ and $p[\text{Cl}_2(\text{active})]$ in Conc. NaCl soln

Table 1 Experimental value a of Eq. (5) at $P=1$

[°C]	Concentration of NaCl soln [g/L]		
	200	240	300
30	5.95	5.93	5.91
40	5.97	5.94	5.92
50	5.97	5.95	5.93
60	5.98	5.96	5.95
70	5.99	5.99	5.93

いて不変であるとする、任意の pH の $[\text{Cl}_2(\text{active})]$ と pH 1~2 の $[\text{Cl}_2(\text{active})]$ の差がその pH での $[\text{HClO}]$ をあらわすことになる。この方法によって求めた $p[\text{HClO}]$ と pH の関係は Fig. 2 に示されるように、直線関係であらわされ、その直線の傾斜から (5) 式が求められる。

$$p[\text{HClO}] = -\text{pH} + a \quad (5)$$

a は塩素分圧、食塩水食塩濃度、温度によって定まる恒数であり、塩素分圧 1 気圧、食塩水食塩濃度 200~300 g/L、温度 30~70°C について実測より求めた数値を Table 1 に示した。

(5) 式の関係は、また、食塩水中の H_3O^+ , $\text{Cl}_2(\text{aq})$, HClO , Cl^- の間の平衡関係式 (6) 式から導くことができる。

$$\frac{\{\text{H}_3\text{O}^+\}\{\text{Cl}^-\}\{\text{HClO}\}}{\{\text{Cl}_2(\text{aq})\}} = K_2 \quad (6)$$

ここに $\{ \}$ は各成分の活量をあらわし、各活量および K_2 の逆数の対数をとると、(7) 式が求められる。

$$p\{\text{HClO}\} = -\text{pH} + p\{\text{Cl}_2(\text{aq})\} - p\{\text{Cl}^-\} + pK_2 \quad (7)$$

塩素分圧、食塩水食塩濃度、温度が一定の条件では、 $p\{\text{Cl}_2(\text{aq})\}$, $p\{\text{Cl}^-\}$, pK_2 は一定であるから、おのおのの和を定数 a_0 とすると、(7) 式は (8) 式となる。

Table 2 Experimental Results

temp. [°C]	Concentration of NaCl solution							
	217 g/L		250 g/L		280 g/L		300 g/L	
	P [atm]	$[Cl_2(aq)]$ [M/L]	P [atm]	$[Cl_2(aq)]$ [M/L]	P [atm]	$[Cl_2(aq)]$ [M/L]	P [atm]	$[Cl_2(aq)]$ [M/L]
30	0.10	0.0030	0.18	0.0045	0.15	0.0035	0.14	0.0028
"	0.20	0.0055	0.35	0.0083	0.21	0.0048	0.21	0.0043
"	0.30	0.0080	0.45	0.0108	0.33	0.0073	0.30	0.0059
"	0.45	0.0123	0.55	0.0133	0.43	0.0095	0.49	0.0095
"	0.55	0.0145	0.65	0.0160	0.53	0.0115	0.58	0.0116
"	0.65	0.0176	0.77	0.0188	0.65	0.0145	0.68	0.0133
"	0.75	0.0203	0.96	0.0235	0.75	0.0163	0.77	0.0155
"	0.96	0.0260	1.00	0.0241	0.96	0.0211	0.96	0.0190
"	1.00	0.0275			1.00	0.0216	1.00	0.0200
50	0.20	0.0035	0.21	0.0031	0.18	0.0025	0.21	0.0025
"	0.35	0.0060	0.35	0.0053	0.33	0.0045	0.36	0.0043
"	0.49	0.0085	0.46	0.0070	0.51	0.0070	0.49	0.0060
"	0.65	0.0110	0.62	0.0095	0.59	0.0082	0.65	0.0080
"	0.80	0.0135	0.78	0.0118	0.80	0.0110	0.80	0.0098
"	0.92	0.0155	0.92	0.0140	0.93	0.0127	0.93	0.0115
"	1.00	0.0170	1.00	0.0150	1.00	0.0135	1.00	0.0127
60	0.21	0.0030	0.23	0.0030	0.22	0.0025	0.25	0.0025
"	0.36	0.0050	0.33	0.0043	0.38	0.0045	0.34	0.0035
"	0.51	0.0070	0.51	0.0065	0.50	0.0058	0.49	0.0050
"	0.64	0.0090	0.66	0.0083	0.64	0.0073	0.66	0.0068
"	0.74	0.0100	0.84	0.0108	0.75	0.0085	0.85	0.0090
"	0.84	0.0113	1.00	0.0125	0.84	0.0098	1.00	0.0105
"	1.00	0.0135			1.00	0.0115		
70	0.24	0.0030	0.26	0.0028	0.38	0.0035	0.25	0.0020
"	0.40	0.0048	0.45	0.0048	0.60	0.0058	0.33	0.0028
"	0.59	0.0068	0.57	0.0060	0.76	0.0075	0.58	0.0053
"	0.72	0.0085	0.75	0.0078	0.92	0.0090	0.77	0.0070
"	0.89	0.0103	0.90	0.0095	1.00	0.0095	0.93	0.0084
"	1.00	0.0115	1.00	0.0105			1.00	0.0090

Table 3 Experimental value d_1 , d_2 of Eq. (11)

	Temperature of NaCl soln [°C]				
	30	40	50	60	70
d_1	4.55×10^{-2}	3.40×10^{-2}	2.75×10^{-2}	2.25×10^{-2}	1.80×10^{-2}
d_2	0.850×10^{-4}	0.603×10^{-4}	0.495×10^{-4}	0.400×10^{-4}	0.300×10^{-4}

$$p\{HClO\} = -pH + a_0 \quad (8)$$

また, $\gamma_{HClO}[HClO] = \{HClO\}$ の関係から (8) 式は (9) 式で示される。

$$p\{HClO\} = -pH + a_0 + \log \gamma_{HClO} \quad (9)$$

pH に対して活量係数 γ_{HClO} を一定とし, $a_0 + \log \gamma_{HClO} = a$ とすると (9) 式は (5) 式と同一の式になる。

$[HClO]$ が無視できる pH 2 以下の条件では, 前述のように $[Cl_2(\text{active})]$ は $[Cl_2(aq)]$ と $[Cl_3^-]$ の和と考えることができるから, この pH 範囲で, 直接に $[Cl_2(aq)] + [Cl_3^-]$ を実測することができる。Table 2 および, Fig. 3~6 は pH 1 で温度 30°C, 50°C, 60°C, 70°C, 食塩濃度 217 g/L, 250 g/L, 280 g/L, 300 g/L, の食塩水について, 塩素分圧と溶解度の関係を求めたものである。同図に示されるように $[HClO]$ の無視できる条件では直線関係が成立し, (10) 式に示すヘンリーの法則が成立することがわかる。

$$[Cl_2(aq)] + [Cl_3^-] = P \cdot k \quad (10)$$

つぎに食塩濃度に対する塩素溶解度の関係を求めるため, 塩素分圧を 1 atm とし, 食塩水の pH を 1 とし, 食塩水の食塩濃度を 217 g/L から 300 g/L まで変化させて, 塩素溶解度を測定してその結果を Fig. 7 に示した。同図に示されるように, $[Cl_2(aq)] + [Cl_3^-]$ は食塩濃度 N に対して直線関係であらわれ, (10) から (11) 式の関係が得られる。

$$[Cl_2(aq)] + [Cl_3^-] = P \cdot k = P(d_1 - d_2 N) \quad (11)$$

各温度における Fig. 7 に示された直線から, (11) 式の d_1 , d_2 を求めるとその値は Table 3 のようになり, $\log d_1$, $\log d_2$ を絶対温度の逆数, $1/T$ に対して点線すると Fig. 8 に示す関係が得られ, おおのこの直線からつぎの関係が求められる。

$$d_1 = 2.21 \times 10^{-5} \times 10^{1000/T} \quad (12)$$

$$d_2 = 3.98 \times 10^{-8} \times 10^{1000/T} \quad (13)$$

(11) 式と (12), (13) 式からヘンリー恒数 k は (14) 式で, また $[Cl_2(aq)] + [Cl_3^-]$ は (15) 式であらわされる。

$$k = (2.21 - 0.00398 N) \times 10^{-5} \times 10^{1000/T} \quad (14)$$

$$[Cl_2(aq)] + [Cl_3^-] = P(2.21 - 0.00398 N) \times 10^{-5} \times 10^{1000/T} \quad (15)$$

k vs. T の実験式の意味を解するために (14) 式の自然対数を取り整理すると (16) 式のようになる。

$$l_n k = l_n [(2.21 - 0.00398 N \times 10^{-2}) + 2303 \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{333} \right)] \quad (16)$$

(16) 式において $T_1 = 333^\circ K$ に対する k の値 k_1 は, Table 3 によると $(2.21 - 0.00398 N) \times 10^{-2}$ に近い値を示すから, $k_1 = (2.21 - 0.00398 N) \times 10^{-2}$ とすると, (16) 式は (17) 式であらわされる。

$$l_n \frac{k}{k_1} = 2303 \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right) \quad (17)$$

一方ガスが液に溶解する平衡に対して, Van't Hoff の恒圧平衡式が適用でき, (18) 式に示すように恒圧のもとに平衡恒数 K の温度変化は気相における配分モルエンタルピーと液相における配分モルエンタルピー之差 ΔH であらわされる。

$$\left(\frac{\partial l_n K}{\partial T} \right)_p = \frac{\Delta H}{RT^2} \quad (18)$$

ここで本溶解平衡を $Cl_2(\text{気相}) \rightleftharpoons Cl_2(\text{液相})$ の不均一相の平衡と考え, 気相と液相の溶質成分の活量をそれぞれ a_g , a_l とすると, 平衡恒数 K は (19) 式であらわ

Fig. 3 Correlation between P and concentrations of unhydrolyzed chlorine at 30°C

Fig. 4 Correlation between P and concentrations of unhydrolyzed chlorine at 50°C

Fig. 5 Correlation between P and concentrations of unhydrolyzed chlorine at 60°C

Fig. 6 Correlation between P and concentrations of unhydrolyzed chlorine at 70°C

Fig. 7 Correlation between concentrations of unhydrolyzed chlorine and concentrations of NaCl soln

Fig. 8 Correlation between d_1 , d_2 in Eq. (11) and temperature

される。

$$l_n K = l_n a_1 - l_n a_2 \quad (19)$$

理想気体および理想溶液を仮定すると、 a_g および a_l はそれぞれ圧力 P およびモル分率 x であらわすことができるから、(19) 式は (20) 式となる。

$$l_n K = l_n x - l_n P \quad (20)$$

ヘンリーの法則 $x = k'P$ の関係から (20) 式は $l_n K = l_n k'$ となり、(18) 式から (21) 式が得られる。

$$\left(\frac{\partial l_n k'}{\partial T} \right)_p = \frac{\Delta H}{RT^2} \quad (21)$$

(21) 式において、 ΔH を温度 T 、食塩水食塩濃度 N に対して一定とすると、(21) 式の積分形は (22) 式であらわされる。

$$l_n \frac{k'}{k'_1} = - \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right) \quad (22)$$

ここにモル分率基準の恒数 k' 、 k'_1 はそれぞれ T 、 T_1

Fig. 9 Comparison of Experimental Data with values of $[Cl_2(aq)] + [Cl_3^-]$ calculated by Eq. (14)

Fig. 10 Nomograph for solubilities of unhydrolyzed chlorine in concentrated sodium chloride solution

に対応するが、濃度 (M/L) 基準の恒数 k, k_1 を同じく T, T_1 に対応せしめ、溶液の恒容である条件を入れると $k/k_1 = k'/k'_1$ の関係が成立するから、(22) 式は (23) 式となる。

$$l_n \frac{k}{k_1} = -\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right) \quad (23)$$

(23) 式と (17) 式を比較して $\Delta H/R = -2303$, すなわち $R=1.987$, $\Delta H=-4575$ とすると両式は一致するから、エンタルピーの変化 ΔH (溶解熱に相当する) が -4575 cal/M を示すことになる。

以上のように (14) 式は Van't Hoff の恒圧平衡式の平衡恒数を (10) および (11) 式で示されるヘンリー恒数 k とし温度および食塩水食塩濃度の本実験範囲で ΔH を一定として積分した形 (23) 式において、 $T_1 = 333^\circ\text{K}$ に対応する k_1 を基準値とした k vs T の関係を示すものである。なお (14) 式によって、塩素分圧 $P_{0.1} \sim 1 \text{ atm}$, 温度 $30 \sim 70^\circ\text{C}$, ($T=303 \sim 343^\circ\text{K}$), 食塩水食塩濃度 $N 200 \sim 300 \text{ g/L}$ の範囲で k を算出し、その値と実測値の比較を Fig. 9 で示し (14) 式が実測値とよく一致することを明らかにした。

Fig. 10 は (15) 式の算出を容易にするために、その関係をノモグラフに作図したものである。塩素の溶解度は、厳密には、前述のように Table I に示された a の値によって、(6) 式から $[\text{HClO}]$ を算出し、その値を (15) 式あるいは Fig. 10 によって求められる $[\text{Cl}_2(\text{aq})] + [\text{Cl}_3^-]$ の値に加算する必要があるが、アルカリが、添加されて pH が高くなっている特別の場合を除いては、濃厚食塩水についての本実験式の適用範囲では $[\text{HClO}]$ はきわめて小さく ($10^{-3.9} \text{ M/L}$ 以下), $[\text{HClO}]$ は無視することができる。

5. 結 言

濃厚食塩水の塩素の溶解度は、 $[\text{Cl}_2(\text{aq})]$, $[\text{Cl}_3^-]$, $[\text{HClO}]$ の総和として示され、pH 2 以下では近似的に $[\text{HClO}]$ は無視でき、塩素分圧と溶解度の関係はヘンリーの法則が成立する。

pH 1, 塩素分圧 1 atm, 温度 30, 50, 60, 70°C , 食塩水食塩濃度 217 g/L から 300 g/L の条件で、塩素の溶解度の実測値を示し、 $[\text{Cl}_2(\text{aq})] + [\text{Cl}_3^-]$ をつぎの実験式であらわした。

$$[\text{Cl}_2(\text{aq})] + [\text{Cl}_3^-] = P(2.21 - 0.00398N) \times 10^{-5} \times 10^{1000/T}$$

またこの実験式から、Fig. 10 に示したノモグラフを作図した。

付 記：本研究において、いろいろ御指導いただいた

京大工学部岡田辰三教授、吉沢四郎教授、高松武一郎助教授に厚く感謝致します。

Nomenclature

- a_1 : Constant in Eq. (5)
- a_g : Activity of solute component in gas phase [M/M]
- a_l : Activity of solute component in liquid phase [M/M]
- a_0 : Constant in Eq. (8)
- C : Concentration of chlorine in liquid [g/L]
- d_1 : Constant in Eq. (11)
- d_2 : Constant in Eq. (11)
- ΔH : Change in enthalpy [cal/M]
- K : Equilibrium constant in Eq. (18), (19)
- K_1 : $=(70.9)^2 k_0$, k_0 : Hydrolysis constant on molal basis
- K_2 : Equilibrium constant in Eq. (6)
- k : Henry's constant in Eq. (10) [M/L·atm]
- k_1 : k at T_1 [M/L·atm]
- k' : Henry's constant on basis of mol fraction [M/M·atm]
- k'_1 : k' at T_1 [M/M·atm]
- N : Concentration of NaCl soln [g/L]
- P : Partial Pressure of chlorine gas [atm]
- R : Gas constant [L·atm/M°K]
- T : Absolute temperature [°K]
- T_1 : Absolute temperature of a given state [°K]
- $\bar{v}$: Molal volume [L/M]
- x : Mol fraction of solute component in liquid phase [M/M]
- γ : Ratio of concentration of unhydrolyzed chlorine in water to concentration of chlorine in gas phase
- γ_{HClO} : Activity coefficient of HClO
- μ : $=P\bar{v}/RT$
- $\{ \}$: Activity in liquid [M/L]
- $[]$: Concentration in liquid [M/L]

Literature cited

- 1) Adams and Edmonds : *Ind. Eng. Chem.* **29**, 449 (1937)
- 2) Jakowkin : *Z. Phys. Chem.* **29**, 613 (1899)
- 3) Ogizawa, H. : *Riken-Soho*, **20**, 999 (1941)
- 4) Ogizawa, H. : *Riken-Soho*, **19**, 1220 (1940)
- 5) F. Foerster and E. Müller : *Z. Elektrochem.*, **51**, 921 (1902)
- 6) P. Whitney and J. E. Vivian : *Ind. Eng. Chem.*, **33**, 742 (1941)
- 7) E. F. Izard : *J. Am. Chem. Soc.*, **53**, 1667 (1951)
- 8) Lars Barr : *J. Electro. Chem. Soc.*, **101**, 497 (1954)

Solubilities of Chlorine in Concentrated Sodium Chloride Solution

Noriyuki Yokota*

A study was made of the effect of P , N , T and pH on the solubilities of chlorine in concentrated sodium chloride solution.

The experimental range of P was from 0.1 to 1.0 atm, N from 210 to 300 g/L, T from 303 to 343°K (from 30 to 70°C), pH from 1 to 5. The results obtained of the solubilities which might be considered the sum of $[\text{Cl}_2(\text{aq})]$, $[\text{Cl}_3^-]$ and $[\text{HClO}]$ were as follows:

The effect of pH on $[\text{HClO}]$ is given by Eq. (5). In the range of pH less than 3, where $[\text{HClO}]$ is found to be approximately negligible, the relation between solubilities and P is explained by Henry's law, [Eq. (10),] and the effect of N by Eq. (11). Hence, calculation of the solubilities of unhydrolyzed chlorine in the pH range given above are made by means of the following empirical equation:

$$[\text{Cl}_2(\text{aq})] + [\text{Cl}_3^-] = P(2.21 - 0.00398 N) \times 10^{-5} \times \frac{1000}{T}$$

where $P=0\sim 1.0$, $N=200\sim 300$, and $T=303\sim 343$.

This value can also be obtained graphically by employing the nomograph of Fig. 10 which is prepared from the above equation.

* Osaka Soda Co.

化学工学技術専門視察団 アメリカ通信

第1号 6月6日 PM 12.30 5日夜10時盛大なお見送りを跡に羽田を出発同日午後4時頃ホノルルに着きました。当地は風物、人物とも原色にあふれ、さすが南の常夏の国にきた感じを深くしました。諸手続きも無事に終り、一部の方々は早々夕食をおしんでワイキキの浜などにドライブされたりちょっとした買物をしたりしましたが、どうやら用を足せるので同意を強くした次第です。

約4時間後同地を出発6日朝6時頃サンフランシスコに着きました。空港には Project manager や通訳の方々が出迎えておられ親切に世話をしています。

一同自動車にて Sheraton Hotel-相当立派-に落付きました。

少し休んだ後早速通訳の方の引率のもと、キフフェテリヤ、ドラッグストアなどを見学かたがた用足しに行きました。アメリカ人はなかなかわれわれに親切なようです。「万事経験」と云う処です。

午後1時より最初の Orientation meeting があり、明日および明後日は休みの予定です。

一同元気で愉快にやっていますから御休心下さい。

なおいまのところたいした赤毛布は残念ながらありませんので御知らせできません。ではまた。

(日、時間は全部現地の時間です)

第2号 6月10日夜 6日サンフランシスコ到着後、7(土)、8(日)と2日間市内見物をしたり英気を養っていましたが、9日(月)には、第1回の訪問先である Shell Oil Development Co. (Emeryville にあり自動車にて約40~50分の所)に参りました。ここは全 Shell Co. の研究部門であり、各種の中間試験装置や計装関係および高分子物に対する X-ray や放射能試験装置などを充分に見、かつデイスカッションをさせて頂き、大いにうところがりました。

本10日は朝5時30分頃起床しホテルを出発、飛行機にて白雪を頂くシエラネバダの山々を下に見、続いて壮大なグランドキャニオンを貫てつつダレス経由、当ヒューストンに午後4時30分頃無事到着しました。

(以下 491 ページ余白へつづく)