

酢酸ナトリウム三水和物を用いた初歩的実験 1

—加熱による変化の観察(化学の不思議を示す定性実験)—

Submitted by YAMAMOTO Shinichi

Checked by MIZUMA Takehiko

提案者 山 本 進 一

追試者 水 間 武 彦

東京都立戸山高等学校

東京都立小平南高等学校

1 はじめに

酢酸ナトリウム三水和物は、興味深い現象をいろいろ見せてくれる物質である¹⁾。筆者は、高校で行う生徒実験の1回目と2回目に、この物質を用いている²⁾。1回目は加熱による変化を観察する定性実験であり、2回目は、加熱し結晶水を蒸発させ、水和結晶中の無水塩と結晶水との質量比を求める定量実験である。今月と来月の連続で、両方紹介させていただく。今月は1回目の定性実験である。現象の正しい理解はこの時期の生徒には難しいが、観察の重要性和化学の奥深さを印象づける効果は大きい。

4月の授業開始直後、できれば最初の時間に、生徒を実験室に入れ、次の台詞を言う。「化学は物についての学問だから、物を操作し観察・考察して、物から学んでほしい。求める答は試験管の中にある。詳しく観察し自分流に工夫して記録しよう。どういう現象なのかを自分で考えて説明してみよう。これから高校で化学を勉強すれば、現象を化学的にきちんと説明できるようになるが、今の君たちには難しい。今は間違った考察も恥ではない。」

2 準 備

器具：薬さじ、試験管、試験管ばさみ、ガスバーナー、

ガスマッチ (薬さじは使い古しのステンレスさじ。

手元が熱くなることはなく、燃焼さじより丈夫)

試薬：酢酸ナトリウム三水和物 $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 、塩化コバルト紙

3 実験操作

高校での初めての実験の場合、実験室での約束事を説明、ガスバーナーの使い方を確認した後で行う。

① 酢酸ナトリウム三水和物をステンレスの薬さじに軽く山盛り取る(図1参照)。これをガスマッチの小さな火でおだやかに加熱して、状態の変化を観察し記録する。

変化は、固体→液体→固体→液体→燃焼と続く。しかし、薬さじでは、最初の固体が完全に融解する前に蒸発乾固が始まることもある。

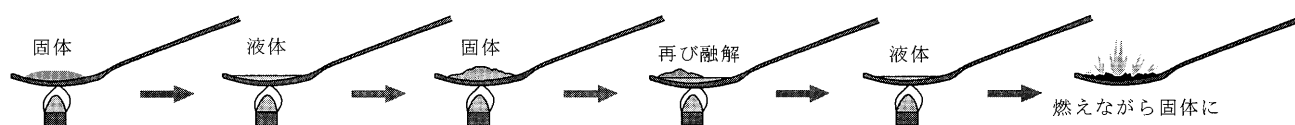
② 試験管に、底から約1cmほど酢酸ナトリウム三水和物を入れる。試験管ばさみを用い、①と同様に加熱し、詳細に観察する。試験管の名の通り、気体の発生などの変化の様子が薬さじよりよく分かるので、①の観察・考察を補足する。

変化は次の通り。

固体 → 液体 → 固体 → 液体 → 固体
 ↓ ↓
 気体 (1) 気体 (2)

気体 (1) は、水蒸気であるが、試験管の内壁で凝縮して

実験①



実験②

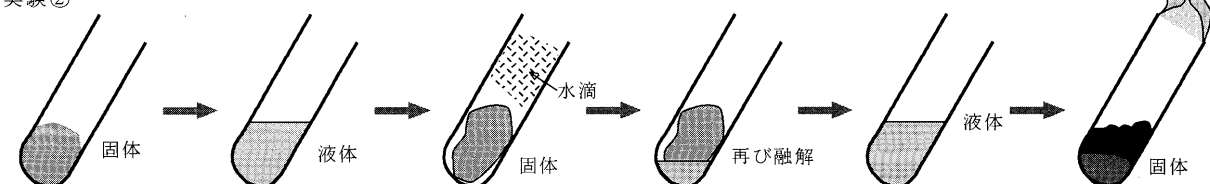


図 1

液滴となる。これが水滴であることを確認したい生徒には、塩化コバルト紙を与える。気体 (2) は、可燃性で、点火すると試験管の口で燃える。葉さじを用いての観察では、何が燃えているかわからない生徒も、試験管を用いると、発生した気体が燃えていることがよくわかる。

試験管の内壁に付いた水滴が多くなると加熱部分に流れ落ち、試験管が割れることがある。何が起こるか知らずに観察する設定の実験なので、事前に詳しく注意しておくわけにはいかない。実験中に、タイミングを見て「試験管の内部に液体が付いてきた班がありますが、これが加熱部分に流れていくと危険です。何らかの対策を講じなさい。」それで意図が通じない場合は「その液体が何かかわかったら、蒸発させてしまいなさい。」という。

試験管での加熱の前に葉さじでの観察を行うのは、どこまで加熱したらもう変化しなくなるかを知っておくためでもある。また、気体が発生しているときに試験管の口に点火することを、自発的に行わせるためでもある（この気体はかなり臭いが強い）。しかし、可燃性の気体に点火しない班もある。その班には「今気体が発生しているね。それがどんな性質を持っているかも調べてみよう。」という。なお、使用した試験管は数日水につけてから洗うとよい。

4 解 説

市販の酢酸ナトリウム三水和物は、グラニュー糖よりやや小さい粒状である。加熱すると 58℃ で融解する。純物質である三水和物が融解して、水溶液つまり混合物になる。高校生には特殊な融解である。他にも、チオ硫酸ナトリウム十水和物など、融点が 100℃ 以下の水和結晶は融解して水溶液となる。

この融解液をさらに加熱すると、やがて沸点に達する (120℃)。沸騰によって水溶液が濃縮されると、蒸発乾固が始まる (124℃)。生じる固体は酢酸ナトリウム無水塩である（葉さじで行う場合は多少飛散するが危険性は無い）。見かけ上全体が固体になった後も、内部から水がかなり出てくる。

次に無水塩が融解し始める（融点 324℃）今度は生じる液体も純物質で、普通の融解である。

これをさらに加熱すると、350℃ 前後から熱分解が始める。見かけは沸騰によく似ているが、やがて発生気体が燃えだす。後に黒色、白色混合の不均一な固体が残る。この熱分解も、発生気体が可燃性であることも、多くの有機化合物に見られる現象である。また、分解生成物が雑多で、化学反応式に書けないことも有機化合物として一般的である。

なお、発生気体を水上置換すると、捕集気体は石灰水を白濁し、臭素水や過マンガン酸カリウム水溶液と反応する。水上置換に用いた水はヨードホルム反応を示す。無水

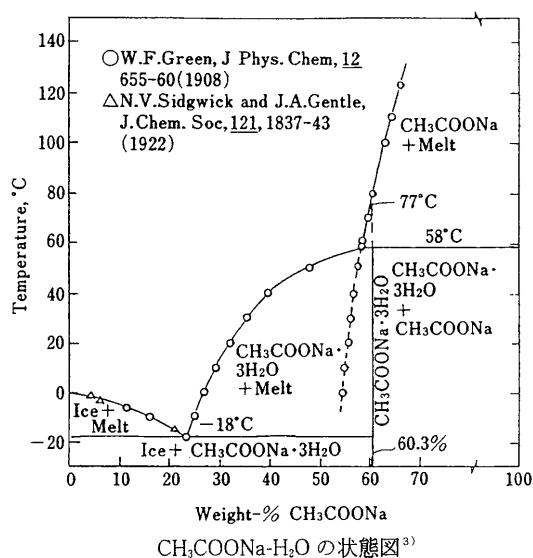


図 2

塩の熱分解を、無水塩に水酸化ナトリウムをよくすり合わせてからの加熱（メタンの製法）と比較するのも、有機化学の範囲での発展実験としておもしろい¹⁾。

5 おわりに

58℃での三水和物の液化は、水溶液を生じるためか「結晶水に溶解する」の表現も見かける。しかし、状態図³⁾(図2)から分かるように、58℃では酢酸ナトリウムは、三水和物に相当する60.3%の濃度まで水に溶けることはできない。本法では加熱が急激なため観察できないが、三水和物をポリ袋等に入れ、湯煎して穏やかに加熱すると、58℃で結晶構造が崩れ、飽和水溶液に無水塩の固体を少量含む状態となることが観察できる。そして、温度を上げるとこの固体は徐々に溶け、77℃で完全に溶解する¹⁾。したがって、58℃での変化はどちらかといえば、溶解より融解が妥当と考える。

文 献

- 1) 山本進一, 「いきいき化学明日を拓く夢実験」新生出版 p. 204 (1994) または、平成6年度東レ理科教育賞受賞作品集 (第26回) p. 25 (1995)。
- 2) 山本進一, 平成14年度全国理科教育大会宮崎大会研究発表論文(資料)集, 24, 68 (2002)。
- 3) A. Peble, *Thermochimica Acta*, 13, 109 (1975)。

時間	準備に要する時間	20分
	実験に要する時間	30分
種類	○演示／○生徒実験／○科学部	
難易	教師が実験する場合	難しい／○易しい
	生徒が実験する場合	難しい／○易しい
費用	1回の実験費用	5～10円

提案者連絡先：162-0052 東京都新宿区戸山3-19-1 (勤務先)。

追試者連絡先：187-0022 東京都小平市上水本町6-21-1 (勤務先)。