

化学実験における基本操作習得に関する考察 —総合的学習としての醤油から食塩の分離実験—

巻本 彰一*・大久保 彰人**

Consideration on the Acquisition of Basic Operations in Chemical Experiments
—The Separation Experiment of Salt from Soy Sauce as Comprehensive Learning—

Shoichi MAKIMOTO and Akihito OOKUBO

Accepted April 28, 2017

抄録：化学の基礎的な実験を精確に安全に行うには基本的な実験操作方法を習得することが必要であるが、理科領域においても多くの学生が各操作に自信を持ってないまま入学して来ている実態がある。中学校・高等学校での授業時間が限られる中では、短時間で楽しく基本的操作が学べる実験内容が必要とされていると思われるので、今回は「醤油から食塩の分離」という実験を整理し、内容を発展させることにより基本的な実験操作の習得ができるようにした。教員の十年期研修で現職の先生方に行ってもらったところ大変好評であったので紹介する。

索引語：化学実験，基本操作，総合的学習，醤油，食塩

Abstract: In order to accurately and safely perform basic chemistry experiments, it is necessary to master basic experimental manipulation methods. Furthermore, in the science field, many students enter university without confidence in such operations. There is a reality that it is coming. It is believed that experimental content that allows basic operations to be learned in a short time period is required, but class hours at junior and senior high schools are limited. We made it possible to acquire basic experimental manipulation by arranging and developing the experiment “separate salt from soy sauce”. The experiment was very popular, and we intend to hold such training for teachers in 10th year of the teacher training, to introduce teachers to the method.

Key Words: chemical experiments, basic experimental operation, comprehensive learning, soy sauce, salt

* 京都教育大学教育学部

** 大阪府立枚方高等学校

1. はじめに

『高等学校学習指導要領解説理科編』¹⁾において、目標として「自然の事物・現象に対する関心や探究心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な自然観を育成する。」と示されている。上述で『目的意識をもって観察、実験などを行い』の意味は、生徒に科学的に探究する能力や態度を身に付けさせたり、自然の事物・現象についての体系的な知識を得させたりするため、生徒が目的意識をもって観察や実験などを行うよう教師が配慮し指導することを示している。観察や実験の目的を一人一人の生徒が明確に把握し、見通しをもって観察、実験などを主体的に行うよう指導することが大切である。」と示されている。

一人一人の生徒が観察や実験の目的を明確に把握し、見通しをもって実験を主体的に行うためには、実験器具の取り扱いや基本的な実験の操作方法について正しい理解をすることが必要であると考えられる。また正しい実験器具の扱いや操作方法を行わなければ、誤った操作などから事故につながることもあり、生徒の安全面を考慮するうえでも適切な実験器具の取り扱いや正しい実験の操作方法を身に付けさせることが必要となる。しかし高等学校によって扱う実験の内容や、時間的な制限もあることから、その経験の量には個人差がある。本学の理科領域入学生においてでも、高等学校卒業時点で化学実験における実験器具の取り扱いや基本的な実験操作の経験にはかなりの個人差があり、また習得できていない実験器具の取り扱いや、基本的な操作方法がある学生も多い。

現在、中学生や高校生は授業で行われる実験を通して実験器具や操作方法について学ぶことが多い。しかし授業では行う実験の内容を重点的に扱うことが多く、正しい実験器具の取り扱いや基本的な操作方法を身に付けさせることを目的に行うことは少ない。そこで上記の研究の背景に挙げたことを受け、ここでは基本的な実験器具の取り扱いや化学実験の基本操作について効果的に学ぶことが出来る実験例を検証したいと考える。効果的な実験器具の取り扱いや基本的な実験方法の習得のためには、そのひとつひとつを独立的、断片的に学ぶよりも、生徒の興味や関心を引き付け、印象に残りやすいいくつかの実験を通して網羅的に学ぶことで、より基本操作が生徒に身に付き、習得しやすくなると考える。また化学に対する興味や関心も喚起しやすいと考える。

本研究では中学生、または高校生が化学実験の導入として、実験器具や正しい基本操作について網羅的に学ぶことができ、または再確認できるような実験例として、興味や関心を持ちやすくするため、生徒に身近なものを用いた実験例がよいと考える。そこで生徒に身近にある醤油から、含まれている有機物を燃やして、食塩を分離する実験²⁾を参考に、基本操作について学ぶことが出来ることと、さらに総合的学習にも使えるように発展させた実験例を考案し、それらの検証を行いたいと考える。また考案した実験を本学の化学基礎実験 (b) クラスと現職教員の 10 年研修 (2015 年度教員免許状更新講習) で実施した結果についても併せて報告する。

2. 習得させるべき基本操作とアンケート調査結果

高等学校での化学基礎・化学の教科書に記載されている実験例に含まれる実験操作を考えると以下の 12 種類の操作^{3, 4)}にまとめられると思われる。

①加熱, ②冷却, ③ろ過, ④濃縮・蒸発, ⑤液性, ⑥ガラス器具の取扱い, ⑦試薬の量のはかり方, ⑧粉碎, ⑨攪拌, ⑩沈殿の完結・洗い方, ⑪滴定操作, ⑫分液漏斗を用いた抽出

2014 年度入学生と数人の過年度生が受講した本学の化学基礎実験 (a) および (b) クラスの学生 46 人を対象に上記に挙げた化学実験の 12 種類の基本操作の経験とその習熟度に関する調査アンケートを行った。このアンケートは高等学校卒業時点での基本操作の経験と習熟度を調査するために 2014 年度から毎年行っているものである。表 1 に中学校理科および高等学校化学において学んだ基本的操作の経験度を, 表 2 に高等学校卒業時点での基本操作別の習熟度アンケート調査結果を示した。

表 1 中学校理科および高等学校化学における基本的操作の経験度

基本操作名	経験した	経験していない	経験した割合 (%)
①加熱	46	0	100
②冷却	41	5	89
③ろ過	44	2	96
④濃縮・蒸発	34	12	74
⑤液性	43	3	93
⑥ガラス器具の取扱い	41	5	89
⑦試薬の量のはかり方	39	7	85
⑧粉碎	18	28	39
⑨攪拌	31	15	67
⑩沈殿の完結・洗い方	24	22	52
⑪滴定操作	33	13	72
⑫分液漏斗を用いた抽出	14	32	30

表 2 高等学校卒業時点での基本操作別の習熟度アンケート調査結果

基本操作名	5	4	3	2	1	5 または 4 の 割合 (%)	2 または 1 の 割合 (%)
①加熱	32	11	2	0	0	96	0
②冷却	15	16	10	4	0	69	9
③ろ過	21	14	8	2	0	78	4
④濃縮・蒸発	14	9	10	5	6	51	24
⑤液性	18	11	7	7	2	64	20
⑥ガラス器具の取扱い	6	22	10	5	2	62	16
⑦試薬の量のはかり方	9	12	10	11	4	47	33
⑧粉碎	6	8	4	9	18	31	60
⑨攪拌	11	13	7	7	7	53	31
⑩沈殿の完結・洗い方	3	11	8	9	13	31	49
⑪滴定操作	5	16	8	8	8	47	36
⑫分液漏斗を用いた抽出	3	5	5	10	22	18	71

(5 : 習得できた, 4 : ほぼ習得できた, 3 : 普通, 2 : ほとんど習得できていない,
1 : 全く習得できていない)

表1の結果から12種類の基本操作の内、加熱の操作は全員が経験していたが、逆に少ないものを挙げると、沈殿の完結・洗い方の操作は52%、粉碎の操作は39%、分液漏斗を用いた抽出の操作では30%しか経験していなかった。また高等学校卒業時点でそれぞれの基本操作の習熟度がどの程度かを調した表2においても、沈殿の完結・洗い方の操作は49%、粉碎の操作は60%、分液漏斗を用いた抽出の操作では71%が5段階の内、2（ほとんど習得ができていない）または1（全く習得ができていない）と答えた。また12種類の基本操作の中で、6種類の操作が30%以上が習得できていなかったことがわかった。以上から、基本操作の中で、中学校理科または高等学校化学において経験していない、また習得できていないものも多いことが分かった。

本研究で適した実験例としての条件としては、基本的な実験器具を使用していること、上記に挙げた12種類の基本操作の中に含まれるものが多く、理科や化学における実験の導入として短時間、かつ安全で簡単に行うことができ、生徒が興味を持ちやすいものが良いと考えられる。今回は次に示すように、醤油から食塩を取り出すという実験例²⁾を総合的学習にも使えるように発展させた実験例を考案した。醤油にはうまみ成分である有機物と食塩等の無機物が含まれているが、有機物を加熱炭化させることで無機物と分離できる。一連の操作には実験における基本操作が全て含まれており、探究活動により基本操作を再確認することができると思われるからである。

3. 実験方法とその結果

まず実験の前段階として、対象者が初心者である場合や練習で行う場合には、具体的な操作に入る前に器具の安全な取り扱い方、各操作の注意事項などを説明し、理解させたうえで実験を行わせることが必要である。実験内容は前半の「醤油から食塩の分離」と後半の「結晶成分の分析」の2つからなっている。中学生を対象にするのなら前半部分まで、高校生以上を対象とするのなら前半と後半を続けて行うことで考案されている。時間に応じて取捨選択するとよいが、中学生が対象の場合は実験を始める前に器具の安全な取り扱い方や注意事項などを必ず行う必要があると思われる。

「醤油から食塩の分離」

試薬および必要な器具（数量は1グループ分で示してある）

醤油 10mL、蒸発皿 1 枚、三角架 1 つ、ガスバーナー 1 台、るつぼばさみまたは試験管ばさみ 1 つ、ガラス棒 1 本、濡れぞうきん 1 枚、漏斗 1 つ、ろ紙数枚、漏斗台 1 台、100mL ビーカー 2 つ、ピペット 1 本、上皿もしくは電子てんびん 1 台（全グループで 1 台でも可）、薬包紙数枚

実験操作

操作 1：蒸発皿に醤油を 10mL 入れて三角架に乗せ、ガスバーナーで強く加熱し焼く。（図 1）



図1 三角架を用いた加熱

操作2：水分が無くなって焦げが付きだしたら蒸発皿を試験管ばさみで火から外し、絞った濡れぞうきんの上で少し冷却する。

操作3：蒸発皿の側面に付着した焦げをガラス棒で落とし、再度完全に炭化する（煙が出なくなる）まで焼いた後、放冷する。

操作4：蒸発皿に水を5～10mL加えてガラス棒でよく攪拌し、蒸発皿に付着した炭を落とす操作を2回繰り返す。（図2）

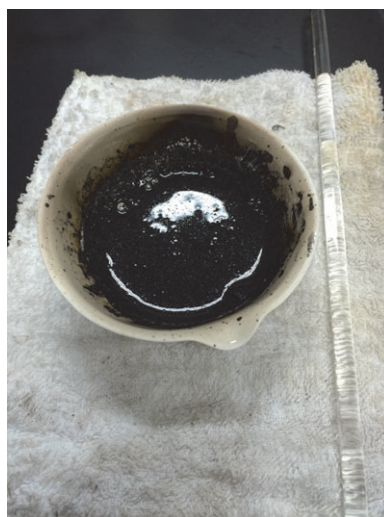


図2 加熱後、水を加え攪拌し無機物を溶解している状態

操作5：前述の炭をできるだけろ紙上に移さない様にろ過し（図3）、そのろ液（図4）を蒸発皿に入れて金網の上で加熱し蒸発乾固する。

操作6：放冷後、残った結晶を葉包紙に取り出し、質量を測定する。（図5）



図3 攪拌後，炭をろ過している状態

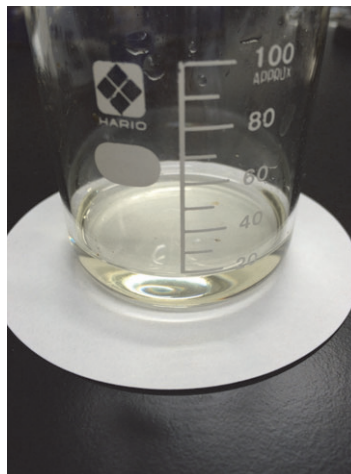


図4 ろ過後のろ液

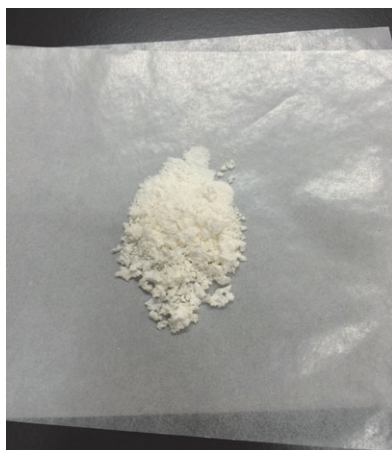


図5 醤油から取り出した結晶

「結晶成分の分析」

試薬および必要な器具（数量は1グループ分で示してある）

0.02M 硝酸銀 20mL, 5%クロム酸カリウム数滴, 白金線またはニクロム線 1本, 25mL か 50mL ビュレット 1本, ビュレット台 1台, 漏斗1つ, ろ紙数枚, 漏斗台 1台, 100mL ビーカー 2つ

実験操作

・液性の確認

操作7：結晶を少量の水（2mL）に溶かし，その溶液をガラス棒でリトマス紙につけて液性を確認する。

・炎色反応による Na^+ の同定

操作8：結晶を少量の水（2mL）に溶かし，そこに輪を作った金属線を浸し，ガスバーナーの外炎に入れ，炎色反応を行う。（図6）

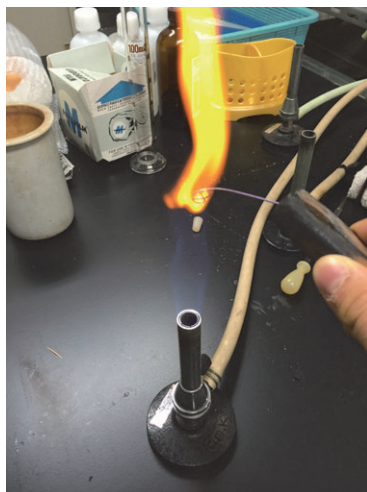


図6 結晶の炎色反応

- ・硝酸銀 AgNO_3 を用いた感光によるハロゲン化銀の確認

操作9：試験管内に 0.1 g の結晶を 5mL の水に溶かし、0.02M の硝酸銀を加える。生じた沈殿(図 7)をろ取し、感光させる。(図 8)

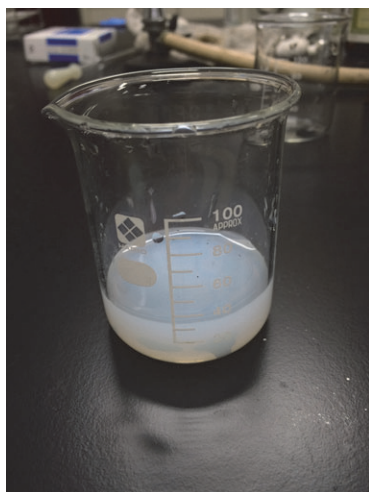


図7 操作9で生じた白色沈殿

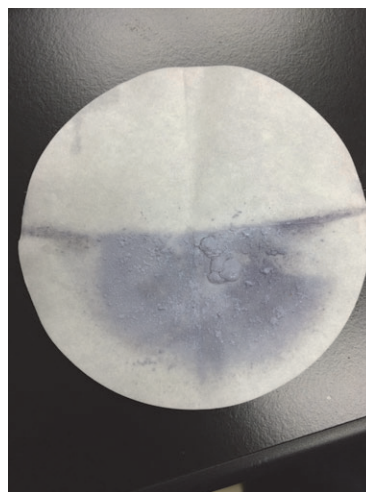


図8 感光させたる紙

- ・クロム酸カリウム K_2CrO_4 を指示薬とした塩化物イオンの定量

操作10：100mL ビーカーに結晶 0.01 g を入れて少量の水で溶かし、5% K_2CrO_4 を5滴加える。それにビュレットに入れた 0.02M の硝酸銀を溶液が赤褐色を呈するまで加える(図 9)。滴下量から結晶中の塩化物イオンの割合を求める。



図9 Ag_2CrO_4 ができて赤褐色を呈した状態

ここで結晶中の NaCl の割合は、下記の式 (1) で求められる。

$$\frac{\text{硝酸銀の滴下量 (X mL)} / 1000 \times \text{濃度 (0.02M)} \times \text{NaCl の式量 (58.5g/mol)}}{\div \text{溶解させた結晶の質量 (0.01g)}} \quad (1)$$

4. 考察

実験前半で用いた実験器具は蒸発皿、三角架、ガスバーナー、るつぼばさみまたは試験管ばさみ、ガラス棒、濡れぞうきん、漏斗、ろ紙、漏斗台、100mL ビーカー、ピペット、上皿もしくは電子てんびん、薬包紙であり、操作として基本的な実験器具を用いることが出来た。下記にまず予備実験を行った時の操作上の注意点を記す。

操作1では蒸発皿に入れた醤油を焼く際、金網に乗せた蒸発皿をガスバーナーを手に持って上下から焼くという方法もあるが、蒸発皿を三角架の上ののせて下からのみ焼くようにしたことで、実験中での危険性を減らした。また安全面だけでなく、時間的にも蒸発皿をガスバーナーを手に持って上下から焼くのでは完全に焼けるまでに20～25分間ほどの時間がかかっていたのに対し、三角架を用いた場合、10分間ほどで焼くことが出来たので、50分の授業時間のなかで時間的に余裕をもって行うことが出来るようになると思われる。危険性が少なく、時間的に余裕をもって行うことが出来るという点では、中学生や高校生が初めて化学的な実験を行うのに適していると考えられる。

操作2では操作1とは逆に三角架で加熱を行う場合は、ガスバーナーを手に持って焼くのに比べ完全に醤油を焼き切ることが難しく、加熱中の醤油の中に有機物が残り、ろ過を行う際に、ろ液が黄色くなることもある。しかし加熱の途中で1度火から外し、ガラス棒で蒸発皿の側面に付着した醤油を落としてから再度焼くことで、次の段階に問題がない程度まで焼くことができた。それと濡れぞうきんで蒸発皿を冷却するときであるが、この操作でよく蒸発皿を割ることが多い。ぞうきんに含まれている水分率が重要で、ぞうきんが完全に乾燥していると高温の蒸発皿を置くと燃え出す危険があり、あまり水分を吸っていると蒸発皿は割れてしまう。ぞうきんは一旦完全に濡らした後、きつく絞る程度の水分を保持させたぐらいが蒸発皿が割れずにちょうどよい状態であるようだ。

操作3では蒸発皿の側面に付着した焦げをガラス棒でよく落として、再度完全に炭化する（煙が出

なくなる)までよく焼かないと、ろ液が着色する。ここでろ液が着色していると取り出した後の結晶も着色するので、よく焦げを落としてよく焼いておく必要がある。

操作4では、蒸発皿に水を5～10mL加えてガラス棒でよく攪拌し、蒸発皿に付着した炭を落とす操作を2回繰り返すが、抽出操作の意味を理解せず、最初から2倍量の水を加える者がよくいる。

操作5では、ろ液蒸発皿で蒸発乾固させるが、その時に蒸発皿から結晶が飛び散り易いので、蒸発皿の溶液がなくなる少し前に火を止め、余熱で乾燥させるとよい。

操作6では、結果の平均として醤油10mLから結晶1.08gが得られたが、醤油10mL中には食塩1.6g含まれている⁵⁾ので、収率は約68%となった。

後半部分で用いた薬や実験器具は、硝酸銀、クロム酸カリウム、白金線またはニクロム線、ガスバーナー、ピペット、ビュレット、ビュレット台、漏斗、ろ紙、漏斗台、ビーカー、であるので、操作として基本的な実験器具を用いることが出来た。下記に操作上の注意点を記す。

操作7でのリトマス紙を用いた液性の確認では、リトマス紙を指でつかんで溶液につけようとする者に注意すればまず問題は起こらない。溶液は中性なのでリトマス紙は変色しないが、間違いなくその結果が得られるはずである。

操作8の炎色反応による Na^+ の同定では、ナトリウムは強い黄色の炎色反応を示すため、結果が得られないことはないと思うが、炎色反応前に金属線をあらかじめ塩酸につけ酸洗いをするという脱脂操作がある。その時に金属線をガスバーナーで強く焼いてしまうとボキボキと折れてしまうので注意が必要である。

操作9の硝酸銀 AgNO_3 を用いた感光によるハロゲン化銀の確認は、ハロゲン化銀は感光性があるがハロゲンによって反応速度が異なり、 $\text{I} > \text{Br} > \text{Cl}$ の順に遅くなるので、塩化銀の場合は直射日光に当てられればよいが雨天の場合は補助の照明器具が必要となる。30cmの距離で、白熱電球なら60Wクラス、蛍光灯なら15Wクラスあれば20分程度で紫に変色する。

操作10のクロム酸カリウム K_2CrO_4 を指示薬とした塩化物イオンの定量は一般に沈殿滴定といわれるものである。溶液中に塩化物イオンとクロム酸イオンが共存するときには、溶解度積定数の関係から最初は滴下された銀イオンは溶液中の塩化物イオンと反応して AgCl として沈殿し、溶液中に塩化物イオンがなくなると過剰となった銀イオンは Ag_2CrO_4 として沈殿が始まる。この反応は塩化銀の白色沈殿が定量的に形成された後に黄褐色沈殿が出てくるので、よく攪拌しないと滴定終点としての変化が見にくい。また、滴定に用いる硝酸銀の濃度が0.01Mよりも薄かった場合はその滴下量が多くなり、結晶中の塩化ナトリウムの割合を求めたときに100%よりも大きくなってしまふことがある。これは沈殿物の溶解度積定数の関係から、硝酸銀で Br^- や I^- を AgBr や AgI として沈殿させるときはよいが、塩化物イオンを AgCl として沈殿させる場合は AgCl と Ag_2CrO_4 の沈殿が始まる銀イオンの濃度が近いことで起こる。中学生や高校生がこの実験を行ったときに、誤った概念を植え付けさせないために実験を行わせる前に、硝酸銀の濃度を確かめておく必要があると考えられる。

操作10で滴下する硝酸銀の銀イオンと結晶を溶かした溶液に含まれる塩化物イオンは1:1の割合で反応するため、滴定した結果を(1)式に従って、前半部分で出てきた結晶中の塩化ナトリウムの割合を求めた結果を表3に示す。表3より結果は平均で98.6%となった。行った5回の結果はそれぞれ平均の値から $\pm 0.8\%$ の範囲に収まった。ここから結晶中の塩化ナトリウムの割合は非常に高いことがわかる。

各実験操作に含まれる基本的操作について考えると、

表 3 操作 10 の結果

回数	割合 (%)
1	98.6
2	98.9
3	99.1
4	97.8
5	98.8
平均	98.6

操作 1 では、①加熱、④濃縮・蒸発、⑥ガラス器具の取扱い、⑦試薬の量のはかり方、

操作 2 では、①加熱、②冷却、④濃縮・蒸発、

操作 3 では、①加熱、②冷却、④濃縮・蒸発、⑧粉碎、

操作 4 では、⑥ガラス器具の取扱い、⑧粉碎、⑨攪拌、⑫抽出（固－液）

操作 5 では、①加熱、③ろ過、④濃縮・蒸発、⑥ガラス器具の取扱い、⑨攪拌、

操作 6 では、②冷却、⑥ガラス器具の取扱い、⑦試薬の量のはかり方、⑧粉碎、

操作 7 では、⑤液性、⑥ガラス器具の取扱い、⑨攪拌、

操作 8 では、①加熱、⑥ガラス器具の取扱い、

操作 9 では、③ろ過、⑥ガラス器具の取扱い、⑦試薬の量のはかり方、⑨攪拌、⑩沈殿の完結・洗い方、

操作 10 では、⑥ガラス器具の取扱い、⑦試薬の量のはかり方、⑨攪拌、⑩沈殿の完結・洗い方、⑪

滴定操作、が含まれていることがわかる。表 2 で示した習熟度が低い⑧粉碎、⑩沈殿の完結・洗い方、

については実験操作に入れることができた。一方、⑫分液漏斗を用いた抽出については、醤油が極端な水溶性のため、酢酸エチルー水系で液－液抽出の操作を行ってみたが醤油は常に水相にあった。それゆえ、分液漏斗を用いた抽出操作を、各実験操作の中に入れることができなかったのは残念である。

しかし、焼いた炭から無機物を水によって抽出するという固－液抽出の操作は入れることができた。

この固－液抽出操作は、混合物から必要な物質のみ液体で溶かし出すという操作なので、液－液抽出に劣らず実験の基本操作として非常によく用いる操作を経験できることになる。

5. 基本的操作習得に対する有用性

本実験はガスバーナーや漏斗、試験管など基本的な実験器具を用いており、また基本操作として挙げられる 12 種類の項目の内、分液漏斗を用いた液－液抽出は除いて、全ての操作を行うことができた。また前半部分だけの実験を行っても、生徒にとって身近である醤油から食塩が多量にとれるため、化学実験の導入として、生徒が興味や関心を持ちやすい教材であると考えられる。生徒はわずかな醤油をかけることでもたくさんの塩分をとっていることが体得できるので、食育の一環としての授業とも関連させられるだろう。

後半部分の実験では、操作 7 で（食塩と思われる）結晶を溶かした溶液は中性であること、操作 8 の炎色反応から溶液にナトリウムイオンが含まれていること、操作 9 の感光によるハロゲン化銀の確

認からは、弱い感光性であることから溶液には塩化物イオンが含まれていたことが分かる。それらの結果を総合的に解釈すると、前半部分で得た結晶は塩化ナトリウム（食塩）であったことが結論づけられる。操作 10 のクロム酸カリウム K_2CrO_4 を指示薬とした塩化物イオンの定量からは、結晶の純度が計算できる。それゆえ、総合的な学習の一環として前半部分の実験で得られた結晶の同定をさせ、何が含まれていたかを化学的に推論を進めさせ、確かめさせる実験内容ともなる。

本実験は、実験をするだけなら、前半部分と後半部分で 50 分間の授業 2 コマで実験を行うことができる。しかしもう 1 コマ増やして 3 コマで実験を行う方がよい。それは、実験操作の説明や用いる器具の説明を、どれだけの時間を割いて行うかやどのような説明を行うかは、実施する教員、または実験を行う生徒のレベルによって異なると考えられる。本実験は、実験操作や器具の扱い方、行う実験の内容について生徒に説明を終え、理解させる段階を含めて、授業 3 コマで行うのがよいであろう。特に実験前の説明の中では、基本操作の 1 つ 1 つを生徒に説明をし、理解させたいで行わせる必要がある。中学校や高等学校では授業で実験を行う際、全 30 ～ 40 人ほどの内、4 人 1 班単位で 8 ～ 10 班で行うことが多い。人数や班が多く、全体への説明の共有が難しいため、教員 1 人が全員に実験器具の扱い方や操作方法を説明する際は、基本操作を生徒に行わせるうえで、その操作ごとに、加熱の操作ではガスバーナーの使用法や注意点などを投影機やプロジェクターなどで教員の操作をスクリーンに映し、生徒全員に共有させ、理解させて進めるとよい。滴定操作でのビュレットやホールピペット、本実験では使わないが分液漏斗を用いた抽出の操作での分液漏斗などの実験器具の取り扱い方を説明する際も、投影機等でスクリーン上に映し出すことがよいと考えられる。

授業実践であるが、2014 年 10 月 16 日に化学基礎実験 (b) クラス 26 名に対して約 50 分の器具の安全な取り扱い方、各操作の注意事項などを説明し、理解させたいので、前半の「醤油から食塩の分離」の実験のみを行った。説明時間は約 50 分、その後に前半部分の分離実験を行ったが所用平均時間として約 50 分で終わっていたので、説明時間を含めた全所要時間は約 100 分であった。また 2015 年 8 月 11 日に 2015 年教員免許状更新講習の理科授業の実践的事例（化学分野）で、身近な物質を用いた物理変化・化学変化の理解というテーマで「醤油から食塩の取り出し」という探求活動を行った。受講生は 17 名であった。その時の理念・目標は以下の 4 点であった。

- ① 探究的な学習を通して探究することのおもしろさを知り、その方法を学ぶ。
- ② 科学技術・理科に対する関心を高める。
- ③ 実際に活動する中で、科学技術・理科に対する学習意欲の向上を図る。
- ④ 自然や科学技術・理科に対する創造性・知的好奇心・探求心を育てる。

教員免許状更新講習ではあらかじめどのような内容の実験が求められているかは 2 ヶ月程前に全員の希望を知ることができたが、ほとんどの方が現任校での授業でも、あまり理科の実験ができず、それゆえ理科実験にはあまり精通している訳ではないので、操作の基本的なことや探求活動に使えるような実験を求められているようであった。そこで探求活動による実験基本操作の習得という題で前半部分と後半部分を併せて行うこととした。

最初に約 15 分間を使い表 1 と表 2 を示し、本学の学生は将来理科の教員になるべくして入学してきた学生であるにもかかわらず、入学時にどのような基本的な操作を得手・不得手としているかを示した。その後、「醤油にはうまみ成分である有機物と食塩等の無機物が含まれているが、有機物を加熱炭化させることで無機物と分離できる。一連の操作には実験における基本操作が全て含まれており、探求活動により基本操作を再確認することができる。」とだけ説明した後に前半部分と後半部分の具

体的な実験操作を行ってもらった。実験の最中は机間巡視を行い、正しくない実験器具の使い方等の実験操作上の問題点を指摘する形で講習を進めた。全体での所要平均時間は約 120 分であった。

実施後の感想だが、現職の先生方であっても結構正確な操作を忘れられていることが多く、例えばビュレットの中に硝酸銀溶液を入れるときに中をともし洗いをすることを忘れていたり、ビュレットの上に漏斗を乗せたまま滴定操作を開始したり等が見受けられた。それ故、基本的な操作の再確認になって楽しい実験であったという感想を全員から受け取った。

6. 結論

以上よりこの醤油から食塩の分離実験は、実験例の条件として挙げた基本的な実験器具を使用していること、各操作で 12 種類の基本操作の中に含まれるものが多く、理科や化学における実験の導入として短時間、かつ安全で簡単に行うことができ、生徒が興味を持ちやすいもの、という条件に適したものであると考えられる。このことから中学生、高校生が化学実験の導入として実験器具や正しい基本操作について学ぶことができる実験例として適当であると考えられる。また大学での基礎実験や教員の講習での実験例としてもよい実験例となっていると考えられる。

参考文献

- 1) 文部科学省、『高等学校学習指導要領解説理科編』, 2009, p.12.
- 2) 愛知県総合研究センター, 理科 CST の広場 (高等学校化学), 「しょう油から食塩を取り出す」,
<http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/koutou/kagaku/ka6/syoyu/syoyu.htm>. (2015 年 1 月 20 日アクセス)
- 3) 浅田誠一ら著、『図解とフローチャートによる定性分析 (第二版)』, 技報堂出版, 1999, p.35-48.
- 4) 佐賀県教育センター研究紀要, 安全な理科実験・観察ハンドブック作成委員会編 (高等学校化学), 「安全な理科実験における基本的な注意事項」, 2004. p.5-26.
http://www.saga-ed.jp/kenkyu/kenkyu_chousa/kenkyu_kiyo_index.htm, (2015 年 1 月 20 日アクセス)
- 5) キッコーマン HP, <https://www.kikkoman.co.jp/products/product/K050505/index.html>. (2015 年 1 月 20 日アクセス)