化学

インクの TLC による分解に必要な条件は？

兵庫県立神戸高等学校　自然科学研究会化學班
２年　森田啓介，遠藤功一，伊藤利晃

1. 動機及び目的

薄層クロマトグラフィー（以降 TLC と呼称する）の原理は吸着剤と化合物の相互作用の強さの違いによって化合物ごとに分離するというものであるが、そもそも溶媒によって板の上を化合物が移動しないという例が存在するのかどうかに興味を抱き、実験を通して調べてみることとした。目的は染料系インクを用いて、TLC が行われるために必要な条件がどういうものなのかを調べることとした。

2. TLC の原理

TLC は目的となる物質（今回の場合は染料系インク）の中の化合物と吸着剤（今回の場合はシリカゲル）の相互作用の強さの違いを利用して、化合物ごとに分離するという手法です。

板の下部を少しだけ溶媒に浸すことで溶媒が少しずつ板の上部に浸透していき、その際に物質が溶媒とともに板上を移動し、物質内の化合物が板上の吸着剤と相互作用により吸着剤に留まります。

この時、吸着剤との相互作用が強い化合物は板の上を移動する速度が遅く、相互作用の弱い化合物は移動する速度が速くなることで化合物による分離を行うことができます。

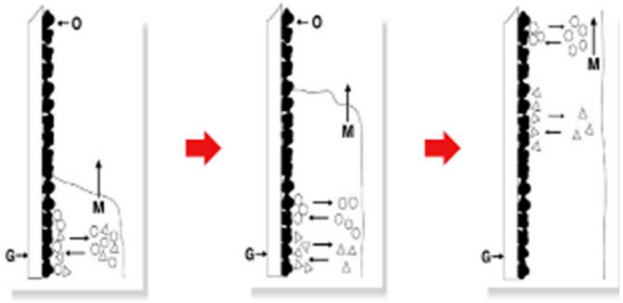


図１：TLC の原理

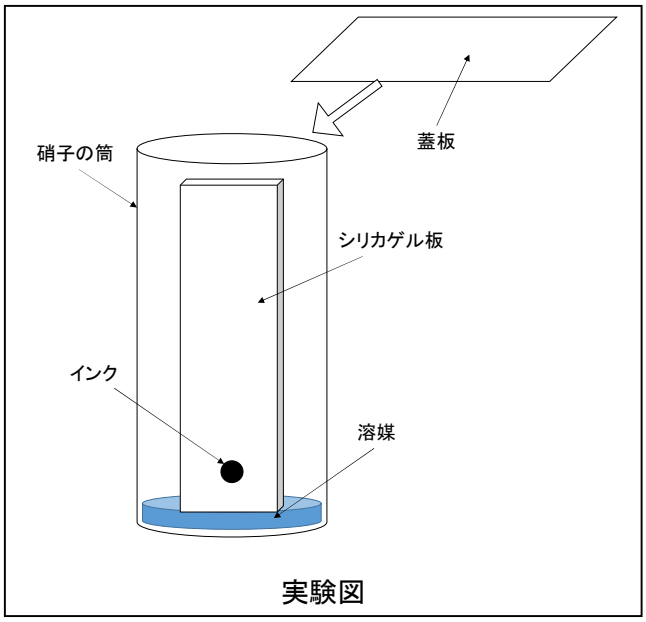
3. 方法

溶媒、インクの状態をそれぞれ４通りずつ、計１６通りの条件で TLC を行う。

溶媒の条件
１、水
２、エタノール
３、ブタノール
４、ヘキサン

インクの状態
１、通常
２、一度水分を蒸発させたのち純水を加える
３、次亜塩素酸ナトリウムで漂白を行う
４、２と３の動作を共に行う

2 の動作を行う理由はインクに含まれるアルコール類を蒸発させることにある。
3 の動作はインクの黒色を出しているアゾ染料を漂白するために行う。今回は次亜塩素酸ナトリウムを含んでいる洗剤を使用して実験を行った。



実験図

図のように組み立て、溶媒がシリカゲル板を伝っていく様子を観察、撮影する。（溶媒の種類にもよるが、大体 3～4 時間で板上を伝い終えた。）

4. 結果と考察

結果は図の通りとなった。

溶媒を水にした場合、漂白を行った場合のみインクがスポットした位置に残らず、分離といったこともできていなかった。このことから、インクに含まれるアゾ染料（次亜塩素酸ナトリウムで分解した物質）は吸着剤との相互作用が強かったと考えられる。

エタノールを溶媒とした場合、蒸発、漂白の片方の動作だけだとまだ TLC は起こるが、両方の動作をした場合、スポットした位置から動くことすらなくなった。これによりエタノール溶媒ではアゾ染料とアルコール類は別々に作用しており片方でも残っていれば TLC は行われると推測した。

ブタノールを溶媒とした場合、水溶媒と同様に、漂白することで TLC が行われなくなりアゾ染料こそが TLC が成立する条件であるというように言える。しかし、水溶媒とは異なりスポットした位置からインクが移動することはなかったので溶

媒と混ざることがないといえる。また蒸発を行っても TLC は行われていることから、アルコール類はブタノールと TLC を行う上での関連性はないと言える。

最後に、ほとんどのインクの状態でヘキサンを溶媒とした場合、TLC を行うことはできなかった。この理由について調べてみたところ、ヘキサンは有機溶剤であり水溶性が著しく低いということが分かり、このことが理由で分離が行われるどころか、インクと反応すること自体がなかったのであろうと思われる。しかし、蒸発と漂白を同時に行った場合のみ、インクが移動しているため、この原理だけが謎であった。様々な原因を考えたが、洗剤の成分により影響が出ている可能性が高いと推測した。

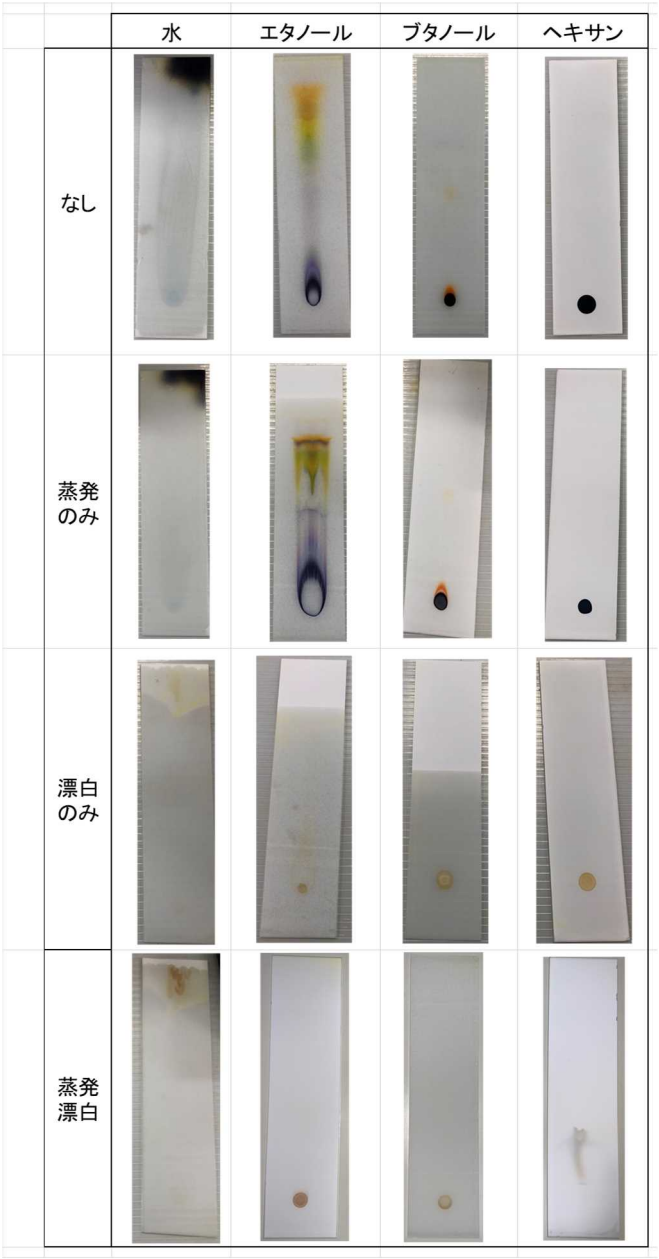


図 2：各条件の結果

5. 反省と課題

今回は極端な溶媒（極性の有無や一部のみ極性を持つなど）のみを使って実験を行ったが、もっと少しずつの差しかない物質を溶媒に使っていくことで段階的な結果を得ることができるのではないかと思った。また、水で分離を行うときなど、TLC プレートの大きさが足りず黒のまま残ってしまっていたりもしたので、そういった部分も確実に実験が行えるようにしたい。具体的には、今回はアゾ染料の漂白のために洗剤を使用したが、ここで次亜塩素酸ナトリウム以外の物質が混ざって結果に影響が出ている可能性を否定できないため、影響はないと断言できるようにするか、純粋な次亜塩素酸ナトリウムを使って実験を行うかをしたい。

また、実験段階で、一度の実験にかかる時間が長く苦労させられたので、発展的な研究として、この TLC にかかる時間を短縮する方法についてなど、原理上現実的ではない可能性もあるが、さらに研究してみたい項目が増えた。

参考文献

1) 株式会社 UBE 科学分析センター，“インクの組成分析”，https://www.ube-ind.co.jp/usal/documents/o393_142.htm%20%20（2019/09/18）

2) 有機合成好きのサイト，“TLC（薄層クロマトグラフィー）の基本的な原理と方法”，http://yuuki-gousei.com/2016/05/14/tlc%EF%BC%88%E8%96%84%E5%B1%A4%E3%82%AF%E3%83%AD%E3%83%9E%E3%83%88%E3%82%B0%E3%83%A9%E3%83%95%E3%82%A3%E3%83%BC%EF%BC%89/ （2019/09/18）

3) 図 1：サイエンス系お役立ちメディア M-hub，“<詳細解説>薄層クロマトグラフィー（TLC）の基本と原理”，https://m-hub.jp/analysis/2491/152 （2019/10/02）