



第4回 全国大会 科学の甲子園ジュニア

実技競技①

「クロマトグラフィーで色素分析」

⌘ 解答例と解説 ⌘

都道府県名		チーム 番号	
-------	--	-----------	--

 **科学の甲子園ジュニア 解答例と解説**

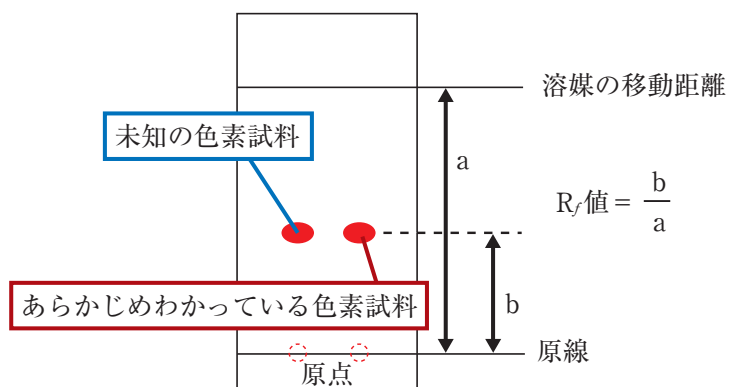
今回、みなさんはクロマトグラフィーによって色素（着色料）の分析を行った。クロマトグラフィーは、20世紀初頭に植物学者が色素の分離を成功させた際の方法で、ある物質を分離、精製することができ、混合物を単一の物質にすることが可能な方法であることから、その後重要な研究手法として世界に広まり、現在さまざまな種類のクロマトグラフィーが存在している。

本問題では数あるクロマトグラフィーのうち薄層クロマトグラフィー（TLC:Thin-Layer Chromatography）を用いた。食品にふくまれる色素や未知の色素試料は、見た目では単一の色に見えるものや、混合物かどうか判断できないものであるが、このような適切な手段を選択し、正しく実験を行うことによって分離、分析が可能となるのである。ぜひ、理解を深め、みなさんの持つ科学の世界が広がることを期待したい。

ガラス、アルミニウムなどの板上にシリカゲル、アルミナやセルロースなどの吸着剤を薄膜状に固定した薄層クロマトグラフィープレートを用いるのが薄層クロマトグラフィーである。通常はシリカゲル担体を用いるが（順相クロマトグラフィー）、今回の競技では化学修飾した逆相シリカゲル担体を使用した（逆相クロマトグラフィー）。展開溶媒には、メタノール：アセトニトリル：5%硫酸ナトリウム＝3：3：10を用いた。

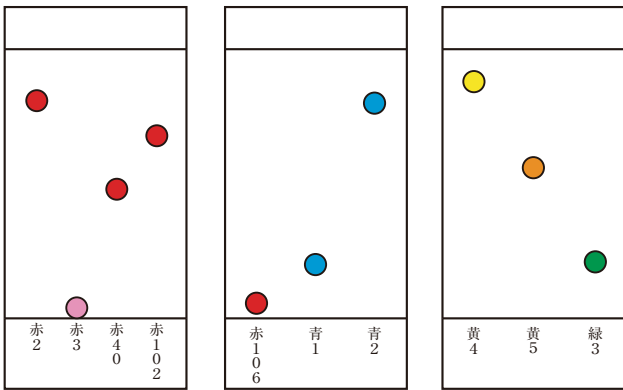
薄層クロマトグラフィープレート的一端を溶媒に浸すと、毛細管現象により溶媒が吸着剤上を移動する。薄層クロマトグラフィープレート上に試料物質が存在すると、溶媒の移動に伴い試料物質も移動する。このとき試料物質の吸着剤との親和力の強さと溶媒への溶解性の差により、試料物質の移動する距離が異なる。このようなしくみによって、有機化合物の分離や同定を行う際に使用されているものである。

今回は、未知の色素試料やあらかじめわかっている色素試料と比較することにより、未知の試料にふくまれている色素を特定するという分析実験を行った。まず、10種の色素を薄層クロマトグラフィーで展開し、それぞれの R_f 値を求めておく。次に、未知の色素試料を同じように薄層クロマトグラフィーで展開して R_f 値を求める。今回の試料は色素なので見た目の色も重要な手がかりである。未知の色素試料が単一色素ならば、同じ色の色素試料から R_f 値の近いものを選び決定することができるが、より正確に確かめるには、未知の色素試料とあらかじめわかっている色素試料を1枚の薄層クロマトグラフィープレートに並べてスポットして展開し、 R_f 値が同じであることを確認する。



複数の色素が混合した試料の場合も同様に、分離した色素の色と R_f 値をもとにあらかじめわかっている色素試料と近いものを選び決定することもできるが、より正確に確かめるためには、その色素1つ1つについて、先ほどと同様に1枚の薄層クロマトグラフィープレートに並べてスポットして展開し、 R_f 値が同じであることを確認する。


問 1

(1)	薄層クロマトグラフィープレート貼付欄 (例) ※各スポットの位置は実際の位置と異なる。		
			
(2)	赤 2	式	R_f 値
	赤 3	式	R_f 値
	赤 40	式	R_f 値
	赤 102	式	R_f 値
	赤 106	式	R_f 値
	青 1	式	R_f 値
	青 2	式	R_f 値
	黄 4	式	R_f 値
	黄 5	式	R_f 値
	緑 3	式	R_f 値

【解説】

R_f 値が大きい色素から順に、黄 4，赤 2，青 2，赤 102，黄 5，赤 40，緑 3，青 1，赤 106，赤 3となる。

問2

(1)	<p>薄層クロマトグラフィープレート貼付欄 (例) ※スポットの位置は実際の位置と異なる。</p>  <p>The diagram shows a vertical rectangular TLC plate with a horizontal line at the top representing the solvent front. A single red spot is located in the middle of the plate, with the vertical text '紅ショウガ' (Red Ginger) written below it.</p>
(2)	<p>(赤2・赤3・赤40・赤102・赤106・青1・青2・黄4・黄5・緑3)</p>

【解説】

問1で求めた色素試料の結果を用いると、紅ショウガにふくまれている色素が赤102であることがわかる。

紅ショウガは製品によって、赤102と黄4が使われていたり、色素を添加していなかったりするものなどもある。

問3

(1)	薄層クロマトグラフィープレート貼付欄 (例) ※各スポットの位置は実際の位置と異なる。				
	<p>A</p>	<p>B</p>	<p>C</p>	<p>D</p>	<p>E</p>
(2)	A (赤2・赤3・赤40・赤102・ 赤106 ・ 青1 ・青2・ 黄4 ・黄5・緑3)				
	B (赤2・ 赤3 ・ 赤40 ・ 赤102 ・赤106・青1・青2・ 黄4 ・黄5・緑3)				
	C (赤2・赤3・赤40・ 赤102 ・ 赤106 ・ 青1 ・青2・ 黄4 ・ 黄5 ・緑3)				
	D (赤2 ・ 赤3 ・ 赤40 ・赤102・赤106・青1・青2・黄4・ 黄5 ・ 緑3)				
	E (赤2 ・赤3・ 赤40 ・ 赤102 ・赤106・ 青1 ・青2・黄4・ 黄5 ・緑3)				

【解説】

問1で求めた色素試料の結果を用い、未知の色素試料中にふくまれる色素を判定することができる。より正確に色素を判定するためには、未知の色素試料とあらかじめわかっている色素を並べて展開し、色素の種類を判断する。複数の色素が混合する場合、特にスポットする試料の量や展開時間によって結果が左右されるので気をつける必要がある。

問4

(1)	赤3は R_f 値が最も小さく、疎水性が高い性質を持ち、赤102は R_f 値が最も大きく、親水性が高い性質を持っている。 親水性は赤102、赤40、赤3の順に高いということがいえる。
-----	---

【解説】

今回行った薄層クロマトグラフィーでは、 R_f 値が小さい（移動率が小さい）と疎水性が高く、 R_f 値が大きい（移動率が大きい）と親水性が高くなる。これを理解していると、赤色素のもつ性質を親水性や疎水性の観点から記述することができる。

以下の問については、同点の場合で順位づけを必要とする際に評価対象とする。

(2)	<ul style="list-style-type: none">・あらかじめわかっている色素試料の R_f 値を正確に求め、未知の色素試料と比較すること。・未知の色素試料とあらかじめわかっている色素試料を同じ薄層クロマトグラフィープレートにスポットして展開すること。・展開された試料の色をよく観察すること。 等
-----	--