

こしあんに対する色素の吸着性^{*}

板野 道弘，塩田 芳之

近年化学工業の飛躍的な発展に伴い化学合成品が食品に使用される可能性が非常に増大してきた。これらの化学合成品のなかでも色に関するものについて社会の目は一段と厳しい。色素の染着性についてはこれまでにカゼイン・卵白等比較的単純な物質については研究されているが、実際の食品についての研究は少なく、あんについてはほとんどなされていない。¹⁾²⁾市販のこしあんは大部分着色されており、その濃度もまちまちで、今回常法によって作ったこしあんを使用して、より効果的な着色方法を見出すことを目的としてこの実験を行なった。

実 験 方 法

1. 供試試料

- (1) 色 素 化学構造別に第1表に示す色素を使用した。すでに禁止された色素も含まれる。
- (2) こしあん 市販のいんげん豆を常法によりこしあんとしたものを使用した。

2. 緩衝液 Mcllvaine氏緩衝液 (pH2.0~8.0) を使用した。

3. 測定方法

- (1) 吸光度 日立分光光度計MODEL101形を使用して第1表に示す波長で測定した。
- (2) pH 日立一堀場M—5形pHメーターを使用して測定した。

第1表 使用色素の測定波長および濃度

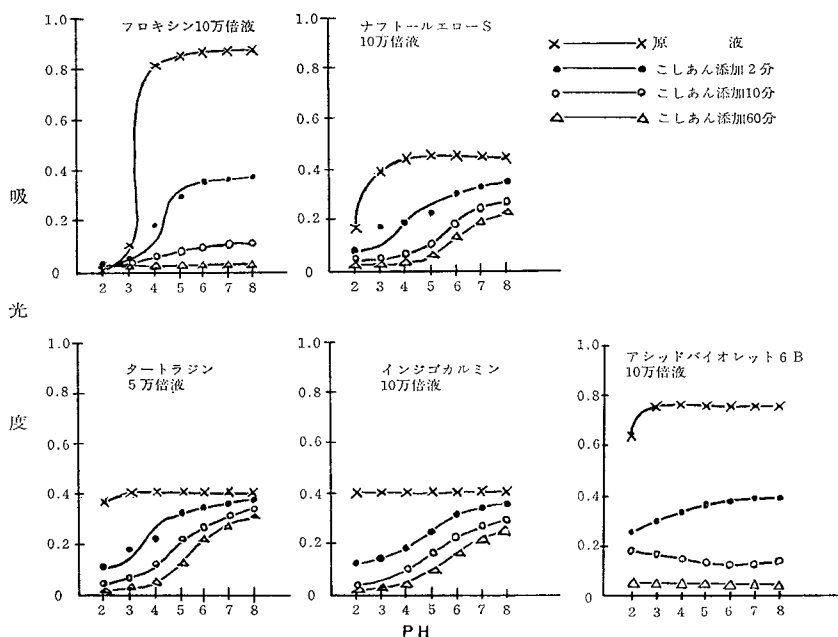
構造による分類	色 素 名	波 長	最終希釈倍数
キサンテン系	フロキシン	540 mμ	10 万倍
	エリスロシン	525	10
ニトロ系	ナフトールエロー S	430	10
アゾ系	タートラジン	430	5
トリフェニルメタン系	ブリリアントブルーFCF	630	20
	アシドバイオレット 6B	550	10
インジゴイド系	インジゴカルミン	610	10

* あんに関する研究第2報

実験結果および考察

1. pH別吸着性

Mcllvaine氏緩衝液 (pH2.0~8.0) 36ml, 色素液 4 ml をあらかじめ調整し, この中へこしあん 2 g を加え 1, 2, 5, 10分, 以後10分毎に振盪し, 2, 10, 60分後の吸光度を第1図に, さらに60分後の吸着量に対する10分後の吸着量の割合を第2表に示した。



第1図 色素吸着に対するpHの影響

第2表 60分後吸着量(A)と10分後吸着量(B)の比率 (B/A×100)

色素名 \ pH	2	3	4	5	6	7	8
フロキシン	—%	95%	94%	93%	91%	91%	90%
ナフトールエローS	95	95	91	85	79	83	86
タートラジン	95	77	81	66	66	79	90
インジゴカルミン	94	91	84	80	79	84	83
アシッドバイオレット 6 B	—	—	88	87	87	86	86

第1図よりフロキシンおよびアシッドバイオレット6Bは, 測定のpH域では色素の吸着にpHはあまり影響を及ぼさないようであるがナフトールエローS, タートラジンおよびインジゴカルミンはpHが低くなる程吸着量が増加した。中林等はこれら3種類の色素はカゼインに吸着しなかった (pH3.0~7.0) と述べている。色素の吸着は第1図

および第2表に見られるように浸漬直後に急速に行なわれ、以後緩慢となる。これはこしあんの粒子がタンパク質の膜で被われているため、これに吸着されるが、その吸着速度は液中の色素濃度に比例するといわれ、濃度が小さくなる程吸着量は減少するからであろう。また一部は内側のデンプン粒子に浸透すると思われる。

2. 色素吸着能

Mcllvaine氏緩衝液 (pH 7.0) を用いて、色素の濃度を変え1と同様操作し、60分後の吸光度を測定し第3表に示した。

第3表 濃度別色素吸着量比較

	1 万 倍	2 万 倍	5 万 倍	10 万 倍	20 万 倍
フ ロ キ シ ン	0.530 (21.20)	0.245 (9.80)	—	0.049 (1.96)	0.025 (1.00)
タ ー ト ラ ジ ン	1.48 (19.73)	—	0.300 (4.00)	—	0.075 (1.00)
アシドバイオレット6B	1.27 (35.28)	0.505 (14.03)	—	0.077 (2.14)	0.036 (1.00)

但し () 内の数字は各色素20万倍の吸光度を1.00とした比率

その結果色素が平衡吸着を示すものと考えれば、濃度が大きになれば吸着比率は減じるはずであるが、この程度の濃度範囲では大体比例するようである。

3. 水洗による色素溶出

1の実験でフロキシンおよびタートラジンに着色されたこしあん (pH 5.0および pH 7.0) を使用し、水50mlを加えて5分後の上澄液のpH・吸光度を3回繰返して測定し、溶出率を第4表に示した。

第4表 水洗による色素溶出率

		1 回	2 回	3 回	合 計
フ ロ キ シ ン	pH 5	1.05 % (4.98)	0.60 % (5.04)	1.05 % (5.65)	2.70 %
	pH 7	1.73 (7.07)	2.65 (7.08)	3.45 (7.13)	7.83
タ ー ト ラ ジ ン	pH 5	4.40 (4.99)	2.45 (5.38)	1.48 (6.05)	8.33
	pH 7	80.00 (7.02)	5.75 (7.40)	1.25 (7.40)	87.00

但し () 内の数字はpH

その結果フロキシンはpH5.0では1～3回の溶出率に差はないが、pH7.0では回数をおう程溶出量が大となり、タートラジンはpH5.0、pH7.0とも1回目の溶出量が多く回数をおう程溶出量が少なくなった。特に7.0では1回目に80%溶出し、こしあんの退色が著しかった。フロキシンは吸着性がよいため、pH7.0でも溶出は少ないが、pHおよび後述の塩類の影響を次第に多く受けるようになり溶出量が増加するものと思われる。また、タートラジンは吸着性が弱く初回にその影響を強く受け多く溶出するものと考えられる。

4. 温度別吸着量

使用する水の温度が吸着に影響を与えるかどうかを検討するため、McIlvaine 氏緩衝液（pH6.0）にフロキシンを加え、あらかじめ5、20、30、50℃に保ち、これにこしあんを加え各温度に保持しながら10、30分後の吸光度を、30分経過後さらにこれを20℃に保ち20分後の吸光度を測定した結果を第5表に示す。

第5表 フロキシンの温度別吸着率

温 度	10 分	30 分	温度20℃にして20分
5 °C	87.50 % (5.9)	93.41 % (5.8)	97.73 % (20.0)
20	91.14 (20.1)	96.25 (20.2)	97.84 (20.1)
30	93.75 (29.5)	97.16 (29.3)	98.30 (19.2)
50	94.89 (50.0)	98.07 (49.9)	98.30 (19.2)

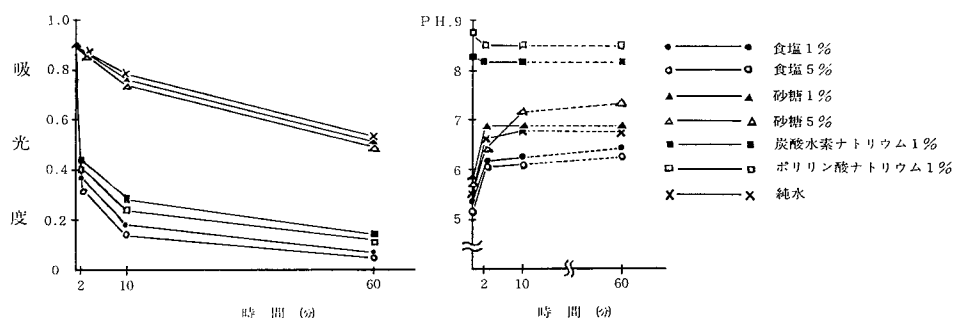
但し（ ）内の数字は温度

中林はローズ ベンガルのゼラチンへの吸着は温度に影響されなかったと述べている⁴⁾が、フロキシンは温度が高くなる程吸着速度が大であった。これを低温に保持した場合、溶出が行なわれるかどうかを見たが、平衡に達する時間が異なるだけであれば時間の経過と共に同じ値に近づくと考えられる。

5. 共存物質の影響

液中に溶解している物質が吸着に影響を与えるかどうかを見るため、食塩・砂糖・炭酸水素ナトリウム・ポリリン酸ナトリウムを添加し、色素はpHにあまり影響されないフロキシンを使用して1と同様操作した結果を第2図に示す。

塩類の添加はタンパク質表面のイオン状態を変え、色素吸着に有利に働くといわれるがこの実験でも砂糖以外はいずれも吸着量を増した。実際に食品の着色を行なう場合、少量の食塩添加により色素量を減じることができると考えられる。



第2図 色素吸着に対する共存物質の影響とpH

6. 混合色素の吸着について

色素を混合した場合、吸着速度の差により吸着時間によって色調に差を生じると考えられ、また、吸着について色素間の競合の有無を検討したいと考え、Mcllvaine 氏緩衝液 (pH7.0) にフロキシソ・タートラジン・ブリリアントブルー F C F の 3 種の色素の濃度を変え、こしあんへの吸着を測定し第 6 表に示した。

第6表 混合色素の吸着

色素濃度(万倍)			タートラジン			フロキシソ			ブリリアントブルー F C F		
タートラジン	フロキシソ	ブリリアントブルー F C F	2分	10分	60分	2分	10分	60分	2分	10分	60分
5	10	20	15.0	25.0	29.6	63.6 (4.2)	88.2 (3.5)	96.5 (3.3)	22.8 (1.5)	42.2 (1.7)	64.4 (2.2)
5	20	20	10.0	20.7	25.6	58.3 (5.8)	74.4 (3.6)	94.2 (3.7)	21.1 (2.1)	40.8 (2.0)	65.5 (2.6)
5	20	40	10.0	21.1	30.6	54.6 (5.5)	81.8 (3.9)	94.7 (3.1)	21.2 (2.1)	37.8 (1.8)	66.4 (2.2)
5	10	40	10.2	22.4	32.4	53.2 (5.2)	80.0 (3.6)	96.5 (3.0)	17.4 (1.7)	36.6 (1.6)	66.3 (2.0)

但し () 内の数字はタートラジン吸着量に対する比率

各時間毎に 3 種類の色素の吸着比率を見るとタートラジンを基本にした場合、フロキシソは次第に割合を減じ、ブリリアントブルー F C F は割合を増している。つまり時間と共に色調が変ることを示している。厳密に同じ色調を得ようとするならば、吸着時間を一定にしなければならない。なお、3 色素とも単独色素で吸着させた 1 の結果と吸着量に差はなかった。ただ色素を混合して使用する場合にはクロマト現象が起きやすいので食品によっては吸着性の類似したものを配合した方がよい。

7. 豆別吸着量の比較

豆の種類によって色素の吸着量に差があるかどうかを見るため、アシドバイオレット 6 B およびエリスロシン水溶液 (15°C) に 7 種の豆から作ったこしあんを加え、30 分後の吸光度を測定し第 7 表に示した。また色素はタンパク質と結合するといわれるので粗タンパク質も定量した。

第 7 表 豆別吸着量比較

豆の種類	吸 着 率		粗タン パク質	豆の種類	吸 着 率		粗タン パク質
	エリスロシン	アシド バイオレット 6 B			エリスロシン	アシド バイオレット 6 B	
ウインター豆	67.3	63.0	21.59	バター豆	66.1	64.1	23.87
手 芒 豆	28.6	46.2	21.69	竹 小 豆	80.2	85.6	22.11
ミシガン豆	44.8	48.3	23.39	いんげん豆	50.4	62.9	23.81
そ ら 豆	55.1	62.8	27.49				

その結果、豆の種類により色素吸着量にかなり差があることが見られたが、タンパク質含量との間に相関関係を見出すことはできなかった。

要 約

1. 食用タール色素は全て酸性色素なので、pH が低くなる程こしあんへの吸着は強くなった。
2. 吸着の悪い色素で染着した場合は水洗によりかなり溶出する。
3. 実験の範囲内 (5 ~ 50°C) では温度が高い程吸着はよかった。
4. 水に塩類を溶かした場合は吸着性を増す。
5. 混合色素で染着する場合は濃度のほか時間も一定にしなければ色調が異なるものと思われる。
6. 原料豆の種類によりこしあんへの吸着率は異なる。

文 献

- 1) 安達高治：農技研誌，3，89 (1956)
- 2) 高橋悌蔵，大橋一二，所 猛：澱粉工誌，5，154 (1957)
- 3) 塩田芳之：家政学会誌投稿中
- 4) 中林敏郎，川崎貞夫：食品工誌，9，(8)，19 (1962)