食用混合色素の二波長分光測光法による 分別定量 (第1報)

二成分混合物について (その 1)

(昭和 47 年 9 月 11 日受理)

神蔵美枝子^{*1} 遠藤英美^{*2} 佐々木英人^{*3}

Quantitative Determination of Each Component in Food Color Mixtures by Dual-wavelength Spectrophotometric Method (I) Two-component System (1)

Mieko KAMIKURA^{*1}, Fusayoshi ENDO^{*2} and Hideto SASAKI^{*3}

(*1 National Institute of Hygienic Sciences: 18-1, Kamiyoga 1-chome, Setagaya-ku, Tokyo; *2 Tokyo Metropolitan Research Laboratory of Public Health: Hyakunin-cho 3-chome, Shinjuku-ku, Tokyo; *3 Faculty of Technology, Tottori University: Koyama-cho 1-chome Tottori)

Each component in 110 groups of two-component mixtures consisting of 11 kinds of food color was analyzed directly by dual-wavelength spectrophotometric method (Model 356 Hitachi dual-wavelength recording spectrophotometer) without chromatographic technique.

The most suitable reference wavelength (λ_1) and measurement wavelength (λ_2) chosen were shown in Table 2. The calibration curves obtained by using mixed solutions containing the analyte and diverse component of food colors were linear in the ratio 0-2.5: 1 between the analyte and interfering component, and correlation coefficient was 0.993-1.000 (Table 3). This method was applied for the determination of each component in artificial and commercial preparations of food color mixtures. Recoveries of mixed solutions were 93-101.18 per cent (Table 4) and dye content of commercial samples analyzed by this procedure ranged from 69.20 to 140.48 per cent of labelled amount (Table 5).

This method may be useful for quantitative analysis of food color mixtures.

(Received September 11, 1972)

まえがき

食品の着色料としての食用色素は一般に2種あるいは数種の組合わせによる混合色素として使用される場合が多い。混合色素中の個々の色素を分別定量するには通常、クロマトグラフ的手段を用いて分離したのち、分光測光法による定量が行なわれている。昭和35年に第一版食品添加物公定書が作成され、ついで食用色素混合製剤の試験法についての作業が進められた。当時、われわれはその調査にたずさわって、原案作成の作業を行なったが、色素の分離定量については簡易な方法が見当らず製品検査品目であることをも考慮して、この項目は一応保留となった¹⁾。しかし、タール色素製剤の場合にはその成分およびそれぞれの重量パーセントを表示する必要があるため、簡便な方法がみいだされれば、試験法として完備さ

せる必要があろう²⁾。また、近年、タール色素の毒性問題とも関連して食用色素の最高使用量を定めている国もあり³⁾、混合色素溶液における各成分の定量が必要となり、その試験法が要求されている。

本研究においては、近年開発された二波長分光測定法を応用して混合色素溶液中の各成分を分析する方法を検討した。二波長分光測光方式の分光光度計は1951年 B. Chance によって開発されたが、操作法に難点があり、その後改良が重ねられた結果、近年に至り実用のある二波長分光光度計が市販されはじめた。この方法の有用性は、すでに生物分野における研究において試料の濁りによる影響を除去する目的に、あるいは無機比色分析、ビタミンAおよびビタミンE混合物の分別定量などに応用され、認められている^{4)~8)}。

食用混合色素製剤は目的とする色調によって種々の組合わせがあるが、まず、二種混合物についての対照波長(λ_1)、測定波長(λ_2)を選定し、これらの波長を用いて検

*1 国立衛生試験所: 東京都世田谷区上野賀 1-18-1

*2 東京都立衛生研究所: 東京都新宿区百人町 3-24-1

*3 鳥取大学工学部: 鳥取市湖山町 1-1

Table 1. Food Colors

No.	Name	Official name* ³	Abbreviation	C. I. * ⁴ (1971)	Purity (%)
1	Amaranth* ¹	Food Red No. 2	R 2	16185	99
2	Erythrosine* ¹	Food Red No. 3	R 3	45430	95
3	New Coccine* ¹	Food Red No. 102	R 102	16255	94.5
4	Phloxine* ¹	Food Red No. 104	R 104	45410	95.5
5	Rose Bengale* ¹	Food Red No. 105	R 105	45440	95
6	Acid Red* ¹	Food Red No. 106	R 106	45100	97.5
7	Tartrazine* ¹	Food Yellow No. 4	Y 4	19140	99.5
8	Sunset Yellow FCF* ¹	Food Yellow No. 5	Y 5	15985	99.9
9	Fast Green FCF* ²	Food Green No. 3	G 3	42053	90
10	Brilliant Blue FCF* ¹	Food Blue No. 1	B 1	42090	96.5
11	Indigo Carmine* ¹	Food Blue No. 2	B 2	73015	99.9
12	Acid Violet 6 B* ¹	Food Violet No. 1	V 1	42640	91

*¹ Dye standards of National Institute of Hygienic Sciences*² Allied Chemical Co.*³ The names depend on the Food Sanitation Law in Japan*⁴ Colour Index Number

Fig. 1. Absorption spectra of amaranth

Curves 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Conc. (mg/L) 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

Fig. 2. Absorption spectra of New Coccine

Solvent: 0.02 N Ammonium acetate solution

量線を作成し、混合色素溶液ならびに市販食用混合色素製剤に応用したところ良好な結果を得たので、これらの結果について報告する。

1. 実験方法

1.1. 試料、試薬

試料は国立衛生試験所標準品ならびに米国 FD & C Color を用いた (Table 1).

0.2 N 酢酸アンモニウム溶液: 酢酸アンモニウム (試薬特級) 15.46 g を水に溶かして 1,000 ml とした。

1.2. 装置

356形日立二波長自記分光光度計を用いた。

1.3. 試料溶液の調製

それぞれの食用色素について 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm および 500 ppm 濃度になるように 0.02 N 酢酸アンモニウム溶液に溶かした。なお、500 ppm 溶液は原液とし、か

Fig. 3. Absorption spectra and selection of λ_1 , λ_2 for Amaranth-New Coccine system

Solvent: 0.02 N Ammonium acetate solution

Fig. 4. Determination of λ_1 and λ_2 for Amaranth-New Coccine system
Concentration of New Coccine: 5 : 5 mg/L, 10 : 10 mg/L, 20 : 20 mg/L
Band pass: 1.0 m μ

っ色共センビンに入れ保存した。低濃度溶液ならびにインジゴカルミン(食用青色2号)の溶液は用時調製した。

1.4. 操作法

すべての色素について波長 320~750 m μ の吸収スペクトルを各色素二種組合せ系として同一チャート上に作成した。得られたスペクトルから紙上で二成分混合物中の各成分の分析に適する λ_1 ならびに λ_2 を選定した。これに基づき、各色素の 5, 10, 20 ppm 溶液を用い、 λ_1 あるいは λ_2 を固定して λ_2 または λ_1 を走査させ、各濃度における交点を仮りに λ_1 または λ_2 とした。ついで、これらの波長を固定させ、フルスケール A 1.0, 0.3 および 0.1 のそれぞれにおける差吸光度 ΔA を記録し、さらに各色素濃度の ΔA がほとんど等しくなるように λ_1 あるいは λ_2 をわずかに移動させ、できるだけ $A\lambda_2 - A\lambda_1 = 0$ になるような点を求めた。

得られた λ_1 ならびに λ_2 を用いて各色素の 5 ppm 溶液をベースとした分析成分の一定量を含む溶液を調製し、検量線を作成した。なお、本実験において機器は波長走査速度 60 m μ /min, スリット幅 0.25 mm (波長幅 1.0 m μ) の条件において操作した。

2. 実験結果および考察

2.1. ニューコクシン(食用赤色102号)中のアマランス(食用赤色2号)の定量

アマランスは波長 $520 \pm 2 \text{ m}\mu$ に極大吸収部があり、可視域での吸収スペクトルは Fig. 1 に示すような分光特性を示し、ニューコクシンは波長 $508 \pm 2 \text{ m}\mu$ に極大吸収部を有し、Fig. 2 に示すような分光特性があり、い

れも 2~20 ppm 溶液においてスペクトルの形状に変化は見られない。両者の 1:1 混合溶液は Fig. 3 に示すスペクトルを与え、吸光度から直接各成分の量を求めることは不可能である。

2.1.1. λ_1 ならびに λ_2 の決定

ニューコクシン中のアマランスを定量するにはニューコクシンが妨害成分であるから、これを装置的にマスクすることが必要である。まず、二波長分光測光法の原理

Fig. 5. Calibration curves for Amaranth (Amaranth-New Coccine system)
Wavelength: $\lambda_1 465 \text{ m}\mu$, $\lambda_2 547 \text{ m}\mu$
Solvent: 0.02 N Ammonium acetate solution
Scale: A 1.0, A 0.3, A 0.1
Band pass: 1.0 m μ

によって、Fig. 3 のスペクトルから同一の吸光度を示す二つの波長を選定した。すなわち波長 $465\text{ m}\mu$ と $547\text{ m}\mu$ を選び、これらの波長が正確に等しい吸光度を示す波長であるかをさらに検討した。操作法の項に従ってニューコキシンの 5, 10 および 20 ppm 溶液を用い、 $465\text{ m}\mu$ を λ_1 として固定し、 λ_2 を $560\text{ m}\mu$ から短波長の方向へ走査させた。その結果、それぞれの濃度における交点、すなわち、等吸収点は波長 $547\text{ m}\mu$ にあることが観察された (Fig. 4 [A])。そこで、さらに λ_1 , λ_2 の

各波長の精密決定を行なうために λ_1 を $465\text{ m}\mu$, λ_2 を $547\text{ m}\mu$ に固定し、フルスケール A 1.0, 0.3 および 0.1 のそれぞれにおける ΔA を記録した。その結果、いずれのスケールにおいても各濃度の ΔA は一致した (Fig. 4 [B])。このことは、ニューコキシンの 5~20 ppm 溶液は波長 $465\text{ m}\mu$ と $547\text{ m}\mu$ の吸光度がまったく等しいことを示している (Fig. 2)。したがってニューコキシンの含まれるアマランスを定量する場合には、 λ_1 $465\text{ m}\mu$, λ_2 $547\text{ m}\mu$ を用いれば妨害成分であるニューコキシンが

Fig. 6. Determination of λ_1 and λ_2 for New Coccine-Amaranth system

Concentration of Amaranth: 5:5 mg/L, 10:10 mg/L, 20:20 mg/L

Solvent: 0.02 N Ammonium acetate solution

Condition: Confer Fig. 4

Fig. 7. Calibration curves for New Coccine (New Coccine-Amaranth system)

Wavelength: λ_1 $555\text{ m}\mu$, λ_2 $484\text{ m}\mu$

Solvent: 0.02 N Ammonium acetate solution

Scale: A 1.0, A 0.3, A 0.1

Band pass: $1.0\text{ m}\mu$

Fig. 8. Selection of λ_1 and λ_2 for Tartrazine-Sunset Yellow FCF system

Conc.: Tartrazine (Y 4), 15 mg/L

Sunset Yellow FCF (Y 5), 15 mg/L

Solvent: 0.02 N Ammonium acetate solution

Fig. 9. Determination of λ_1 and λ_2 for Sunset Yellow FCF-Tartrazine system

Concentration of Tartrazine: 2.5 : 2.5 mg/L, 5 : 5 mg/L, 7.5 : 7.5 mg/L

Solvent: 0.02 N Ammonium acetate solution

Condition: Confer Fig. 4

装置的にマスクできるものと考ええる。

なお、 λ_1 および λ_2 の選定においては、分析成分を測定するための十分な ΔA が得られる波長を求めることが条件の1つである。

2.1.2. 検量線の作成

2.1.1. において決定された λ_1 465 m μ , λ_2 547 m μ を用い、ニューコキシンの 5 ppm 溶液中にアマランスの一定量ずつを添加した溶液を調製し、アマランスに起因する ΔA が Beer の法則に従うか否かを検討した。その結果、ニューコキシンの 5 ppm 溶液中にアマランスが 0~11 μ g/ml 添加された条件で直線性を示すことがわかった。(Fig. 5)

すなわち、ニューコキシンの中に含まれるアマランスは上記の条件において分析成分（ここではアマランス）と妨害成分の比が 0~2 : 1 まで定量することができる。なお、フルスケール A 1.0, 0.3 および 0.1 において相関係数は 0.999 であった。

2.2. アマランス中のニューコキシンの定量

2.1. に準じてアマランス中のニューコキシンの測定条件を検討した。その結果、アマランスの同一吸光度を示す二つの波長として 558 m μ , 484 m μ を選び、さらに精密決定を行なって λ_1 555 m μ , λ_2 484 m μ を得た。両波長におけるアマランスの 5~20 ppm 溶液の ΔA の差は 0.00134 で、ニューコキシンの定量値に影響を与えない (Fig. 6)。したがって、アマランス中のニューコキシンの定量には上記の条件が用いられる。これらの波長を用いた場合の検量線を作成したところ、分析成分（ここではニューコキシン）：妨害成分（ここではアマランス）の比が 0~2 : 1 において直線性を示した (Fig. 7)。

2.3. タートラジン（食用黄色 4 号）とサンセットエロー FCF（食用黄色 5 号）の混合系

タートラジン中に含まれるサンセットエロー FCF を測定するには Fig. 8 に示すスペクトルから妨害成分であるタートラジンの λ_1 を 350 m μ , λ_2 を 485 m μ として選定した。これらの波長について Fig. 9 に示す精密決定を行ない、両波長がタートラジンの同一吸光度を示す波長であることが証明された。これらの波長を用いてサンセットエロー FCF について検量線を作成したところ分析成分（サンセットエロー FCF）：妨害成分（タートラジン）の比が 0~2 : 1 において直線性を示すことがわかった (Fig. 10)。

Fig. 10. Calibration curves for Sunset Yellow FCF (Sunset Yellow-Tartrazine system)

Wavelength: λ_1 350 m μ , λ_2 485 m μ

Solvent: 0.02 N Ammonium acetate solution

Scale: A 1.0, A 0.3

Band pass: 1.0 m μ

Fig. 11. Determination of λ_1 and λ_2 for Tartrazine-Sunset Yellow FCF system
 Concentration of Sunset Yellow FCF: 2.5 : 2.5 mg/L, 5 : 5 mg/L, 7.5 : 7.5 mg/L
 Solvent: 0.02 N Ammonium acetate solution
 Condition: Confer Fig. 4

Fig. 12. Calibration curves for tartrazine (Tartrazine-sunset yellow FCF system)

Wavelength : λ_1 523 m μ , λ_2 430 m μ
 Solvent : 0.02 N Ammonium acetate solution
 Scale : A 1.0, A 0.3
 Band pass : 1.0 m μ

サンセットエロー FCF 中に含まれるタートラジンを定量するための条件は、Fig. 8 のスペクトルから λ_1 523 m μ λ_2 430 m μ が選定され、精密決定を行ない、両波長が同一吸光度を示す波長として正しいことが証明された (Fig. 11). 両波長を用いての検量線は Fig. 12 に示すように分析成分 (タートラジン) : 妨害成分 (サンセットエロー FCF) の比が 0~2 : 1 において直線性を示すことがわかった。

2.4. ニューコクシンとサンセットエロー FCF の混合系

ニューコクシン中のサンセットエロー FCF を測定するための条件として λ_1 545.5 m μ , λ_2 465 m μ を決定し、

サンセットエロー FCF 中のニューコキシンを測定する波長として λ_1 419 m μ , λ_2 523 m μ を決定した (Fig. 13). それぞれの波長を用いた場合の検量線はいずれもフルスケール A 1.0 および 0.3 において直線性を示した (Fig. 14~15).

2.5. その他の混合系

食用色素11種について、それぞれの組合せにおける λ_1 および λ_2 を Table 2 に示した。なお、アシッドパイオレット 6 B (食用紫色 1 号) については吸収スペクトルの形状が濃度によって変化するため、 λ_1 および λ_2 の選定を濃度に応じてシフトさせる必要があり、ここでは一覽表に組み入れなかった。

食用色素の各種組合せ、すなわち 110 組の場合には分析成分と妨害成分の割合が 0~2.5 : 1 (妨害成分 : 分析成分 0~3 : 1) の範囲で検量線は直線性を示し、相關

Fig. 13. Selection of λ_1 and λ_2 for New Coccine-Sunset Yellow FCF system

Solvent : 0.02 N Ammonium acetate solution

Fig. 14. Calibration curves for sunset yellow FCF (Sunset Yellow FCF-New Cocchine system)

Wavelength: λ_1 545.5 m μ , λ_2 465 m μ
 Solvent: 0.02 N Ammonium acetate solution
 Scale: A 1.0, A 0.3
 Band pass: 1.0 m μ

係数 0.993~1.000 を得た。以上の測定結果に基づき Table 3 に示すように各成分に対する a , b , r を求めた。これらの数値は検量線の作成を省略して物質の量を算出したい場合、数式を用いてその量を求めることができる。すなわち、最小二乗式 $y = ax + b$ が応用できる。本実験中においても種々の混合比からなる各成分の定量値の算出に応用して良好な結果を得た。

2.6. λ_1 および λ_2 の選定条件について

λ_1 および λ_2 の選定にあたってはいくつかの波長が考

えられる場合がある。たとえば、タートラジン中のフロキシン（食用赤色 104 号）の測定には λ_1 585 m μ , λ_2 550 m μ の組合わせ, λ_1 560 m μ , λ_2 538 m μ の組合わせ, λ_1 330 m μ , λ_2 493 m μ の組合わせが考えられた。これらの波長を用いての検量線は Fig. 16 に示すとおりで、フルスケール 1.0, 0.3 においていずれの組合わせの場合にも 0~8 ppm の範囲で直線性が得られた。測定に用いる λ_1 , λ_2 は実験の目的によって当然相違するものと考ええる。すなわち、タートラジン中に存在するフロキシンの

Fig. 15. Calibration curves for New Cocchine (New Cocchine-Sunset Yellow FCF system)

Wavelength: λ_1 419 m μ , λ_2 523 m μ
 Solvent: 0.02 N Ammonium acetate solution
 Scale: A 1.0, A 0.3
 Band pass: 1.0 m μ

Fig. 16. Calibration curves for Phloxine with different λ_1 and λ_2 (Phloxine-Tartrazine system)

Solvent: 0.02 N Ammonium acetate solution
 Scale: A 1.0, A 0.3
 Band pass: 1.0 m μ

Table 2. Reference Wavelength (λ_1) and Measuring Wavelength (λ_2) for Two-Component System of Food Colors

Ana-lyte	Interfering component m μ											
		R 2	R 3	R 102	R 104	R 105	R 106	Y 4	Y 5	G 3	B 1	B 2
R 2	λ_1		410	465	420	517	583.25	360	358	676	680	663.5
	λ_2		562.25	547	570	565	520	479.25	534	524	521.5	522
R 3	λ_1	510.5		483.5	548	565	582	560	441.75	675	679.5	661.5
	λ_2	532		530	526	515	529	530	520	526	526	526
R 102	λ_1	555	542.25		554.5	567.75	589	570	419	682	680	669.5
	λ_2	484	501		500	500	505	540	523	506	525	506
R 104	λ_1	501.5	496	472.25		558.5	582	560	344	670	674.75	655.25
	λ_2	540	542.5	540		539.75	537	538	537	538	538	538
R 105	λ_1	490	469	458.75	504		578	560	344	665.75	670.25	650
	λ_2	550	551.5	550	554		548	550	537	548	548	548
R 106	λ_1	478.75	380	401	440	450		590	600	656.5	662	640
	λ_2	560	558.5	566	567	578.5		570	570	566	566	566
Y 4	λ_1	580.75	560	561	570	581.5	601		523	355	530	676.5
	λ_2	430	428	430	428	428	428		430	466	425	425
Y 5	λ_1	555.5	546.25	545.5	560.5	573.75	595.5	350		550	700	672.5
	λ_2	484	482	465	482	482	482	485		421	484	480
G 3	λ_1	360	650	374	655	660	496	442.3	523		355	588.5
	λ_2	584	630	569.5	630	630	591.5	412	430		432.3	624
B 1	λ_1	360	650	374	655	660	660	446	525	603		588.5
	λ_2	584	630	569.5	630	630	635	407	405	641.5		628
B 2	λ_1	390	650	374	655	660	450	493	535.5	641.6	652	
	λ_2	584	630	569.5	630	630	604	330	340	602	596	

低濃度である場合には高い $4A$ の得られる条件が要求されるため、前二者の条件が適当である。逆に高濃度の混合系では後者の波長を用いることが適切であろう。しかし、後者の場合にはむしろタートラジン中のフロキシンの定量となる。したがって、すべての組み合わせの場合において本実験では $4A$ の値がもっとも高く得られる λ_1 , λ_2 を選び、さらに紫外域における波長を測定のための波長として選ぶことは色素の変化も考えられるので避けた。

2.7. 各種混合系における各成分の分別定量

現在、配合色として実際に使用されているもののうち二種混合系の4組の配合色を調製し、2.1~2.5で得た λ_1 および λ_2 を用いて各成分の分別定量を行なった。その

結果93~101.18%の回収率が得られた (Table 4)。

2.8. 市販混合色素製剤への応用

現在市販されている混合色素製剤のうち二成分系の試料を選び、2.1~2.5で決定した λ_1 , λ_2 を用いて各成分の測定を行なったところ、Table 5に示すような結果を得た。すなわち、表示の69.20~140.48%の数値が得られた。試料 No. 3のローズベンガル (食用赤色105号) の表示5%に対する検出量3.46%は69.20%に相当する。また、試料 No. 6のグリーン色のインジゴカルミンの表示31.2%に対する検出量43.83%は140.48%に相当した。このことは、表示割合は必ずしも厳密に守られていないか、あるいは配合方法がかなり重要なファクターとなるため混合の技術に問題があるのではないかと考える。

Table 3. Results Calculated by Calibration Equations for Two-Component System of Food Colors (Dual-wavelength Spectrophotometric Method)

Analyte	Interfering component	$y = ax + b$									
		R 2	R 3	R 102	R 104	R 105	R 106	Y 4	Y 5	G 3	B 1
R 2	a		1.593	1.593	0.833	1.993	3.718	2.879	31.657	14.261*1	4.511
	b		0.028	0.028	-0.005	-0.289	-0.318	0.183	0.198	-0.242	-0.205
	r *2		0.999	0.999	0.998	0.999	0.999	0.999	1.000	0.999	0.999
R 3	a	3.748		7.928	8.486	7.729	10.265	10.704	9.731	11.488	11.632
	b	0.236		0.183	0.193	0.198	0.208	0.366	0.337	0.306	0.062
	r *2	0.999		0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999
R 102	a	1.747	1.463		2.453	3.335	3.871	2.151	2.618	3.897	3.593
	b	0.005	-0.164		0.048	-0.257	0.050	0.109	0.009	-0.079	0.160
	r *2	0.999	0.999		0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999
R 104	a	6.592	6.694	10.656		9.166	10.188	10.344	11.137	12.529	12.259
	b	1.931	3.938	0.998		2.259	1.432	0.932	1.084	0.333	0.667
	r *2	0.998	0.999	0.999		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999
R 105	a	8.813	9.855	10.557	6.392		9.371	9.994	6.421	10.203	10.266
	b	0.022	0.153	-0.094	0.441		0.782	-0.871	0.036	0.054	-0.080
	r *2	0.999	1.000	1.000	0.999		0.999	1.000	0.999	0.999	0.999
R 106	a	15.310	16.460	19.800	18.443	9.743		14.033	16.613	19.316	19.467
	b	1.291	0.583	-1.292	0.834	0.790		1.831	0.774	0.671	0.819
	r *2	0.999	0.999	0.998	0.999	0.999		0.998	0.999	0.999	0.999
Y 4	a	5.162	5.912	5.746	5.866	5.893	5.762		5.110	4.085	5.246
	b	0.141	-0.225	-0.135	-0.028	0.170	-0.011		0.056	-0.376	0.059
	r *2	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999		0.999	0.998	0.999
Y 5	a	5.181	5.538	4.408	5.702	5.770	5.658	4.617		5.145	5.755
	b	0.176	-0.052	0.156	-0.376	0.060	-0.275	0.243		0.041	-1.035
	r *2	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999		0.999	0.999
G 3	a	4.415	8.455	2.782	9.458	11.011	5.302	3.718*1	0.831		3.276*1
	b	-0.188	0.386	-0.113	0.554	0.471	0.036	0.003	-0.237		-0.361*1
	r *2	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999		0.999
B 1	a	4.671	9.102	2.647	11.638	13.489	12.365	1.872	3.319	4.357	
	b	-0.078	0.481	0.125	0.325	0.204	0.335	-0.413	-0.388	0.724	
	r *2	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.993	0.997	0.999	
B 2	a	3.889	1.724	2.148	2.032	2.317	28.122*1	1.934	2.493	1.993	2.597
	b	0.890	-0.085	-0.473	-0.004	0.123	-0.229	0.022	-0.219	0.032	0.186
	r *2	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999

Scale: A 1.0 *1 A 0.3 *2 Correlation coefficient $y = ax + b$; y : Absorbance, x : Concentration

Table 4. Analytical Results of Each Component in Artificial Preparations of Food Color Mixtures (Dual-wavelength Spectrophotometric Method)

No.	Color	Composition	Added (mg)	Found (mg)	Recovery (%)	Condition	
						λ_1 (m μ)	λ_2 (m μ)
1	Cherry	Erythrosine (R 3) 68	68	66.8	98.24	565	515
		Rose Bengale (R 105) 32	32	30.4	95.00	469	551.5
2	Grape	Brilliant Blue FCF (B 1) 20	20	19.9	99.50	360	584
		Amaranth (R 2) 80	80	75.8	94.75	680	521.5
3	Pink	Erythrosine (R 3) 95	95	88.8	93.47	560	530
		Tartrazine (Y 4) 4	4	3.72	93.00	560	428
4	Chocolate	Amaranth (R 2) 34	34	33.9	99.71	360	479.24
		Tartrazine (Y 4) 85	85	86.0	101.18	580.75	430

Table 5. Determination of Each Component in Food Color Mixtures by Dual-wavelength Spectrophotometric Method

No.	Name	Labeled (%)		Found (%)			
				$m\mu$		$m\mu$	
1	Strawberry	R 2	Y 5	λ_1 358	R 2	λ_1 555.5	Y 5
		72.93	27.87	λ_2 534	72.71	λ_2 484	28.23
2	Golden Orange	R 102	Y 4	λ_1 570	R 102	λ_1 561	Y 4
		46	40	λ_2 540	45.99	λ_2 430	37.65
3	SAKURA BENI	R 104	R 105	λ_1 558.5	R 104	λ_1 504	R 105
		45	5	λ_2 539.75	44.40	λ_2 554	3.46
4	TAMAGO IRO	Y 4	Y 5	λ_1 523	Y 4	λ_1 350	Y 5
		64	6	λ_2 430	61.75	λ_2 485	4.91
5	BENI SS	R 104	R 102	λ_1 472.25	R 104	λ_1 554.5	R 102
		7	63	λ_2 540	7.22	λ_2 500	45.24
6	Green IRO	Y 4	B 2	λ_1 676.5	Y 4	λ_1 493	B 2
		68.8	31.2	λ_2 424	56.45	λ_2 330	43.83
7	Melon Green	Y 4	B 1	λ_1 530	Y 4	λ_1 446	B 1
		21.3	8.7	λ_2 425	21.35	λ_2 407	8.20
8	UME BENI	R 104	Eosine	λ_1 462	R 104	λ_1 554	Eosine
		96.8	3.2	λ_2 462	100.6	λ_2 505	3.18

む す び

食用色素の各種組合わせ110組の場合についての λ_1 および λ_2 を決定し、これらの波長を用いて検量線を作成した。その結果、分析成分と妨害成分の割合が 0~2.5 : 1 の範囲で検量線は直線性を示し、相関係数0.993~1.000を得た。本法を各種混合系における各成分の分別定量に応用し、回収率93~101.18%を得た。また、市販食用混合色素製剤に応用したところ分析結果は表示量に対して

69.20~140.48%の数値を示した。

本法はクロマトグラフ的手段を用いず二成分混合製剤中の各成分を分別定量することができ、着色料混合製剤の各成分の分析法として十分応用できるものと考ええる。

終りに臨み、本研究に際しご協力いただいた日立製作所小森律夫氏、東京都立衛生研究所広門雅子技師、境野米子技師、田村光恵技師ならびに東京家政大学向伸子嬢に感謝する。

なお、本研究は日本薬学会第93年会 (昭和47年4月6日) において発表した。

文 献

- 1) 藤井清次, 神蔵美枝子, 遠藤英美: 食品衛生研究 12 (10), 70 (1962).
- 2) 厚生省告示第 285 号, 官報第 13707 号, 昭和 47 年 8 月 30 日.
- 3) Current Food Addit. Legislat. Nr. 145, 8 (1971); Z. Lebensmittel-Untersuch. u. -Forsch. 148 (5), 195 (1972).
- 4) Chance, B.: Science 120, 767 (1954).

- 5) Ohnishi, T., Ebashi, S.: J. Biochem. (Tokyo) 54, 506 (1963).
- 6) Ohnishi, T.: *ibid.* (Tokyo) 55, 172 (1964).
- 7) Shibata, S., Furukawa, M., Goto, K.: Anal. Chim. Acta 46, 271 (1969).
- 8) 太幡利一, 飯尾利弘, 大熊哲汪: Hitachi Scientific Instrument News 14, 871 (1971).
- 9) "Colour Index", 3rd Ed., Society of Dyers and Colourists, American Association of Textile Chemists and Colorists (1971).