

生物体(食品)の固有螢光に関する研究

第 1 報

桜井 久子

Studies on Native Fluorescence of Foods belonging Animal and Plant Kingdoms

SAKURAI, Hisako

This paper reports the results of my observations on the native fluorescence of foods carried out by means of a fluorescence microscope.

- ① Cell nucleus of raw meats has no fluorescence, but their cell-plasma show fluorescence with pale green color and generally connective tissues show yellow green. Boiled meats show clear fluorescence.
- ② Green foods which contain chlorophyll in the plant kingdom show fluorescence with dark red, but saute (treated with oil) show clear fluorescence with redish yellow. Celles of raw potatoes and their santi show fluorescence with pale yellow green, but boiled potatoes show distinct cell form and inter space of celles, which have clear and beautiful fluorescence.

緒 言

時代の進展と共に、我々の食生活は進歩発展してきた。栄養の知識が普及し、各界の研究が実を結び、国民の健康が著しく向上している事は、喜ばしい限りである。調理学の分野でも、天然の食品を、科学的に実験考察し、人々の高度の要求を満たすべく、凡ゆる角度から工夫研究がなされている。私はこの一端として、生物体(食品)の固有螢光に関し研究を試みた。

自然界の凡てのものには、それぞれ特有の色彩や光沢がある。調理は、この色を巧みに配色することにより食欲を刺激し食生活を、より楽しいものに行っている。然し、最近の外見だけを良く見せたい目的で、着色料や螢光料が使用されている。規定以上の着色料や螢光料は、健康を害する結果となる。有害な螢光料を鑑別するには、紫外線照射による方法が行われている。

食品自体がもつ螢光(固有螢光と呼ぶ)の調査を知れば、有害な螢光料の色別をなし得ると考えられる。ここで食品の生の状態と調理操作及び調味料による固有螢光の変化について、実験研究をし、この結果について報告する。

実験材料及び方法

I 実験材料

(1) 供試料の調製

本実験には、日常用いられる生の食品を対象として選び、人工着色料・螢光料・食品添加物

が混入されていないものを集めて試料とし、その調製は次の通りである。

生の状態の試料3 cm角を三等分しそれぞれの試料とした。

- a) 新鮮な生の状態の試料は、その食品の特質のはつきりした部分を、スライドガラスに当てカバー硝子をかけ鏡検した。(表1及び表4)
- b) 加熱したものは、3/1の試料を、100ccの水道水で、100°C加熱し3分間茹でたり、糊化させ、又は、焼いて用いた。(表2及表5)
- c) 調味し加熱したものは、3/1の試料を、その食品に対し、最も多く利用されている加熱方法を取り、調味料は記載順に添加し、3分間加熱し1時間後に試料とした(表3及表6)
- d) 試料に用いた調味料の蛍光を知る為に、常温のままの調味料を鏡検した。(表7)

II 蛍光の観察

(1) 蛍光の観察方法

- a) 蛍光の観察には、OLYMPUS 200086 HLS型を使用し、食品の蛍光顕微鏡的肉眼観察を行った。

なお、顕微鏡の倍率は、接眼鏡 10× 接物鏡 10× で、100倍率で観察した。

- b) 接眼鏡使用フィルターと、超高圧水銀灯の励起フィルターは、次の組合せによって観察した。

接眼鏡フィルター IWAKI FY5
 超高圧水銀灯フィルター AHL 250UV BG-1

(2) 固有蛍光観察結果の表示

蛍光顕微鏡による食品の固有蛍光観察結果の表示は GVIDE TO COLAUR STANDARD を用いて表示した。

実験結果

動物性食品の固有蛍光についての実験成績は表1～表3に示した

表1 動物性食品の新鮮な生の固有蛍光観察成績

試料食品名	蛍光	固有蛍光の色調(G.C.S.による)			固有蛍光の状態		
		色相	彩度	明度		標準色相名	
鯉(皮)	+	12-4-18			pall green	淡緑	黒い斑点多く濃淡の発光有
鱈(皮)	+	7-4-18			dull yellow	にぶ黄	黒斑密集する中に鮮かな波
		12-5-17			light green	明るい緑	状の発光を生ずる
はぜ(皮)	+	9-4-18			yellow green	黄緑	不同の斑点の中心に発光す
鱒(皮)	+	9-5-18			yellow green	黄緑	円形の黒い斑点の周囲発光
あわび(皮)	-						真黒く蛍光なし
芝えび(皮)	+	11-5-18			light yellowish green	明黄味緑	鮮かな橙色の中に黄味緑色
		5-5-18			light yellowish orange	黄味橙	点在す
鯉(肉)	+	6-5-18			yellow orange	黄橙	発光の中に黒点散在す
鯉(肉)	+	12-5-17			light green	明るい緑	先端に明るい緑色の発光有
鱈(肉)	+	7-6-18			reaaish yellow	赤味黄	きれいな緑色の発光の中心
		12-6-17			light green	明るい緑	に赤味黄円形に光る
はぜ(肉)	+	2-5-18			blue green	青緑	茶色の中に青緑色線状発光
鱒(肉)	+	2-5-17			blue green	青緑	光の端に淡黄色点在す

桜井：生物体（食品）の固有螢光に関する研究

あ	わ	び(肉)	+	12-4-18	pall green	淡 緑	かすかに中心に螢光を認む
		鮪 (肉)	+	11-5-18	light yellow green	明黄味緑	褐色の端に鮮明な黄味緑色の螢光あり
		鯖 (肉)	+	10-3-16	dull yellow	にぶ黄緑	茶褐色の中に鮮かな光あり
		鯉(血合)	+	6-5-18	yellow orange	黄 橙	黒い枝状で全面に発光す
		鯖(内臓)	+	12-3-19	pall green	淡 緑	黒色の中に淡黄橙色点在す
は		ぜ(内臓)	+	6-4-19	pall yellow orange	淡 黄 橙	黒い円の内部が淡緑強い光
		鱈(内臓)	+	12-4-19	pall green	淡 緑	円形細胞内に強い光あり
		鱈(内臓)	+	2-4-18	pall blue green	淡 青 緑	塊状に暗い黄茶点在す
		豚(内臓)	+	7-2-11	dark yellowish brown	暗い黄茶	周囲暗黄茶で平面的所見あり
			+	7-6-18	reddish yellow	赤 味 黄	部位により鮮明に発光す
			+	7-3-13	dark yellowish brown	暗い黄茶	茶黒色で発光せず
牛		肉	-				黒色で発光せず
豚		肉	-				黒褐色で発光せず
鶏		肉	-				全面平らな光、からごは赤黄
鶏	卵	卵黄	+	11-5-18	light yellow green	明黄味緑	全面平らな螢光を發す
鶏	卵	卵白	+	10-4-18	yellow green	黄 緑	鮮かな螢光あり 一色の濃
皮	蛋	卵黄	+	8-6-19	yellow	黄 色	淡を含み発光す
			+	6-3-16	pall yellow brown	淡 黄 茶	周囲水泡状の光あり
牛		乳	+	11-5-18	light yellow green	明黄味緑	全面鮮かに発光す
脱	脂	粉乳	+	10-5-18	yellow green	黄 緑	

表 2 動物性食品を加熱した固有螢光観察成績

試料食品名	螢 光	固有螢光の色調(G.C.S.による)			標準色相名	固有螢光の状態	
		色相	彩度	明度			
鯖	+	6-4-19	palle yellow orange	淡 黄 橙	線状の螢光・・ 褐色の濃淡の光を見る		
		6-1-14	brownish gray	茶 灰			
鯉	+	6-5-18	yellow orange	黄 橙	全面平らな光の中に黒点有 周囲に螢光を認める		
		11-5-17	light yellowish green	明黄味緑			
は	+	7-6-19	reddish yellow	赤 味 黄	中心に発光す		
		12-3-19	pall green	淡 緑			
芝	+	5-5-18	light yellowish orange	黄 味 橙	鮮明の美しい螢光無数点在 明るい黄味橙の点を認む		
		5-4-13	brown	茶 色			
鶏	肉	+	8-6-19	yellow	黄 色	筋全体が発光す	
牛	肉	+	6-3-13	dark yellowish brown	暗 黄 茶	組織の中に鮮かな黄色点在	
豚	肉	+	7-5-19	right reddish yellow	明赤味黄	黒色の先端に散在し発光す	
鶏	卵	卵黄	+	7-4-16	yellowish brown	黄 茶	明るい赤味黄色の光無数有
鶏	卵	卵白	+	8-5-19	yellow	黄 色	明るいオリブの中に発光
豚(内臓)	+	7-5-17	dark yellow	暗 い 黄	全面的に暗い黒色の中に鮮 かな明赤味黄の螢光あり		
		7-5-19	right reddish yellow	明赤味黄			
牛	乳	+	10-5-18	yellow green	黄 緑	内部は緑・外側黄橙に発光	
脱	脂	粉乳	+	9-4-18	yellow green	黄 緑	平面的に鮮かな光あり

表 3 動物性食品を調味し加熱した固有螢光観察成績

試料食品名	使用調味料	螢光	固有螢光の色調 (G. C. S.による)			標準色相名	固有螢光の状態	
			色相	彩度	明度			
鯖 鯉 鰻	味噌	+	6-6-18			yellow orange	黄 橙	淡茶色の中に鮮かに点在 周囲太く発光す 螢光は平面的となり明る さを失う
	醤油・砂糖	+	7-5-17			bark yellow	暗い黄	
	醤油・砂糖	+	7-5-18			reddish yellow	赤味黄	
は ぜ	油・醤油・ 砂糖・酢	+	7-4-17			dull yellow	にぶ黄	黄味を増す
			9-4-18			yellow green	黄緑色	
鱈	醤油・砂糖	+	2-6-16			blue green	青 緑	茶褐色の中に螢光あり
芝 え び	みりん 醤油 ・ 砂糖	+	4-7-16			orange	橙 色	皮の部分は赤味橙色生ず
鶏 肉	しょうゆ・ みりん	+	7-4-17			dull yellow	にぶ黄	明るい茶に変化す 暗い黄の外側に鮮かな光
			8-6-19			yellow	黄 色	
牛 肉	油・トマ トケ ップ	+	7-5-18			reddish yellow	赤味黄	網状となり鮮かな黄色有
豚 肉	油・醤油・ 砂糖	+	6-4-16			dull yellow orange	にぶ黄橙	外側に黄色の螢光を認む
鶏卵 卵黄	みりん 醤油	+	8-6-19			yellow	黄 色	鮮かな黄色の螢光を認む
鶏卵 卵白	みりん 醤油	+	9-4-18			yellow green	黄緑色	にぶ黄の周囲に発光あり
豚(内臓)	油・みりん 醤油 焼 みりん・ 砂糖	+	6-3-13			dark yellowish brown	暗い黄茶	油使用により黄色を呈す にぶい光に変化す
			5-4-14			brown	茶 色	
牛 乳	砂 糖	+	10-5-18			yellow green	黄 緑	渦巻状の線に黄橙発光す
脱脂 粉乳	砂 糖	+	9-4-18			yellow green	黄 緑	全面鮮明な光あり

植物性食品の固有螢光についての実験成績は表4～表7に示した。

表 4 植物性食品の新鮮な生の固有螢光観察成績

試料食品名	螢光	固有螢光の色調 (G. C. S.による)			標準色相名	固有螢光の状態		
		色相	彩度	明度				
米	+	9-4-18			yellow green	黄 緑	糠質部は淡黄色の螢光あり	
押 食	麦 ン	+	8-4-17			dull yellow	にぶ黄	茶色の帯状の隣に発光す 全面岩石状で淡い光を放つ
大 豆		+	10-5-18			yellow green	黄 緑	
豆 腐	+	8-4-19			pall yellow	淡 黄	周囲及先端鮮かな黄緑色	
枝 豆	+	9-3-19			pall yellow green	淡 黄緑	全面黄緑の光あり	
小 豆(皮)	+	5-5-17			yellowish orange	黄味橙	赤黄系の光の端茶色	
小 豆	+	6-6-18			yellow orange	黄 橙	茶色の先端に鮮明な螢光	
黒 胡 麻	-	6-4-18			dull yellow orange	にぶ黄橙	全面ににぶい螢光を認む 螢光を認めず	
大 大	根 葉	+	9-4-18			yellow green	黄 緑	全面に平らな黄緑の発光 黒色の中に葉脈美しく光る
人 人		+	11-4-18			pall green	うす緑	
茄 子(皮)	+	4-7-16			orange	橙 色	茶色平面的光の中に鮮明色	
胡 瓜	+	6-5-17			dark yellow orange	暗い黄橙	縞模様は無数の螢光を認む	
紅 生 姜	+	4-5-13			brown	茶 色	濃い緑色の中心に点状発光	
古 生 姜	+	4-7-16			orange	橙 色	全面鮮明な螢光端は淡黄緑	
	+	6-5-18			dark yellow orange	暗い黄橙	青緑の中に点在す	

桜井：生物体（食品）の固有螢光に関する研究

甘馬里白長長玉玉キャベツみつば(葉)つまみ菜ほうれん草ピーマンいんげんパセリもやし(芽)松茸(笠)推茸(干)海苔(干)	蔗鈴芋菜(青)葱(青)葱(白)葱葱(白芯)みつば(葉)つまみ菜ほうれん草ピーマンいんげんパセリもやし(芽)松茸(笠)推茸(干)海苔(干)	+ + + + + + + + + + + + + + + + + + -	9-4-18 9-3-19 9-4-18 7-5-17 12-4-19 11-4-19 7-6-18 10-3-19 10-4-18 8-6-19 3-8-16 1-7-13 7-5-19 6-4-15 6-4-19 6-4-19 4-2-10	yellow green pale yellow green yellow green dark yellow pall green pall green reddish yellow pale yellow green yellow yellowish brown pale yellow orange pale yellow orange dark brown	黄緑 うす黄緑 黄緑 暗い黄色 淡緑 淡緑 赤味黄 淡黄緑 黄緑 黄緑 赤味橙 暗い赤 淡黄緑 黄茶 淡黄橙 淡黄橙 暗茶色	皮は美しい発光淡黄緑の外細胞整然とし螢光あり細胞の形に光る黒の中に発光す黒褐色の中心に水泡状発光細胞の外側に淡く光る黒色の中央無数の光ありたての繊維に発光あり全面黄緑の端にぶ黄色あり規則正しい葉脈に螢光あり黒線の外側鮮かな螢光真黒の外側に僅か赤味あり暗赤色で光らず皮部はあみ状白部は黄緑色黒褐色の葉先に小さく光る中心に直線状の光を認む暗い茶の周囲に黒点無数有茶褐色の中に発光す水泡状の淡黄橙点在す黒褐色で螢光なし
---	--	---------------------------------------	--	--	--	--

表 5 植物性食品を加熱した固有螢光観察成績

試料食品名	螢光	固有螢光の色調 (G. C. S.による)			標準色相名	固有螢光の状態
		色相	彩度	明度		
飯	+	10-4-18	yellow green	黄緑	全面黄緑色の螢光あり	
押麦飯	+	9-4-18	yellow green	黄緑	帯状の光は黒くなる	
焼パン	+	7-5-19	right reddish yellow	明赤味茶	網状の先端に発光す	
大豆	+	10-5-18	yellow green	黄緑	明るい黄緑の線鮮明に光る	
豆腐	+	7-5-17	dark yellow	暗い黄色	帯状の赤味黄色の螢光あり	
もやし(芽)	+	8-5-19	yellow	黄色	芽の周囲鮮明な黄色の発光茶色にて発光せず	
小豆(皮)	-					
大人根	+	11-5-17	light yellow green	明黄味緑	端に赤味黄の発光を見る	
人参	+	3-7-16	reddish orange	赤味橙	平面状に螢光美し濃緑と黒色で発光せず	
胡瓜	-					
甘蔗	+	12-4-18	pall green	うす緑	細胞が螢光を発す線状発光	
馬鈴薯	+	8-5-18	yellow	黄色	先端赤味黄点在す線状発光	
里芋	+	9-4-18	yellow green	黄緑	周囲に明るい黄味緑の螢光	
茄子(皮)	+	6-4-18	dull yellow orange	にぶ黄橙	繊維にそい縞模様光る	
パセリ	+	7-4-17	dull yellow	にぶ黄	黒全面の先に少々発光あり	
ピーマン	+	9-4-18	yellow green	黄緑	点状に発光し橙色線見ゆ	
推茸(干)	+	7-4-17	dull yellow	にぶ黄	黒色の内部に淡く線状に光	

表 6 植物性食品を調味し加熱した固有螢光観察成績

試料食品名	使用調味料	螢光	固有螢光の色調 (G. C. S.による)			標準色相名	固有螢光の状態
			色相	彩度	明度		
飯	油・しょうゆ・酒	+	8-6-19	yellow	黄色	鮮明な螢光	
押麦飯	油・しょうゆ・酒	+	8-5-19	yellow	黄色	茶褐色の帯状中心に有り	
焼パン	バター	+	5-6-18	yellowish orange	黄味橙	黒茶の中心に水泡状発光	
大豆	砂糖	+	12-6-17	light green	明るい緑	線状に鮮やかな螢光あり	
豆腐	しょうゆ・砂糖	+	7-5-18	reddish yellow	赤味黄	黄茶の外側に鮮明な螢光	
油揚げ	油	+	7-6-18	reddish yellow	赤味黄	黄茶の周囲に発光す	
小豆	砂糖	+	6-6-18	yellow orange	黄橙	全面明るい黄緑の中に有	
大根	しょうゆ・砂糖	+	7-5-18	reddish yellow	赤味黄	黄緑の中心に鮮かに光る	
人参	しょうゆ・砂糖	+	5-5-18	light yellowish orange	明黄味橙	橙色の濃淡の螢光をみる	
胡瓜	酢	+	7-6-18	reddish yellow	赤味黄	黒色の先端淡く光る	
甘藷	油・砂糖	+	7-4-19	pall yellow	うす黄	暗い黄の中に細かく光る	
馬鈴薯	油・小麦粉	+	6-4-18	dull yellow orange	にぶ黄橙	細胞の先赤味黄の螢光有	
里芋	しょうゆ・砂糖	+	10-5-18	yellow green	黄緑	中心に明るい赤味黄発光す	
古生姜	酢	+	8-6-19	yellow	黄色	線状の黄橙の間に点在す	
パセリ	油	+	1-10-14	red	赤	葉脈に赤い線状螢光あり	
ピーマン	油	+	2-8-14	yellowish-red	黄味赤	橙色系の濃淡鮮明な螢光	
推茸(干)	しょうゆ・砂糖	+	7-5-18	rddish yellow	赤味黄	黒色の内側に光る黄色有	
もやし(芽)	油・トマトケチャップ	+	4-6-16	orange	橙色	中心に鮮明に発光する	
茄子(皮)	油	+	10-5-18	yellow green	黄緑	黄・橙・暗茶各々の光有	
白菜(青)	塩漬	+	7-4-19	pale yslow	淡黄	結晶状に発光す	
長葱(青)	しょうゆ・砂糖	+	7-5-18	reddish yellow	赤味黄	斜の縞模様の美しい螢光	
玉葱	油・トマトケチャップ	+	8-3-18	pale olive	淡オリ	赤味黄・にぶ黄橙の光有	
キャベツ	ぬか漬	+	6-5-17	dark yellow orange	暗黄橙	緑色の内外に発光あり	
ほうれん草	油・塩	+	7-5-18	reddish yellow	赤味黄	黒色の周囲帯状の光あり	

桜井：生物体（食品）の固有蛍光に関する研究

表 7 試料に用いた調味料の蛍光

試料調味料名	蛍光	固有蛍光の色調 (G.C.S.による)			標準色相名	固有蛍光の状態
		色相	彩度	明度		
食塩	+	10-4-18			黄緑	結晶状の内部に蛍光あり
醤油	+	8-5-18			黄色	濃い緑周囲に蛍光を発す
白砂糖	+	6-6-18			黄橙	結晶状の外側に線状蛍光有
みりん	+	7-6-18			赤味黄	端帯状に鮮かに光あり
トマトケチャップ	+	8-6-19			黄色	鮮明な光あり全面暗橙色
赤みそ	+	4-6-16			橙色	鮮かな光と先端黄色発光有
白みそ	+	9-4-18			黄緑	全面平らに蛍光を発す
食酢	+	11-4-14			濃黄味緑	線状の鮮明な赤味黄の発光
サラダ油	+	7-5-19			明赤味黄	緑帯状の光の周囲明赤黄光

総 括

動物性食品の細胞核の固有蛍光は無蛍光で暗く見えるが、細胞質は淡緑色で弱い蛍光を発する。結合組織の蛍光は、黄緑色で著明であり、弾力繊維は、強い青白色或は黄緑色の蛍光を発する。消耗性顆粒は弱い黄褐色を呈する。生肉の蛋白質は、加熱凝固の進むにつれ、その蛍光は鮮明となり、2日間放置したものは更に強くなる。これは生肉が腐敗しその進行によるものとも思われるが今度の実験では行わなかったため、今後の問題点として確かめたい。

魚類は、新しいものより古い魚に蛍光が強く、背部よりも、血合、内蔵に強い蛍光が見られる。魚生肉の皮部は、魚の種類により、それぞれ異った形の黒い斑点が見られる。これは加熱や調味によって変形するし、肉質部も加熱により、蛍光は分散される。

植物性食品の固有蛍光では、葉緑素を含む葉菜類は、赤い蛍光を発するが、実験に用いた試料では、暗赤色が多く、蛍光を見ることは出来なかった。これは鏡検までの経過時間や、水洗等の操作の過程で長時間を要した為か、原因を調べ今回の研究の資としたい。同一の試料でも油脂で調理すると鮮明な赤黄色の蛍光を発する。これの葉緑素とビタミンA及び油脂との関係につき、生化学的に究明したいと思う。芋類は、生の状態では、全体的に黄緑色の蛍光を有するが、加熱したり、調味すると、細胞の形が明確となり、その間に線状の蛍光が美しく彩られる。消化や吸収と何等かの関連があるものと考えられる。豆及び豆製品は、生でも加熱しても淡黄緑色系の蛍光を発するが、日数が経過するに従って鮮明な鋭い黄緑色を呈する。これは豆類の腐敗の速さと関係があるものと考えられ、調理学での研究問題としたい。

動物性食品及び、植物性食品の自然のままの色彩と、蛍光顕微鏡を通して見る固有蛍光の色相の相異を知り、又、同一食品でも、加熱したり、調味料を加えて煮ることにより、その蛍光の色相は種々に変化する。栄養学の理論と調理学での実践との深い関係を、この研究を通して推進していきたい。蛍光に関しての医学的研究は進められているが、食品の固有蛍光については、未だ着手されていないので、本研究を基礎として、更に実験を進め、この面から食生活の向上に役立てたいと念願する。

終りにのぞみ、本研究に際し、研究の機会と、本論文の校閲を賜った、農学博士神野節子本学教授に対して深く感謝いたします。

参 考 文 献

小机弘之・天木一太・共著 蛍光顕微鏡の手軽な応用法 臨床病理特集7号(昭和33年7月)