乾のりの赤外・近赤外スペクトルの特性と帰属について

岩元睦夫*・鈴木忠直*・平田 孝*

野田宏行**・魚住 純*・石谷孝佑*

Some Characteristics of Infrared and Near Infrared Spectra of Dried Laver (*Porphyra yezoensis*) in Connection with the QualityMutsuo IWAMOTO*, Tadanao SUZUKI*, Takashi HIRATA*, Hiroyuki NODA**,
Jun UOZUMI* and Takasuke ISHITANI** National Food Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries,
2-1-2, Kannondai, Yatabe, Tsukuba-gun, Ibaraki, 305

** Faculty of Fisheries, Mie University, Tsu, Mie, 514

This study was conducted in order to define the characteristics of infrared and near infrared spectra of dried laver (*Porphyra yezoensis*) so that near infrared diffuse reflectance method might be applied for a nondestructive analysis of chemical composition. By comparing the infrared spectra measured by KBr-pellet and that by ATR methods, near infrared spectra in 1.1 to 2.5 μm region were assigned in connection with a substance related to the quality. (1) Infrared spectra consisting of the major 6 absorption bands were assigned to Amide I, Amide II and Amide III, and fundamental vibration of C-H and C-O groups. (2) Near infrared spectra consisting of about 35 absorption bands were also assigned to various overtone and combination vibrations of C-H, N-H, O-H or C=O groups. (3) Both the infrared and near infrared spectra showed a general tendency that the better the grade of the quality was, the more a content of protein was, and by contraries the less a content of carbohydrate was. (4) An organic solvent- or water- extractability of substance related to near infrared bands was assigned qualitatively measuring organic solvent- or water- extracted laver samples, respectively. (5) The effect of moisture content of the sample on near infrared spectrum showed in some wavelength regions in addition to absorption bands related to water itself. This effect is independent upon the grade of the quality and the change of spectrum is reversible to moisture content.

(Received Nov. 1, 1982)

近赤外拡散反射スペクトル法（以下近赤外法と略す）を乾のり（*Porphyra yezoensis*）の品質評価法に応用する目的で行った研究の中で、1.1~2.5 μm の近赤外域で約 35 個の吸収波長を確認し、それぞれの波長における吸光度と検査員が官能的に判定した本等級との単相関ならびに重相関を求め、2 次微分スペクトルを用いた重回帰分析により、近赤外法を乾のり（以下のりと略す）の

本等級の評価法として使いうる可能性の高いことを明らかにした。また、近赤外法をのりの非破壊品質評価法として一般化するためには、等級格付時の尺度構成を明確にし、かつのりの成分値を含めた評価法を確立する必要があることを報告した¹⁾。

近赤外域の吸収は、いくつかの例外を除き基準伸縮振動の倍音又は結合振動による吸収とされ²⁾、非破壊分析

* 農林水産省食品総合研究所（〒 305 茨城県筑波郡谷田部町観音台 2-1-2）

** 三重大学水産学部（〒 514 三重県津市上浜町）

法に応用しその精度を高めるためには、スペクトルの帰属及び吸収成分との関係を明確にする必要があるにもかかわらず、小麦について詳細な報告がなされている³⁾以外食品についての報告は少ない。

本報では等級の異なるのりについて KBr 錠剤法（以下 KBr 法と略す）及び多重全反射法（以下 ATR 法と略す）により測定した赤外スペクトルを解析し、合わせて数種類の調製処理を行ったのり試料の近赤外スペクトルを成分及び等級との関連で検討し、のりの近赤外スペクトルの基本的特性を明らかにした。

実験方法

1. 供試材料

供試材料は1981年12月8日三重県南勢地区下御糸で収穫された上級品、中級品及び下級品で、供試材料の形態は、KBr 法による赤外スペクトルの測定において微粉碎したのりを使用した以外すべてシート状とした。上級品、中級品、下級品の粗たん白含量（ケルダール法による）及びグルコースとしての炭水化物含量（ソモギー法による）は、それぞれ42.2%及び37.5%、38.3%及

び44.0%、27.1%及び52.0%であった。また、近赤外スペクトルの帰属を成分との関係から考察するための試料として、Fig. 1の手順に従って、有機溶媒（アセトン）及び水で抽出したのり残渣物を真空凍結乾燥し、それぞれ有機溶媒抽出残渣試料及び水抽出残渣試料を調製した。

2. スペクトルの測定

(1) 赤外スペクトルの測定

KBr 法及び ATR 法により赤外スペクトルの測定を行った。供試機器は日本分光製赤外分光光度計（A-302型）で、ATR 測定には多重全反射測定装置（ATR-6型）を、また差スペクトル等のスペクトル解析には、データプロセッサ（DP-A 300）を付属機器として用いた。なお、赤外スペクトルでは波長の単位に cm^{-1} を用いた。

(2) 近赤外スペクトルの測定

近赤外スペクトルの測定は前報¹⁾と同様に行った。本文中特に断らない場合は、アミノ酸、でん粉、糖類等の成分のスペクトルは、市販されている粉末固体状の試薬を使って測定した。なお、近赤外スペクトルでは波長の単位に μm を使用した。

Fig. 1 Procedure to prepare an organic solvent- or a water- extracted laver sample

結果及び考察

1. 赤外スペクトル

等級の異なる3種類の粉末のりをKBr法により測定した赤外スペクトルをFig. 2に示した。吸収に強弱はあるが、吸収波長はのりの等級によらずほぼ共通している。このうち1600, 1550, 1160, 1080 cm^{-1} の吸収は強く、1400 cm^{-1} と1250~1220 cm^{-1} の吸収はブロードでかつ1450, 1050 cm^{-1} の吸収は弱く、この他にショルダー部に多くの弱い吸収がある。

一方、シート状のりをATR法により測定した赤外スペクトルをFig. 3に示した。KBr法に比べいずれの吸収も長波長側へシフトする傾向にあり、特に1100~1000 cm^{-1} の吸収における差が著しく、かつ長波長側ほど吸光度が大きくなる傾向が顕著な他は、KBr法とほぼ同様のスペクトルを得た。

しかし、ATR法のスペクトルの方がKBr法より吸収は明瞭で、KBr法で重なりが見られた波長域のうち1400 cm^{-1} 域の吸収は、1370 cm^{-1} に比較的是っきりした吸収となって現われ、また1250~1220 cm^{-1} 域の吸収は、1210 cm^{-1} の吸収と1240 cm^{-1} におけるショルダー部の吸収となって現われた。1450~1370 cm^{-1} に見

Fig. 2 Infrared spectra of finely ground laver samples measured with KBr pellet method

Grade of quality
 — Highest
 ---- Middle
 -.- Lowest

Fig. 3 Infrared spectra of unground laver samples measured with ATR method

Grade of quality
 — Highest
 ---- Middle
 -.- Lowest

られる吸収が下級品ほど弱くなる現象は、KBr法及びATR法の両方に共通している。

のりの成分と品質の関係は、全窒素、たん白質、炭水化物、粗せん維、粗灰分などで研究され、良質なのりほど全窒素及びたん白窒素の含量が多く、炭水化物、粗せん維、粗灰分が少ないことが報告されている⁴⁾。また、これらの他に数種の呈味アミノ酸や核酸なども微量成分ながらのり特有の風味に関係した重要な成分である⁵⁾。

Table 1 Infrared bands of dried laver samples measured by KBr-pellet and ATR methods

Wave number (cm^{-1})		Contributing group
ATR	KBr	
1635	1660	C=O (Amide I)
1540	1550	N-H (Amide II)
1450-1370	1390	C-H (CH_3 , CH_2)
1210	1240	N-H (Amide III)
1150	1160	C-H ?
1030	1070	C-O

赤外スペクトルの主要な吸収帯の帰属を Table 1 に示した。ATR 法のスペクトルで説明すれば、1635, 1540, 及び 1210 cm^{-1} の吸収はアミド結合によるもので、古くから各種のたん白質関連物質で研究され、短波長側からそれぞれアミド I, アミド II 及びアミド III の吸収に帰属される⁶⁾。また、 1030 cm^{-1} の強い吸収は C-O の伸縮振動によるもので、炭水化物に由来すると考えられる⁷⁾。

一方、 $1450\sim 1370\text{ cm}^{-1}$ に見られる比較的ブロードな吸収は C-H の変角振動によるもので、ELLIOTT ら⁸⁾ がアラニンの側鎖-CH₃ に由来する吸収として報告した $1166, 1453$ 及び 1447 cm^{-1} のうち後者の 2 つの波長帯に近い。のりの全遊離アミノ酸中アラニンは約 30% を占め、下級品ほど遊離アミノ酸含量が減少するとされている⁵⁾ が、前述したように、 1450 cm^{-1} の吸収が下級品ほど小さくなる傾向は、遊離アミノ酸の多少にも関係すると考えられる。 1150 cm^{-1} に見られる吸収も他の 1 つの波長 1166 cm^{-1} に近いが、吸収の強度はのりの等級に関係なくほぼ一定である。

Fig. 4 に ATR 法で得たスペクトルの中級品と下級品とから求めた差スペクトルを示した。差スペクトル A は Fig. 3 に示したスペクトルを 1540 cm^{-1} で、また差スペクトル B は同様に 1030 cm^{-1} で両方ののりの吸収が等しくなるよう正規化した後に、中級品-下級品として求めたものである。Table 1 に示したように、前者の波長は N-H の変角振動でたん白質に由来し、後者の波長は C-O の伸縮振動で炭水化物に由来する。差スペクトル

Fig. 4 Differential spectra obtained from the original infrared spectra measured with ATR method

A は炭水化物に由来する 1010 cm^{-1} 域で負の値となり、差スペクトル B はアミド I (1635 cm^{-1})、アミド II (1550 cm^{-1}) 及びアミド III (1210 cm^{-1}) に由来する波長で大きな差が見られ、いずれも正の値となる。同様の傾向は上級品-中級品の差スペクトルでも得られる。このことは良質なのりほどたん白質が多く、炭水化物が少ないことを示し、化学分析の結果と一致する。

2. 近赤外スペクトル

Fig. 5 に等級の異なるのりの近赤外スペクトル及び上級品の 2 次微分スペクトルを示した。2 次微分スペクトルでは矢印で示した波長で吸収の等級間差が顕著で、他の波長では明確でない。吸収は 2 次微分スペクトルで下に凸な波長として確認され、Table 2 のように帰属される。Table 2 には吸収成分のうち、有機溶媒にて抽出されるもの（有機溶媒抽出性成分）及び水にて抽出されるもの（水抽出性成分）の区別も示した。すなわち、Fig. 6 に例示したように、水抽出性成分は水抽出残渣試料で、有機溶媒抽出性成分は有機溶媒抽出残渣試料で吸収が消失または弱くなることによって、それぞれの成分の抽出性を知ることができる。

Fig. 5 Near infrared and the second derivative spectra of unground laver samples.

There is an evident difference in the second derivative spectrum among the grade of the quality at wavelengths indicated by arrows

Grade of quality
 — Highest
 Middle
 --- Lowest

Table 2 Several characteristics of near infrared bands of dried laver

Wavelength (μm)	Intensity*	Contribut- ing group	Assignment**	Extract- ability***	Correla- tion coeffi- cient ¹⁾	Ref.
2.475	s		$\nu_{\text{CH}}(2880) + \nu_{\text{CC}}(1150)$		0.588	20
2.448	w (sh)				0.857	
2.409	w				-0.825	
2.384	w				-0.667	
2.365	w (sh)	$-\text{CH}_3$	$\nu_{\text{CH}}(2900) + \delta_{\text{CH}}(1300-1460)$		-0.763	12
2.345	s	$>\text{CH}_2$		S E	0.954	13
2.306	w	$>\text{CH}_2$		S E	0.932	13
2.295	w	$>\text{CH}_2$		WE	0.859	13
2.262	s	$-\text{CH}_3$			0.863	13
2.205	w (sh)	$-\text{OH}$	$\nu_{\text{OH}}(3150) + \delta_{\text{OH}}(1300)$	WE ?	-0.867	17
2.168	s	$-\text{CONH}-$	$2\nu_{\text{C=O}}(1650) + \text{Amide III}(1230)$	WE	0.931	11, 21
2.144	w	$-\text{CONH}-, -\text{CONH}_2$	$\nu_{\text{NH}}(3450) + \text{Amide III}(1230)$	S E	0.538	11
2.110	m	$-\text{OH}$	$\nu_{\text{OH}}(3500) + \delta_{\text{OH}}(1300)$	WE	-0.733	17, 22
2.056	s	$-\text{CONH}-, -\text{CONH}_2$	$\nu_{\text{NH}}(3350) + \text{Amide II}(1540)$		0.932	11, 21
1.978	w	$-\text{CONH}_2$	$\nu_{\text{NH}}(3450) + \text{Amide II}(1540)$		0.313	11
1.924	s	H_2O	$\nu_{\text{OH}}(3657) + \delta_{\text{OH}}(1595)$		0.801	14, 15, 16
1.816	m	$>\text{COH}$	$\nu_{\text{OH}}(3300) + 2\nu_{\text{CO}}(1055)$	WE	-0.087	17
1.800	w			WE	-0.140	
1.760	w (sh)	$>\text{CH}_2$	$2\nu_{\text{CH}}(2800-3000)$	S E	0.236	12, 13, 23
1.730	s	$>\text{CH}_2$			0.663	12, 13, 23, 24
1.696	s	$-\text{CH}_3$			0.839	12, 23
1.629	m	$=\text{CH}_2 ?$			0.606	12
1.578	w	$-\text{NH}$	$2\nu_{\text{NH}}(3540)$		0.703	11, 21
1.540	s	$-\text{OH}$	$2\nu_{\text{OH}}(3225)$		0.355	25
1.496	s	$-\text{NH}$	$2\nu_{\text{NH}}(3540)$	WE	0.274	11, 21
1.462	w (sh)	H_2O	$\nu_{\text{OH}}(3657) + \nu_{\text{OH}}(3756)$		0.052	15
1.438	s	$-\text{OH}$	$2\nu_{\text{OH}}(3590)$		-0.016	24, 25
1.358	s	$-\text{CH}_3$		WE	0.487	23
1.315	w (sh)	?			-0.135	
1.278	s	$>\text{CH}_2$	$3\nu_{\text{CH}}(2800-3000)$		0.937	17
1.240	m	$>\text{CH}_2$			0.370	21
1.216	w (sh)	$>\text{CH}_2$		S E ?	-0.493	26
1.188	s	$-\text{CH}_3$			0.954	23, 26
1.164	w (sh)	H_2O	$\nu_{\text{OH}}(3657) + \delta_{\text{OH}}(1595) + \nu_{\text{OH}}(3756)$		0.466	15
1.142	w (sh)	$-\text{CH}_3$	$3\nu_{\text{CH}}(3000)$		0.231	23

* s: strong, m: medium, w: weak, sh: shoulder

** The figure in parentheses indicates a frequency of the fundamental vibration (cm^{-1}). ν : stretching vibration, δ : bending vibration

*** S E: Absorbing substance is an organic solvent-extractable material.

WE: Absorbing substance is a water-extractable material.

Fig. 6 Comparison of the second derivative spectra between an organic solvent-extracted laver sample and a water-extracted one prepared by the procedure as shown in Fig. 1 in connection with an untreated-ordinary sample

— Ordinary sample
 ---- Solvent-extracted sample
 Water-extracted sample

GODDU ら⁹⁾によれば $2.2\sim 2.5\mu\text{m}$ における吸収は C-H に特徴的で、これらは主に C-H の基準伸縮振動 (2950cm^{-1}) とさまざまな変角振動 ($1300\sim 1500\text{cm}^{-1}$) との結合振動に帰属される。 2.475 , 2.345 , 2.306 及び $2.295\mu\text{m}$ の吸収は、小麦グルテンの吸収ではいずれも CH_2 に由来する C-H の結合振動に帰属されている⁸⁾。 $2.345\mu\text{m}$ と $2.306\mu\text{m}$ は有機溶媒抽出性成分、 $2.295\mu\text{m}$ は水抽出性成分である。 $2.306\mu\text{m}$ と $2.295\mu\text{m}$ の吸収はのりの等級に敏感で、高品質なものほど吸収は強く下級品ではほとんど消失する。 $2.306\mu\text{m}$ の吸収は β -カロチンやフィコシアニンで、また $2.295\mu\text{m}$ はアラニン、グルタミン酸、アスパラギンでも強い吸収として現われる。

$2.262\mu\text{m}$ の近くの $2.275\mu\text{m}$ にはショルダー部の吸収があり、これは有機溶媒抽出性成分でクロロフィル (エーテル溶媒中) の $2.275\mu\text{m}$ の吸収と一致する。

$1.90\sim 2.2\mu\text{m}$ における吸収は C=O, N-H, O-H が関与した各種の結合振動で、特に 2.168 , 2.110 及び $1.924\mu\text{m}$ の吸収はそれぞれたん白質、炭水化物、水に由来する吸収で、近赤外法をそれぞれの成分の非破壊分析法として使うときのキーバンドとして使われている¹⁰⁾。 $2.110\mu\text{m}$ の吸収を詳細に見ると、これは $2.102\mu\text{m}$ と $2.116\mu\text{m}$ の吸収からなり、いずれも水抽出性成分で良質なものほど吸収が弱い (品質との相関は負)。これらの吸収波長はでん粉や数種の糖類等に共通して見ら

れ、特に吸収の形ではでん粉に類似していることから炭水化物に由来した吸収と考えられる。

$1.978\mu\text{m}$ の吸収は $-\text{CONH}_2$ に帰属され¹¹⁾、卵白アルブミンを初め多くのたん白質で強い吸収として現われるが、筆者らが測定したゼラチンではのりと同様にショルダー部の弱い吸収にすぎない。このことは、近赤外スペクトルがたん白質の構造と関連づけ考察されうることを示唆するもので興味深い。

$1.3\sim 1.9\mu\text{m}$ に見られる吸収は、 $1.816\mu\text{m}$ が O-H と C-O の結合振動及び $1.462\mu\text{m}$ が遊離の O-H の結合振動によることを除いて、すべて C-H, N-H, O-H の基準伸縮振動の一次倍音に帰属される。KAYE¹²⁾ は、C-H の一次倍音中 $1.70\sim 1.78\mu\text{m}$ の吸収を $-\text{CH}_3$ 及び $>\text{CH}_2$, $1.62\sim 1.68\mu\text{m}$ を $=\text{CH}_2$ に帰属させ、HOLMAN ら¹³⁾は共役 2 重結合による吸収も $1.70\mu\text{m}$ 以下に生ずることを報告している。

$1.816\mu\text{m}$ の吸収は $1.802\mu\text{m}$ と $1.824\mu\text{m}$ の吸収からなり、いずれの吸収も良質なものほど弱く、品質との相関は負となることから、でん粉 ($1.824\mu\text{m}$) や果糖 (1.802 , $1.824\mu\text{m}$) 等炭水化物に関連した成分による吸収と考えられる。

$1.760\mu\text{m}$ の吸収は水抽出残渣試料ではほとんど変化せず、有機溶媒抽出残渣試料で減少することから有機溶媒抽出性成分と考えられる。 $1.730\mu\text{m}$ 及び $1.696\mu\text{m}$ の吸収は等級との相関も正で比較的高く、クロロフィル (エーテル溶媒中) は $1.692\mu\text{m}$ に強い吸収がある。

$1.578\mu\text{m}$ の吸収は $1.572\mu\text{m}$ と $1.588\mu\text{m}$ から成り上級品ほど $1.572\mu\text{m}$ の吸収が強くなる。同様に $1.496\mu\text{m}$ の吸収も $1.491\mu\text{m}$ と $1.504\mu\text{m}$ の吸収から成り、これらは有機溶媒抽出残渣試料で目立つようになることから、有機溶媒に不溶又は難溶な成分と考えられる。アスパラギン ($1.506\mu\text{m}$) やグルタミン ($1.484\mu\text{m}$) の吸収に近いが等級間で複雑な変化をする。

$1.438\mu\text{m}$ の吸収はでん粉 ($1.434\mu\text{m}$) や果糖 ($1.440\mu\text{m}$) 等炭水化物由来の $-\text{OH}$ による吸収と考えられる。

後述するように $1.35\sim 1.40\mu\text{m}$ の吸収は、のりの水分とともに最も大きく変化する。この吸収は $1.358\mu\text{m}$ と $1.372\mu\text{m}$ の吸収から成り、いずれも水抽出性成分と考えられ、でん粉 ($1.356\mu\text{m}$)、果糖 ($1.374\mu\text{m}$)、マンノース ($1.358\mu\text{m}$) 等の炭水化物やグリシン ($1.370\mu\text{m}$)、グルタミン酸、アスパラギン酸 (いずれも $1.380\mu\text{m}$) 等のアミノ酸で強い吸収として得られる。

$1.30\mu\text{m}$ 以下の吸収は、 $1.164\mu\text{m}$ における水の結合振動による吸収を除いてすべて C-H の 2 次倍音に帰属

される。1.278, 1.240 及び 1.188 μm はたん白質を含む食品に共通して見られる吸収であるが, 1.278 μm 及び 1.188 μm の吸収がいずれにおいても強いのに比べ, 1.240 μm の吸収はたん白質の種類により変化し, 小麦グルテン及びゼラチンではきわめて弱くなる。

3. のりの水分と近赤外スペクトル

のりの水分を変化させたときのスペクトルの変化を Fig. 7 に示した。いずれの変化ものりの等級や乾燥方法(熱風乾燥, 真空乾燥, 乾燥剤乾燥)によらず可逆的である。

スペクトルの中で水に由来する O-H に帰属される吸収は, 乾燥によって他のほとんどの吸収が強くなる傾向にあるのに反し吸収が弱くなることから, Table 2 に示したように 1.164, 1.462 及び 1.924 μm に確認できる。これらは CURCIO¹⁴⁾が報告した 1.19, 1.45 及び 1.94 μm に近く, BONNER¹⁵⁾や間宮¹⁶⁾らが報告したように O-H の結合振動による吸収に帰属される。

2.205 μm のショルダー部の吸収も乾燥により弱くなるが, この波長における水の吸収は報告されていない。でん粉や多くの糖類の炭水化物には 2.20 μm 前後に特徴

的な吸収が見られる(糖類でより強い)こと, 有機溶媒抽出性成分でないこと, のりの等級と相関が高くしかも良質なもののほど吸収が弱いこと等の理由から, OSBORNE¹⁷⁾¹⁸⁾が損傷でん粉に関し 2.080 μm 及び 2.252 μm について報告したと同様に, O-H の基準伸縮振動と変角振動の結合振動による吸収で, おそらく水が関係した炭水化物の構造変化によるものと考えられる。

常態ののりにおける 2.262, 1.802 及び 1.438 μm の吸収は, 乾燥とともに約 5~20 nm 長波長側へシフトする。同様に 1.496 μm の N-H の 1 次倍音に帰属される吸収も水分の影響を強く受けるが, その変化は複雑で一定の傾向を得ることができない。

2.30 μm 及び 1.36 μm の吸収は水分とともに特異的な変化を示す。すなわち, 前述したように 2.30 μm 域の吸収は 2.306 μm と 2.295 μm の吸収から成り, いずれものりの等級に敏感な吸収であったが, 乾燥が進むにつれ両者の吸収とも強度が増す。この傾向は特に 2.306 μm の吸収に強い。また, 1.36 μm 域の吸収は C-H の 2 次倍音に帰属され, 低水分の時に顕著な 1.384, 1.369 及び 1.358 μm の吸収のうち前者の 2 つは, 水分が増加するとともに消失し, 常態時以上の水分では 1.358 μm に唯一の吸収が見られるだけである。

1.915 μm における吸収は水分の多い時には 1.924 μm の水による強い吸収のため判別しにくい, 乾燥が進み低水分となると比較的明瞭になる。この波長は C=O の 1 次倍音に帰属される²⁸⁾。

固体試料の水分が遊離の C-H 以外の吸収に及ぼす影響については, ポリペプチド固体膜の赤外スペクトルに関し, たん白質のコンフォーメーションや水和との関係で研究され, 水分とともに吸収波長のシフトや吸収の強度に変化を生じることが報告されている¹⁹⁾。今後ののりにおいても同様の現象と関連づけて検討することは, のりの品質特性を知る観点から興味ある課題である。

要 約

近赤外法を乾のり成分の非破壊分析法に使い品質評価法として確立させるため, KBr 法及び ATR 法で得られた赤外スペクトルならびに 1.1~2.5 μm の範囲における近赤外スペクトルの帰属を行い, 成分及び品質(等級)との関連から吸収の基本的特性を明らかにし次の結果を得た。

(1) 赤外スペクトルの主な吸収は 6 つの波長域で得られ, 各々の吸収はアミド I, アミド II, アミド III 及び C-H ならびに C=O の基準伸縮振動に帰属される。

Fig. 7 Comparison of the second derivative spectra among unground laver samples

Moisture content (%)

— 2.0

--- 11.5

- · - 16.2

(2) 近赤外スペクトルは約35個の吸収からなり、C-H, N-H, O-H 及び C=O の倍音又は結合振動に帰属される。

(3) 赤外及び近赤外スペクトルのいずれからでも、良質なりのほとんどたん白質が多く炭水化物が少ない分析結果を推察できる。

(4) 溶媒(アセトン)ならびに水抽出後の残渣試料の近赤外スペクトルを測定し、溶媒ならびに水による抽出性の検討を行い、吸収成分を定性的に推定した。

(5) 水分によるスペクトルの変化は遊離の O-H による吸収以外にもいくつかの波長域で見られ、この変化はのりの等級によらず水分に対し可逆的であった。スペクトルの変化は水和によるのり成分の構造変化が関与すると考えた。

赤外スペクトルの測定には、日本分光工業株式会社筑波サービスセンター園城清一氏に多大の協力をいただいた。記して感謝の意を表する。

文 献

- 1) 岩元睦夫・平田 孝・鈴木忠直・魚住 純・石谷孝佑：日食工誌，**30**，397 (1983)。
- 2) 間宮真佐人：化学工業資料，**29**，25 (1961)。
- 3) LAW, D. P. and TKACHUK, R.: *Cereal Chem.*, **54**, 256 (1977)。
- 4) 野田宏行：日水誌，**37**，30 (1971)。
- 5) 野田宏行・岩田静昌：海苔製品向上の手引き(全国海苔貝類漁連)，p. 35 (1978)。
- 6) LEACH, S. J. (ed): *Molecular Biology* (Academic Press), p. 250 (1970)。
- 7) 江上不二夫・西澤一俊：炭水化物(朝倉書店)，

- p. 177 (1966)。
- 8) ELLIOTT, A. and MALCOLM, B. R.: *Trans Faraday Soc.*, **52**, 528 (1956)。
- 9) GODDU, R. F. and DELKER, D. A.: *Anal. Chem.*, **32**, 140 (1960)。
- 10) ROTOLO, P.: *Cereal Foods World*, **24**, 94 (1979)。
- 11) KRIKORIAN, S. E. and MAHPOUR, M.: *Spectrochimica Acta*, **29 A**, 1233 (1973)。
- 12) KAYE, W.: *Spectrochimica*, **6**, 257 (1954)。
- 13) HOLMAN, R. T. and EDMONDSON, P. R.: *Anal. Chem.*, **28**, 1533 (1956)。
- 14) CURCIO, J. A. and PETTY, C. C.: *J. Opt. Soc. Amer.*, **41**, 302 (1951)。
- 15) BONNER, O. D. and WOOLSEY, G. B.: *J. Phy. Chem.*, **72**, 899 (1968)。
- 16) 間宮真佐人・岡宗次郎：東工試報告，**60**, 92 (1965)。
- 17) OSBORNE, B. G. and DOUGLAS, S.: *J. Sci. Food Agric.*, **32**, 328 (1981)。
- 18) OSBORNE, B. G., DOUGLAS, S. and FEARN, T.: *J. Food Technol.*, **17**, 355 (1982)。
- 19) DE LOZÉ, C. and TASIEN, H. L.: *Biopolymers*, **8**, 449 (1969)。
- 20) TAKEUCHI, T., TSUGE, S. and SUGIMURA, Y.: *Anal. Chem.*, **41**, 1841 (1969)。
- 21) HECHT, K. T. and WOOD, D. L.: *Proc. Roy. Soc. (London)*, **235**, 174 (1956)。
- 22) MILLER, R. G. J. and WILLIS, H. A.: *J. Appl. Chem. (London)*, **6**, 385 (1956)。
- 23) WHEELER, O. H.: *Chem. Rev.*, **59**, 629 (1959)。
- 24) MITCHELL, J. A., BOCKMAN, C. D. and LEE, A. V.: *Anal. Chem.*, **29**, 499 (1957)。
- 25) ELLIS, J. W. and BATH, J.: *J. Chem. Phys.*, **6**, 221 (1938)。
- 26) EVANS, A., HIBBARD, R. R. and POWELL, A. S.: *Anal. Chem.*, **23**, 1604 (1951)。

(昭和57年11月1日受理)

新 刊 紹 介

食品タンパク質の科学

——化学性質と食品特性——

山内 文男 編著

タンパク質は食品の加工、貯蔵・調理において、わずかな条件変化で著しい変化を示す。これらのコントロールの多くは食品技術者が経験的に行っている。しかし現在、食品タンパク質科学の進歩はめざましく、分子レベルの研究がなされている。タンパク質は、高分子なので一次構造や高次構造が複雑であり、また、ほかの成分との相互作用もあり、食品学的解明が難しい。

本書は、代表的な大豆、小麦、卵、牛乳、畜肉、魚肉タンパク質の構造と食品特性について、第一線の専門家が、それぞれの分野を食品科学的な見方で書いたものである。これまで個々の食品タンパク質については、すでに成書はあるが、主要タンパク質をまとめ、かつ最新の知識を取入れた成書は見当たらない。また記事にはすべての文献が調査、引用されているので、文献を調べるためにも利用できる。大学や短期大学における食品化学に携わる研究者や学生、または食品企業の研究者や技術者の基礎的・専門的知識に役立つであろう。

B5版 219頁

3000円

食品資材研究会(株)