

近赤外分光分析法によるパン原料の配合量の推定

米倉 裕一*、遠山 良**、斉藤 博之***
大澤 純也*

近赤外分光分析 (NIR) によりパンクラムから油脂、小麦粉、食塩等の配合割合の予測を重回帰分析により行った。サンプルは、54種類の配合割合を設定し、それぞれホームベーカリーにて焼成を行い、それを厚さ2cm、長さ8cm、幅4cmのものを2枚切り高水分油分セルに挟み、反射法及び透過法にて測定した。その結果、透過法より反射法の方が配合割合の予測に適し、また、乾物当たりの配合割合をよく推定できた。

キーワード：近赤外分光分析、パン、予測

The Prediction of the Composition of Fat, Flour and Salt in Bread by Near Infrared Spectroscopy

YONEKURA Yuichi, TOYAMA Ryo, SAITO Hiroyuki,
OHSAWA Junya

Near infrared (NIR) spectroscopy has employed for the prediction of fat, flour and salt in sliced white bread. NIR reflectance and transmittance at several wavelengths were measured using two samples from 54 loaves of different composition. The results showed that NIR reflectance had high potential for the prediction of fat, flour and salt contents of dried bread samples.

key words ; near infrared, bread, prediction

1 緒言

近赤外分光分析法による食品の組成分析は、あらゆる形態（液体、ペースト、個体）を非破壊の状態、しかも迅速かつ簡便に行える可能性を秘めているので、極めて高い関心が寄せられている。今日、近赤外分光法は食品業界では果物の熟度判定や米の食味計などに実用化されているほか、製造工程および製品の品質管理などに、幅広く活用されている。製パン関連における近赤外分光法の技術は、パン切片試料のタンパク、水分、脂肪の成分分析^{1) 2)}、パンの体積膨張度³⁾等の報告がなされている。しかし、パンは複雑な工程を経て製品となっており、最終製品から原料の配合量を予測している報告はない。

本研究は、近赤外分光分析装置を用い原料の配合割合

を出来上がったパンから推定することにより、最終製品の品質の安定化をめざすものである。

2 実験方法

2-1 測定試料

製パンはホームベーカリー（象印（株）製BBC-S15）を使用し、小麦粉（昭和産業（株）製イーグル）、砂糖

表1 パンの配合割合

	対粉比(%)	全体比率(%)	乾物当(%)
小麦粉	100	45~60	67~97
砂糖	0~25	0~13	0~20
食塩	0~4	0~2.5	0~4
油脂	0~25	0~13	0~20
イースト	2	—	—
イーストフード	0.1	—	—
水	55~75	31~41	—

* 応用生物部

** 食品開発部

*** 企画情報部（旧醸造技術部）

表2 乾物当たりの原料配合比と近赤外の相関 (波長単位nm)

	反 射				透 過			
	油脂	小麦粉	砂糖	食塩	油脂	小麦粉	砂糖	食塩
第1波長	1722	2284	2080	1808	1212/1190	916	978	1170/708
第2波長	2280	2130	2188	1352	956	952	988	900
第3波長		1906	2260	2070	840	926	942	758
標準誤差	0.267	1.02	1.09	0.145	0.322	2.12	1.40	0.358
重相関係数	0.9991	0.9890	0.9679	0.9870	0.9986	0.9513	0.9465	0.8962

表3 全原料配合比と近赤外の相関 (波長単位nm)

	反 射				透 過			
	油脂	小麦粉	砂糖	食塩	油脂	小麦粉	砂糖	食塩
第1波長	1722	2134	2114	1808	1238/1188	916	956	984/708
第2波長	1536	2188	2066	1620	1146	770	738	900
第3波長		1030		780		1228	838	758
第4波長							914	
標準誤差	0.264	1.14	0.846	0.124	0.403	1.60	1.35	0.199
重相関係数	0.9980	0.9321	0.9535	0.9689	0.9954	0.8602	0.8817	0.9169

表4 重量及び水の添加量との近赤外の相関(波長単位nm)

	反 射		透 過	
	水	重量	水	重量
第1波長	1910	796	954/1006	722
第2波長	910	900	1232	798
第3波長	844			
標準誤差	0.683	2.25	0.916	2.16
重相関係数	0.9490	0.9652	0.9051	0.9682

(日新製糖(株)製グラニュー糖)、ショートニング(クリスコ(株)製)、食塩(関東化学(株)製特級)、水(蒸留水)は、小麦粉の重量を100としてそれに対するそれぞれの重量で配合した。この値を近赤外分光分析の目的変数に用いる場合は、重量%に換算して解析を行った。(表1)焼成後は、直ちに室温(22~23℃)まで放冷しビニール袋に入れ、このサンプルについて翌日測定した。

2-2 測定

サンプルは、高油水分セル((株)ニレコ製)の大きさに合わせるために、厚さ2cm、長さ8cm、幅4cmにパンクラムを2枚スライスし縦に2枚並べ入れた。測定には、(株)ニレコ製NIRS6500型を用い、400~2500nmの範囲で2nmごとに反射法及び透過法によるNIRスペクトルを測定した。測定は、1試料について2回行い、その平均スペクトルを求めた。

2-3 重回帰分析

重回帰分析には(株)ニレコ製のNSAS(Near infrared spectral analysis software)プログラムを用いた。54サンプルの試料をすべて検量線作成用とし、2~4波長

を用いて反射及び透過の回帰式を作成した。また、目的変数はパンの配合量を百分率を用いて示した。ただし、小麦粉、油脂、砂糖、食塩に関しては、乾物当たりの百分率も用いた。重量については、体積膨張率が配合割合に関係してくる可能性があると考え因子に加えた。目的変数は、測定に使用した2枚のパンクラムの重量を用い、測定範囲は、21g~58gであった。

3 結果

近赤外分光分析計を用いて測定したそれぞれの配合割合の予測式及び重回帰分析の結果は、表2、3、4に示したとおりである。おのおのの成分は、反射法及び透過法の2通りで測定し、また、小麦粉、油脂、砂糖、食塩については、添加水分量を含まない乾物当たりの配合割合と含んだ配合割合で予測したが、小麦粉、食塩の割合は、標準誤差、重相関係数ともに水分を含まない乾物当たりの反射法でよい結果が得られた。油脂では、どの方法でも高い重相関が示されたが、特に、乾物当たりの反射法でよい結果が得られた。砂糖では、どの方法でも全体的にばらつきがあり、特に糖分の少ないときにばらつきが大きくなった。水分、重量では、全体的にばらつきが大きい結果であった。

4 考察

このモデル系において、小麦粉、油脂、食塩は乾物当たりの反射法で高い重相関が示された。特に、油脂に関しては高い相関があり、第一波長に選んだ1722nmは、的場の報告²⁾の油脂の測定波長に一致している。また、小麦粉で選択した2130nm付近は、アミノ酸の構造に帰

近赤外分光分析法によるパン原料の配合量の推定

属する波長である。食塩は、それ自体吸収を持たず測定できないとされているが今回高い相関を示した。今後どの成分に起因しているか調査検討が必要である。

砂糖は配合割合の推定値にばらつきが見られるが、これは酵母が消費することにより生じてくるものと推察される。また、水分、重量は、発酵終了時の体積の違いによる焼成時の水分の発散がばらつきとなっていると思われる。総じて今回の測定結果は、乾物当たりの反射法で良い結果が得られているが、これらは水分、重量のばらつきからくるものと推察された。

5 結 語

焼いたパンの配合量の推定を行った結果、小麦粉、油脂、食塩において、重相関係数0.985以上の高い検量線を引くことが出来た。砂糖、水分、重量については、ばら

つきが大きく十分な推定は出来なかった。今後、検証用サンプルによる検証、あるいは、製造工程初期である生地についての配合量の予測を行っていききたい。また、市販のパンについての適応性についても検討していきたい。

本研究を実施するに当たり、解析等について指導下さった株式会社ニレコの篠原公之氏に深謝いたします。

文 献

- 1) B. G. Osborne, G. M. Barrett, S. P. Cauvain and T. Fear : J. Sci. Food Agric, 35, 940(1984)
- 2) 的場輝佳 : 飯島記念食品科学振興財団, 53(1990)
- 3) C. Starr, D. B. Smith, J. A. Blackman and A. A. Gill : Anal. Proc. , 20, 72(1983)