

5 メロン果肉テクスチャーの客観的評価法の開発

前章までに、メロン果実収穫後の果肉テクスチャーの変化が食味に大きな影響を及ぼしていることを明らかにし、テクスチャー変化の要因について検討を加えた。メロンの果肉テクスチャーは、適食期の果実であっても品種により多様である。舌に残る繊維の多少、きめの細かさ、ジュシーさなどが複雑に作用し、品種特有のテクスチャーを作る。そのため、果肉テクスチャーの各要素を客観的に評価し、適食期の的確な判定あるいは良食味品種の開発に活用することは、メロンの生産振興にとって有益であると考えられる。

食品のテクスチャーを客観的に評価する試みの歴史は古く、これまでに様々な器具、機械が開発されてきた (Szczesniak, 1963b)。Szczesniak (1963a) は、テクスチャーを客観的測定が可能なパラメータに分類、整理し、これを元に、Brandtら (1963) がテクスチャープロファイルを定義した。さらに、これを数値化するための装置としてテクスチュロメーターが開発され (Friedman ら, 1963)、幅広い食品に対応し、官能評価との相関性にも優れる装置として提案された (Szczesniak ら, 1963)。Bourne (1968) は、テクスチャープロファイルの測定にインストロンユニバーサルテストングマシンを導入し、これを基に、テクスチャーアナライザーが開発された。テクスチャーアナライザーによる TPA は、現在食品のテクスチャー測定に広く用いられ、高く評価されている手法である (Bourne, 1978 ; 川端, 1995)。そこで、テクスチャーアナライザーによる物性測定の結果を基に、メロン果肉テクスチャーの客観的評価法の確立を試みた。

5-1 テクスチャーアナライザーによるメロン果肉の物性測定

本項では、テクスチャーアナライザーによるメロン果肉物性の測定方法について検討するとともに、追熟に伴うテクスチャー変化がどのように物性値に反映されるかを明らかにする。

5-1-1 材料および方法

a. 測定条件

物性測定はテクスチャーアナライザー (TA-XT2i, Stable Micro Systems 社製, 図 5-1) で行い、25 kg ロードセルを用い、プローブは、圧縮プレート (直径 75 mm)、シリンダ

ー (直径 20 mm, 10 mm および 2 mm)、ナイフ型ブレード (以下、ブレードと呼ぶ) ならびにニードル (基部直径 2 mm) (以下、ニードルと呼ぶ) を用いた (図 5-2)。2 回の圧縮を必要とする TPA は、直径 20 mm のコルクボーラーを用いて果皮に対し垂直方向に打ち抜いた果肉組織片を高さ 20 mm の円柱状に調製し、圧縮プレート (直径 75 mm) により速度 2 mm/s、距離 15 mm の条件で、胎座側から果皮側方向へ 2 回圧縮することにより実施した (図 5-3A)。圧縮プレート以外のプローブは、1 回圧縮とした。ブレードによる測定には、前述と同様、直径 20 mm、高さ 20 mm の円柱状サンプルを用い、プローブを 15 mm 貫入させた。各シリンダーおよびニードルによる測定には、果柄部から果てい部にかけて縦方向に果実を分割した状態のくし形の果肉組織片を用い、切片の大きさ (幅) は、プローブの大きさに応じて、果実の 8~16 等分とした (図 5-3B)。測定条件などはブレードと同様とした。

b. データ解析方法

75 mm 圧縮プレートによる 2 回圧縮で得られた荷重曲線から、解析用コンピュータープログラム Texture Expert Exceed ver. 2.61 (Stable Micro Systems 社製) のマクロを用いて、硬さ (Hardness) (N)、粘り (Stickiness) (N)、付着性 (Adhesiveness) (J)、凝集性 (Cohesiveness) (No Dimension:ND) および弾力性 (Springiness) (mm) の各 TPA パラメータを得た (Bourne, 1978 ; 川端, 1995 ; Banjongsinsiri ら, 2004 ; 図 5-4)。また、硬さ×凝集性によりガム性 (Gumminess) (N) を、ガム性×弾力性によりそしゃく性 (Chewiness) (J) を算出した。その他のプローブについては、1 回の圧縮であるため TPA に比べ情報は限



図 5-1 テクスチャーアナライザー (TA-XT2i)



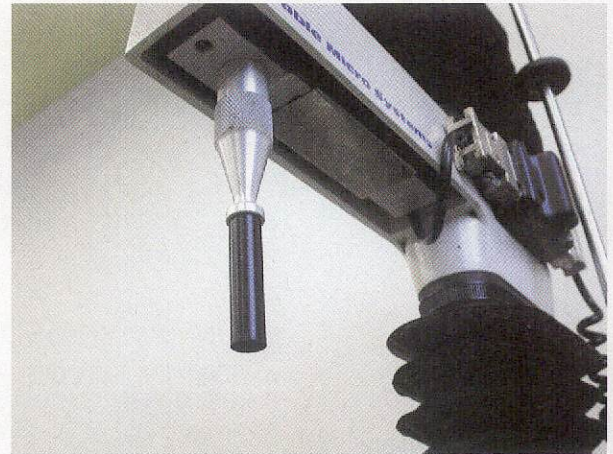
圧縮プレート (直径75mm)



20mmシリンダー (直径20mm)



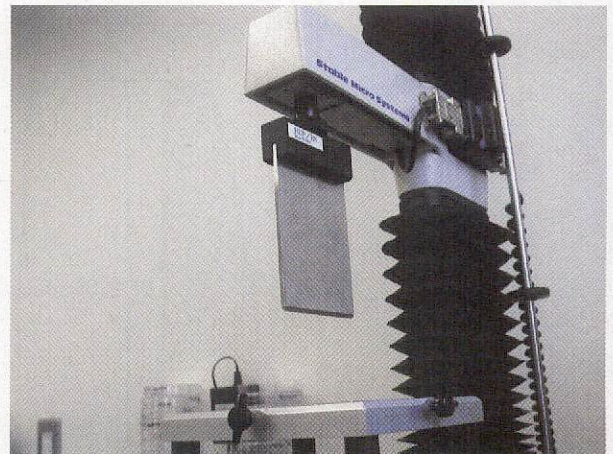
シリンダー (直径2mm)



シリンダー (直径10mm)



ニードル (基部直径2mm)



ナイフ型ブレード

図 5-2 本研究で用いたテクスチャーアナライザー用プローブ

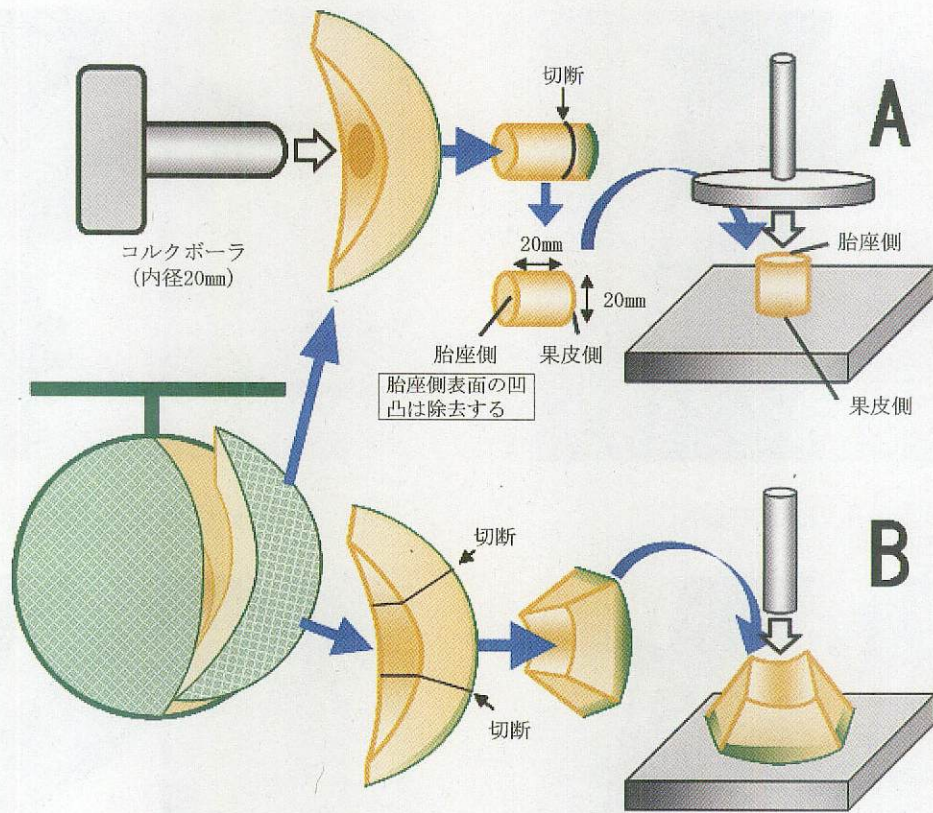


図 5-3 テクスチャーアナライザーによる物性測定方法

A : 圧縮プレートおよびブレードセット
 B : シリンダーおよびニードルプローブ

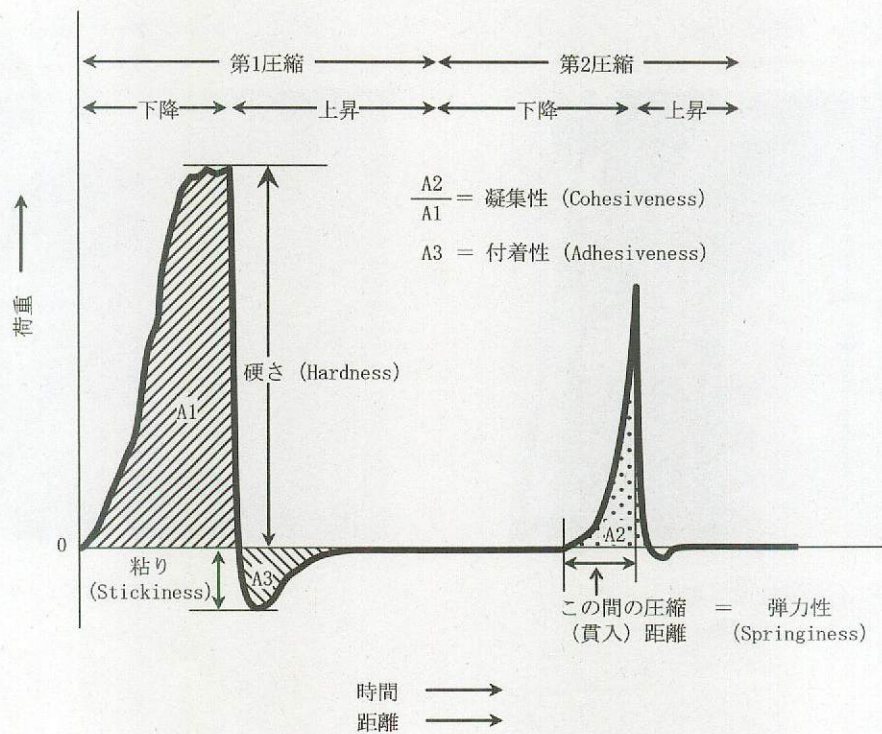


図 5-4 テクスチャープロファイルアナリシス (TPA)

られるが、その圧縮曲線（図 5-5）から得られる硬さ、粘りおよび付着性を同様に得た。

c. 測定する果肉部位の検討

2004年に原環セ圃場におけるハウス抑制栽培（6月15日播種，6月28日定植）で生産した‘レッド113’果実を用いた。開花後56日に収穫した外観に異常のない斉一な果実20果を，9日間追熟して用いた。サンプルは，同一果実における果柄付近，赤道部および果てい付近の3部位から採取した。得られた各パラメータについて，平均値および標準偏差から変動係数を算出し，測定値のばらつきとして評価した。

d. 追熟に伴う物性変化の品種間差

3-1で官能により評価した果実をテクスチャーアナライザーによる物性測定に供試し，品種ごとの追熟に伴う物性変化を比較した。得られた各パラメータについて，品種ごとに各追熟日数における平均値に有意差があるかをTukey-Kramerの方法（永田と吉田，1997aを参照）により検定した。検定には，コンピュータープログラムJMP ver. 5.1.2J（SAS Institute社製）を用いた。

5-1-2 結果および考察

a. 測定部位の選択

各部位から得られた各TPAパラメータを比較すると，硬さ，ガム性，そしゃく性などは果柄側でもっとも大きく，果てい側でもっとも小さい値であり，赤道部は両者の中間より果てい側に近い値を示した。このことから，同一果実の中でも，果てい側から先に果肉軟化が進行すると考えられた。同一条件のサンプルを測定した際のばらつきの程度を調べる目的で，同一品種で成熟および追熟日数を揃えた20果実の変動係数を比較した。その結果，多くのパラメータにおいて果実赤道部がもっとも変動係数が小さく，サンプル間の誤差が小さいと考えられた（表5-1）。表に示した

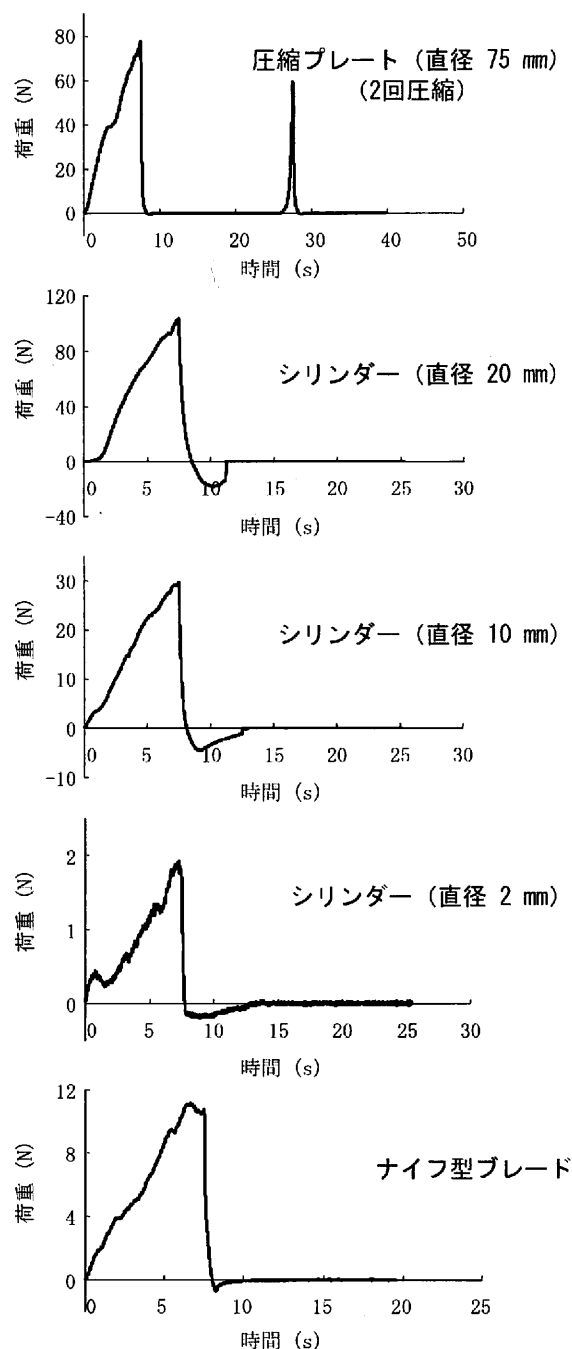


図 5-5 異なるプローブを用いた時のテクスチャーアナライザー荷重曲線の差異

表 5-1 メロン果実の測定部位によるTPAパラメータ測定値と変動係数の差異^{a)}

部位	硬さ (N)		粘り (N)		付着性 (10 ⁻³ J)		弾力性 (mm)		凝集性 (ND)		ガム性 (N)		そしゃく性 (10 ⁻³ J)		CV平均値
	平均	CV ^{b)}	平均	CV	平均	CV	平均	CV	平均	CV	平均	CV	平均	CV	
果柄付近	14.4	35.8	0.6	23.1	0.7	26.7	3.3	19.9	0.1	15.8	0.9	48.2	3.2	55.2	32.1
赤道部	9.3	23.4	0.5	19.8	0.6	27.2	2.7	22.8	0.1	10.4	0.6	28.9	1.6	35.4	24.0
果てい付近	8.2	28.5	0.4	27.4	0.5	26.4	2.6	23.2	0.1	12.3	0.5	30.2	1.5	55.8	29.1

^{a)}同条件で追熟した果実20果を供試（品種：レッド113）。
^{b)}変動係数（%）。

のは直径 75 mm 圧縮プレートによる TPA の結果であるが、この他、直径 2 および 20 mm シリンダー、ブレード、ニードルについてもほぼ同様の結果が得られた（データ省略）。

以上のことから、テクスチャーアナライザーによるメロン果肉の物性測定には、果実赤道部の果肉をサンプルとして用いることが適当であると判断された。

b. 追熟に伴う物性変化の品種間差

メロン果肉の TPA 荷重曲線は、追熟前後で図 5-6 の様に变化した。収穫時の硬さ測定値は、概ね 50~90 N の範囲にあり、もっとも大きかったのは‘キングメルター’の 93.9 N、もっとも小さかったのは‘いちひめ’の 50.0 N であった。追熟中の変化について見ると、もっとも顕著な変化を示したパラメータは硬さであり、全ての品種において明らかな減少が認められた。減少速度は品種により大きく異なり、‘いちひめ’、‘レッド 113’、‘G08’および‘キングナイン’で緩やかであったのに比べ、‘サッポロキング ER’、‘めろりん’および‘キングメルター’では急激に減少した。‘ルピアレッド’では、両者の中間的な速度で減少した。この結果、収穫時点でもっとも大きい値を示した‘キングメルター’と、もっとも小さい値を示した‘いちひめ’の差は、収穫 2 日後にはほぼなくなり、3 日後には逆転した。この傾向は、官能評価による硬さの推移(3-1, 表 3-1; 3-2, 表 3-7) と概ね一致しており、メロン果肉の硬さは、TPA で評価できることが分かった(表 5-2)。

凝集性は、収穫時から全品種でほぼ 0.1 以下と非常に小さい値であり、追熟中の変化も小さかった。この値は、1 回目の圧縮に要した仕事（エネルギー）に対する 2 回目の圧縮に要した仕事の割合であるが、果肉軟化が顕著で、テクスチャーおよび食味の評価が高かった‘サッポロキング ER’、‘キングメルター’および‘めろりん’(3-1, 表 3-1) で、他の品種より小さい値となったことは興味深い。これらことから、テクスチャーアナライザーにより、メロン果肉テクスチャーの追熟特性における変化、およびその品種間差が評価できることが示唆された。この点については、5-2 で詳述する。弾力性、ガム性およびそしゃく性についても、追熟に伴い減少する傾向が認められ、その程度は硬さの減少量に対応し、硬さの減少が早い品種では、これらの値の減少も早かった。粘りおよび付着性は変化が小さく、一定の傾向になかった。圧縮を 1 回とした各プローブについても、貫入時の荷重はプローブとサンプルの接触面積の大小に応じて異なったが、追熟に伴う変化は、TPA と同様に推移した（データ省略）。

同様の調査を行った 2004 年産果実については、品種によらず全体的に変化が若干速く進行したこと、‘サッポロキ

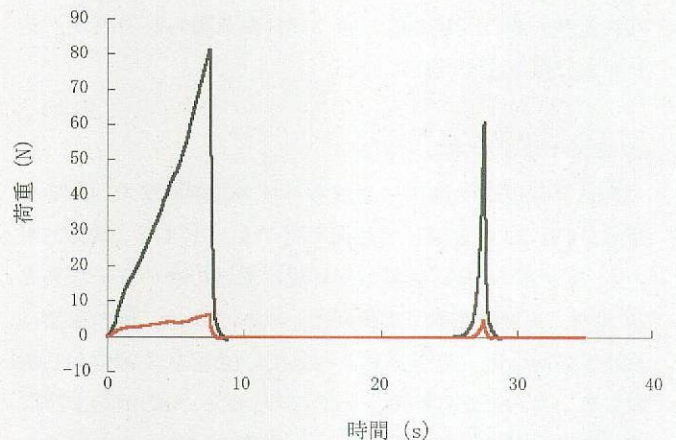


図 5-6 追熟前後における TPA 荷重曲線の差異

品種は‘キングメルター’。
— : 収穫当日、 — : 追熟 6 日。

ング ER’で収穫時の硬さの値が 2005 年産果実に比べかなり小さかったこと、などが違いとして認められたが、全体としてほぼ 2005 年産果実と同様の傾向であった（データ省略）。年による違いは、品種による差を上回るほどではなかった。データに年次間差が認められた原因については、気象条件などのほか、原子力環境センターと花・野菜技術センターとの栽培および追熟環境の違いが原因であると考えられる。

5-2 テクスチャーアナライザーによる物性値と官能評価値との関係

本項では、テクスチャーアナライザーによる果肉テクスチャーの客観的評価法を開発する目的で、3-1 および 3-2 で述べた官能評価値とテクスチャーアナライザーによる物性値との関連を検討する。

5-2-1 材料および方法

サンプルおよび官能評価方法は、3-1 および 3-2 に述べたとおりである。評価実施者による官能評価あるいはパネリストによる食味官能検査に用いた果実の 1/2 を、テクスチャーアナライザーによる物性測定に用いた。

測定には、果実赤道部の果肉を供試し、測定方法および条件は 5-1 と同様とした。ただし、2006 年産果実の 75 mm 圧縮プレートによる測定は、圧縮回数を 1 回とした。得られた圧縮曲線から、前述の各パラメータを記録するとともに、圧縮あるいは貫入中における荷重変化の様相を評価するため、異なる閾値ごとのピーク数、圧縮曲線を二次微分して得られた値の絶対値の総和およびその値を荷重最大値で除した値を計算した。なお、荷重曲線の二次微分値の総

表 5-2-1 メロン果実追熟中におけるTPA測定値の推移 I²

品種	追熟 日数	調査 果実数	指 標 値						
			硬さ (N)	粘り (N)	付着性 (10 ⁻³ J)	弾力性 (mm)	凝集性 (ND)	ガム性 (N)	そしやく性 (10 ⁻³ J)
SK	0	9	71.3 a [*]	-0.28 a	0.26 a	5.53 a	0.09 a	6.1 a	33.8 a
	1	7	58.6 b	-0.44 b	0.42 b	4.38 b	0.08 ab	4.8 b	21.7 b
	2	8	24.5 c	-0.29 a	0.22 a	3.08 c	0.07 bc	1.7 c	5.3 c
	3	5	18.3 cd	-0.37 ab	0.23 a	2.85 c	0.07 ab	1.3 c	3.7 c
	4	5	13.3 cd	-0.25 a	0.17 a	2.41 c	0.06 c	0.8 c	2.0 c
	5	5	13.5 cd	-0.30 ab	0.24 a	2.41 c	0.06 c	0.8 c	2.1 c
6	4	11.4 d	-0.34 ab	0.23 a	2.34 c	0.07 bc	0.8 c	1.8 c	
MR	0	4	78.9 a	-0.11 a	0.10 a	5.89 a	0.08 a	6.5 a	38.5 a
	1	3	70.1 a	-0.20 ab	0.21 b	5.89 a	0.08 a	5.7 a	33.2 a
	2	4	24.4 b	-0.27 b	0.19 ab	2.64 b	0.06 ab	1.6 b	4.2 b
	4	4	14.1 b	-0.24 b	0.19 ab	2.54 b	0.06 b	0.8 b	2.2 b
	7	4	3.4 b	-0.23 b	0.16 ab	1.78 c	0.06 b	0.2 b	0.4 b
KM	0	8	93.9 a	-0.35 a	0.23 a	5.94 a	0.11 a	10.2 a	59.9 a
	1	7	74.6 b	-0.51 a	0.36 a	5.10 a	0.10 a	7.7 b	39.5 b
	2	6	57.1 b	-0.47 a	0.43 a	5.20 a	0.09 a	5.6 b	29.9 b
	3	6	20.4 c	-0.55 a	0.44 a	3.04 b	0.06 b	1.3 c	3.9 c
	4	4	19.4 c	-0.59 a	0.43 a	2.23 b	0.06 b	1.2 c	2.8 c
	5	2	14.6 c	-0.29 a	0.20 a	2.36 b	0.06 b	0.8 c	1.9 c
6	4	13.5 c	-0.56 a	0.38 a	1.98 b	0.07 b	0.9 c	1.8 c	
RR	0	4	58.8 a	-0.34 a	0.43 a	5.55 a	0.09 a	5.4 a	30.1 a
	2	4	38.9 b	-0.36 a	0.47 a	5.60 a	0.08 a	3.3 b	18.6 b
	4	4	22.8 c	-0.64 b	0.69 a	3.78 ab	0.08 a	1.9 c	7.1 c
	6	4	16.3 cd	-0.50 ab	0.42 a	2.70 b	0.07 a	1.2 c	3.1 c
	8	4	15.0 cd	-0.48 ab	0.33 a	3.00 b	0.08 a	1.3 c	3.8 c
	10	4	13.4 d	-0.47 ab	0.38 a	2.77 b	0.08 a	1.0 c	2.9 c
15	2	10.7 d	-0.64 b	0.68 a	2.68 b	0.08 a	0.9 c	2.4 c	

^{*}2005年の値。各品種が適食期に達するおおよその時期を、細い点線(-----)で示した。

^{*}同一品種内の異なるアルファベット間には、Tukey-Kramerの方法により5%水準で有意差あり。

表 5-2-2 メロン果実追熟中におけるTPA測定値の推移 II²

品種	追熟 日数	調査 果実数	指 標 値						
			硬さ (N)	粘り (N)	付着性 (10 ⁻³ J)	弾力性 (mm)	凝集性 (ND)	ガム性 (N)	そしやく性 (10 ⁻³ J)
G08	0	3	75.1 a [*]	-0.38 a	0.37 a	5.24 a	0.09 ab	6.7 a	35.1 a
	2	4	57.7 ab	-0.34 a	0.42 a	4.67 a	0.09 a	5.5 ab	26.8 ab
	5	4	43.7 bc	-0.44 a	0.51 a	3.94 a	0.10 a	4.3 b	16.8 bc
	8	4	26.5 cd	-0.55 a	0.57 a	3.31 a	0.08 bc	2.1 c	6.9 c
	11	4	25.8 cd	-0.45 a	0.44 a	3.35 a	0.08 bc	2.0 c	7.3 c
14	4	15.1 d	-0.44 a	0.42 a	2.93 a	0.07 c	1.1 c	3.2 c	
IH	0	4	50.0 a	-0.23 a	0.26 a	5.54 a	0.08 a	3.8 a	21.3 a
	2	4	53.1 a	-0.33 a	0.30 a	5.17 a	0.07 a	3.8 a	19.5 a
	5	5	43.2 ab	-0.35 a	0.28 a	4.52 a	0.07 a	3.1 a	14.3 ab
	8	5	45.6 ab	-0.32 a	0.25 a	3.99 ab	0.08 a	3.8 a	15.5 ab
	11	5	39.6 ab	-0.39 a	0.22 a	2.84 b	0.09 a	3.6 a	10.7 ab
14	4	26.8 b	-0.33 a	0.22 a	2.58 b	0.08 a	2.2 a	5.8 b	
R113	0	4	90.8 a	-0.46 a	0.33 a	4.81 a	0.11 a	10.8 a	51.5 a
	2	4	73.6 ab	-0.40 a	0.37 a	4.93 a	0.09 a	6.4 ab	31.8 ab
	5	4	58.8 abc	-0.59 ab	0.62 ab	4.61 ab	0.09 a	5.3 ab	24.5 b
	8	4	36.5 bc	-0.45 a	0.44 ab	4.33 ab	0.09 a	5.1 b	22.5 b
	11	4	42.1 bc	-0.82 b	0.75 b	3.59 ab	0.10 a	4.3 b	15.4 b
	14	5	39.8 c	-0.86 b	0.75 b	3.92 ab	0.09 a	3.6 b	14.3 b
17	4	32.9 c	-0.63 ab	0.56 ab	3.30 b	0.08 a	2.7 b	9.6 b	
KN	0	4	69.6 ab	-0.36 a	0.41 a	5.59 a	0.09 a	6.6 ab	37.0 ab
	2	4	79.1 a	-0.49 ab	0.37 a	5.12 ab	0.11 a	8.9 a	47.2 a
	5	4	62.1 ab	-0.44 ab	0.46 a	5.06 ab	0.10 a	6.4 ab	31.1 ab
	8	4	50.6 abc	-0.77 b	0.54 a	2.77 c	0.10 a	5.5 ab	16.0 b
	11	4	42.5 bc	-0.63 ab	0.59 a	3.38 bc	0.11 a	5.0 ab	18.6 ab
14	4	23.7 c	-0.60 ab	0.39 a	2.62 c	0.09 a	2.2 b	6.9 b	

^{*}2005年の値。各品種が適食期に達するおおよその時期を、細い点線(-----)で示した。

^{*}同一品種内の異なるアルファベット間には、Tukey-Kramerの方法により5%水準で有意差あり。

和は、キュウリ果肉におけるコリコリ感の指標 (crispness index) である (堀江ら, 2004)。メロンにおいては, crispness は好ましくない形質であるとされる (Beaulieu ら, 2004)。ピーク数のカウントは Texture Expert Exceed ver. 2.61 のマクロにより行い, 二次微分とそれ以降の計算は荷重データを Microsoft Excel 2003 形式に変換し, 同ソフトにより行った。

得られたテクスチャーアナライザー測定値と, 官能評価値との関係について, Spearman の順位相関係数およびステップワイズ法の重回帰分析により検討を加えた。これら統計解析には, コンピュータープログラム JMP ver. 5.1.2J (SAS Institute 社製) を用いた。

5-2-2 結果および考察

a. 硬さ

TPA における 1 回目圧縮時の荷重最大値は, それ自身が硬さのパラメータであり, メロンにおいても, 訓練されたパネリストによる硬さ官能評価値を良く反映することが知られている (Beaulieu ら, 2004)。本研究では, 形状の異なる各種プローブを用い, メロン果肉の硬さ評価にもっとも適した条件を検討した。その結果, いずれのプローブにおいても高い正の相関が認められた (表 5-3)。プローブ間で比較すると, 75 mm 圧縮プレートで Spearman の順位相関係数がもっとも大きく, 20 mm シリンダーがそれに次いだ。2 mm および 10 mm シリンダーは, 同等であり, ブレードおよびニードルでは, やや小さい値となった。また, 75 mm 圧縮プレート, 20 mm シリンダーおよび 2 mm シリンダーによって得られた貫入 (圧縮) 時の荷重最大値は硬さ官能評価値の対数関数であり (図 5-7), 果肉圧縮時の荷重最大値

表 5-3 異なるプローブを用いた時のテクスチャーアナライザーによる貫入 (圧縮) 時の荷重最大値と硬さ官能評価値との相関²⁾

評価者	年	実施回 ¹⁾	プローブ						
			シリンダー (2 mm) ^x	シリンダー (10 mm) ^x	シリンダー (20 mm) ^x	圧縮プレート (75 mm) ^x	ブレード	ニードル	
調査実施者 (著者)	2004		0.83***		0.80***	0.92***	0.88***	0.75***	
	2005		0.86***	0.90***	0.90***	0.91***	0.87***		
	2006		0.84***		0.85***	0.89***			
	調査実施者平均		0.84	0.90	0.85	0.91	0.87	0.75	
パネル	2005	1	0.71***	0.76***	0.81***	0.80***	0.63***		
		2	0.73***	0.76***	0.76***	0.68***	0.70***		
		3	0.69***	0.70***	0.73***	0.71***	0.63***		
	パネル平均		0.71	0.74	0.77	0.73	0.65		
全平均				0.78	0.78	0.81	0.82	0.74	0.75

²⁾Spearman の順位相関係数。*** ; 0.1%水準有意。空欄は調査なし。

¹⁾表3-3を参照。

^x () 内は直径。

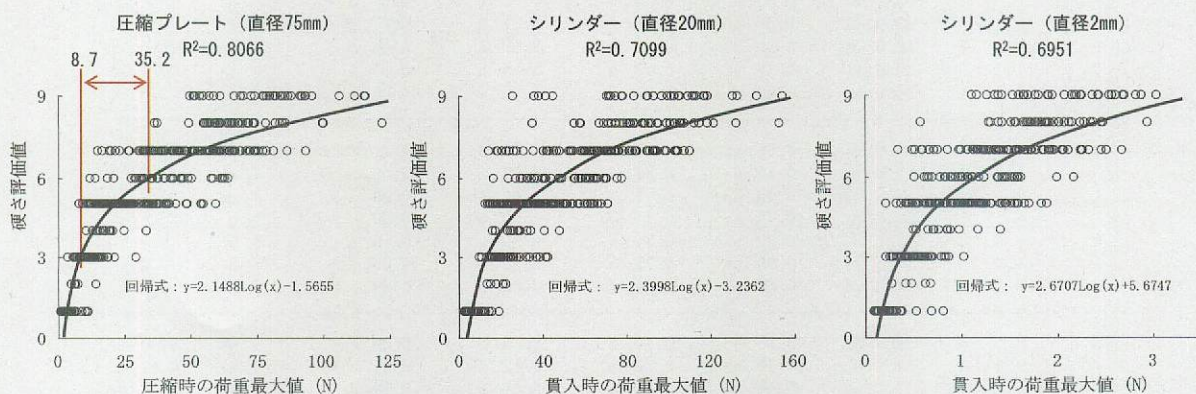


図 5-7 テクスチャーアナライザー各種プローブによる貫入 (圧縮) 時の最大荷重値と硬さ評価値との関係

供試した全品種の果実個々をプロットした。プローブ名に付記したR²は, 回帰曲線の寄与率。

↔ : おおよその適食期 (硬さ評価値3~6) に対応する最大荷重値の範囲。

と硬さの間には Weber-Fechner の法則 (小塚, 2003 を参照) が成り立つと考えられた。また, この傾向は, 訓練されていないパネリストによる評価値においても同様であった (図 5-8)。さらに, 3-1 で述べたように, 調査実施者の官能評価値 3~6 を適食期の硬さであると仮定すると, これに対応する圧縮時の荷重最大値は 8~35 N であった (図 5-7)。このことは, 圧縮時の荷重最大値とテクスチャー総合評価値との関係からも確認され (図 5-9), 今回供試したすべての品種について共通であると考えられた。

b. テクスチャー総合評価

3-1 において述べたように, 硬さが同程度であっても, テクスチャーおよび食味の総合評価は品種により異なる。このため, 硬さのみに基づく適食期の判定では, 果肉質の指標としては不十分である。そこで, 2006 年産果実の物性値と調査実施者によるテクスチャー総合評価値との関係

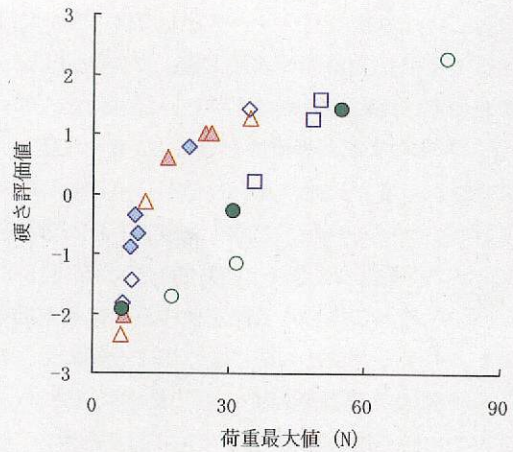


図 5-8 メロン果肉圧縮時の荷重最大値とパネリストによる硬さ評価値との関係

下記凡例に記載の実施回の内容については表3-3, 6を参照。

- SK (第1回)
- SK (第4回)
- △ RR (第5回 I)
- ▲ RR (第5回 II)
- IH (第2回)
- ◇ R113 (第6回)
- ◇ R113 (第3回)

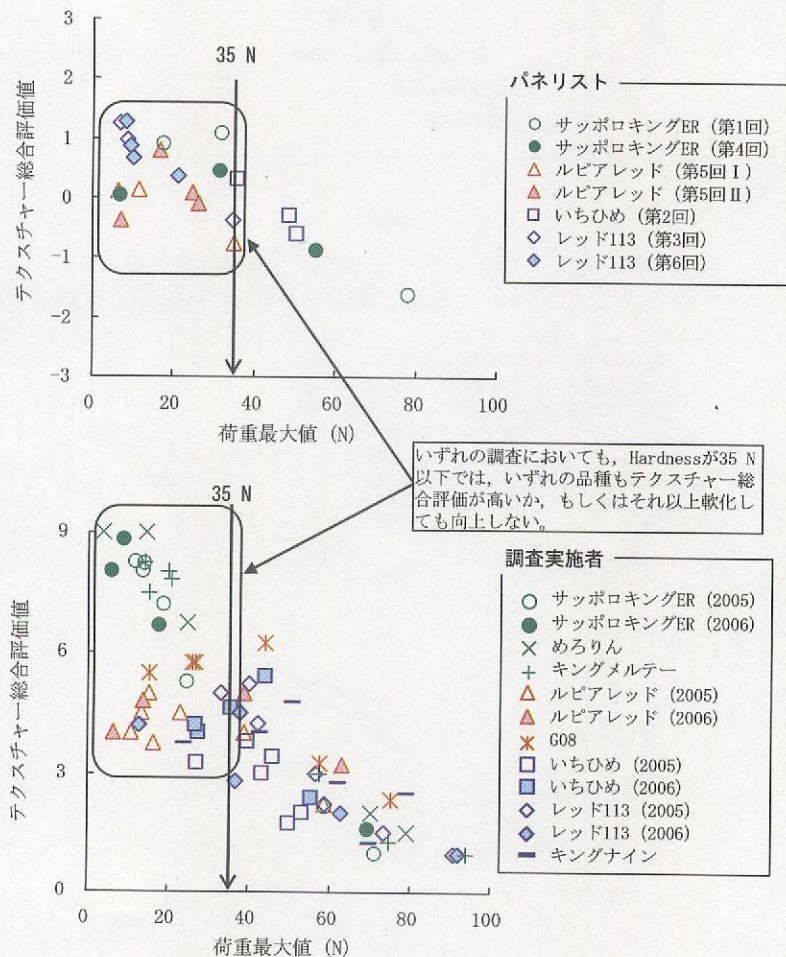


図 5-9 メロン果肉圧縮時の荷重最大値とテクスチャー総合評価値との関係

上記凡例に記載の実施回の詳細については表2-2, 4を参照。
 パネリストによる評価は7段階, 調査実施者による評価は9段階の採点法で実施。
 評価方法については, 表2-5 (パネリスト) および本文2-1 (調査実施者) を参照。

について検討した。単独のパラメータとしては、TPA によって得られる 2 回目圧縮時の荷重最大値、ガム性およびしゃく性において、比較的高い相関が見いだされた（データ省略）。より複雑な官能評価値に対しての、2 回圧縮による評価の有効性が示唆された。しかしながら、TPA は同一サンプルに対して 2 回の圧縮が必要であり、1 回のみでの圧縮に比べ 1 サンプルあたり 2 倍以上の時間を要する（図 5-5）。そこで、1 回の圧縮から得られる測定値のみによる重回帰分析を試みた。ステップワイズ法により因子を選択し、75 mm 圧縮プレートによる荷重最大値 (x_1)、最小荷重値 (x_2) および荷重の二次微分値の総和 (x_3) の 3 因子を用い、次の重回帰式を得た。

$$y = 12.089 - 0.044x_1 + 1.677x_2 - 0.237x_3$$

この式により得た計算値と実評価値の間における Spearman の順位相関係数は 0.727（決定係数 $R^2 = 0.541$ ）となった。この数式を 2005 年産果実のデータに適用したところ、予測値と実測値の間の順位相関係数は 0.808（決定係数 $R^2 = 0.616$ ）となり（図 5-10）、TPA により得られるパラメータを用いた場合と同程度の予測精度が得られることが分かった。さらに、6 回にわたるパネルテストにおける各サンプルに対しても、順位相関係数 0.668、決定係数 $R^2 = 0.569$ であり、パネリストを対象とした食味官能検査結果に対しても高精度で当てはまることが確認された（図 5-11）。以上のことから、テクスチャーアナライザー測定値により、テクスチャー総合評価値を一定程度評価することが可能となった。

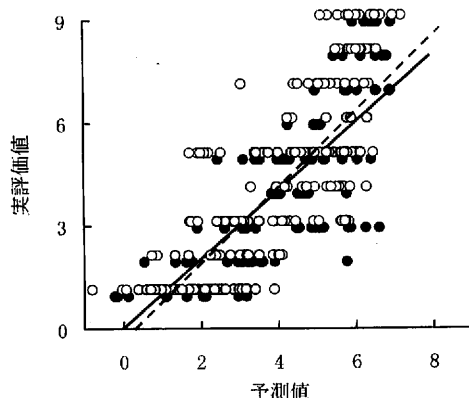


図 5-10 テクスチャーアナライザー測定値から算出したテクスチャー評価の予測値と調査実施者による実評価値との関係

重回帰式: $y = 12.089 - 0.044x_1 + 1.677x_2 - 0.237x_3$

x_1 : 荷重最大値 (1回目圧縮)

x_2 : 荷重最小値 (1回目圧縮)

x_3 : 1回目圧縮時における荷重二次微分値の総和

上記変数は、すべて圧縮プレートプローブ (直径 75 mm) で得られた値。

○, - - - - : 2005; $R^2 = 0.616$ (回帰式: $y = 1.112x - 0.357$)

●, ——— : 2006; $R^2 = 0.541$ (回帰式: $y = 1.000x + 0.004$)

R^2 は決定係数。

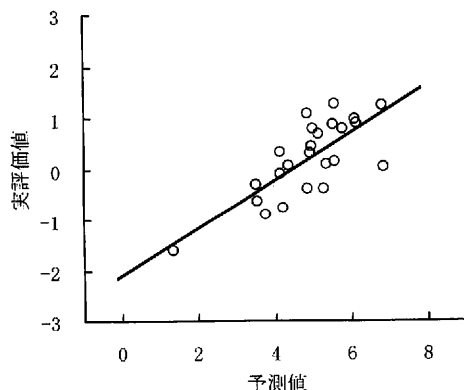


図 5-11 テクスチャーアナライザー測定値から算出したテクスチャー評価の予測値とパネリストによる実評価値との関係

重回帰式は、図 3-9 と同様。

$R^2 = 0.569$ (回帰式: $y = 0.470x - 2.108$)

R^2 は決定係数。