

## 耐熱性ゲルを用いた常温流通向け軟化食品の崩壊抑制法検討

井上 竜一

### Study of Holding the Shape of Soft Foods by a Heat-resistant Gel at an Ambient Temperature

Ryuichi Inoue

The shape-retaining soft foods as care food was developed recently. The food is softened by enzyme. These foods have been distributed as frozen foods until now, because the shape of food is easily collapsed by vibrations. If these foods are able to distributed at an ambient temperature, there seems to be a lot of merits. First of all these can be storage at any places. Second, they has a low environmental load. After that, they can be use as an emergency foods. In this paper it is discussed that how to keep the shape of soft food under the vibration of shipping by using the heat resistant gel.

The soft foods which thickness is less than 10mm in the plastic containers was holded its shape when the concentration of deacylated gellan gum gel was 0.75% and the thickness of gel was about 3mm during vibration test. During a storage test, color and hardness of Japanese food “chikuzen-ni” which were produced with this method wasn't less deteriorated by storage at 30°C and 80% R.H. The shelf life of this food seems to be able to set one year at an ambient temperature.

The round trip transportation tests between Kawanishi and Yokohama which were run with the chikuzen-ni products packaged in the carton boxes were run three times. The impact accelerations over 10G were measured at the collection places. It is assumed that the strong impacts were derived during the loading or unloading operations. Finally, 56 percent of all the products on shape were collapsed on the transportation tests. As the results of transportation test and the drop tests, it is likely that the collapse was due to the multiple strong impacts. In conclusion it is suggested that the shape of these products can be kept when the impact accelerations are less than 20G.

**Key words:** care food, heat-resistant gel, retort, container food, holding the shape of soft food, vibration, transportation test, impact acceleration, drop test

#### I. 目的

高齢化に伴い、介護食の需要は増加しているが、健常者の食事とは見た目が著しく異なるきざみ食やミキサー食などが主流のため、喫食者は食欲が湧かないという問題がある。酵素で軟化させた食材を用いることで外観を保持した介護食が開発されているが、輸送などによる振動で形が崩れるおそれがあり、常温では輸送できないため、このタイプは冷凍輸送が不可欠と考えられる。今後、自宅介護用宅配食の需要増加が見込まれており、常温保存が可能な介護食品は、保管場所を選ばないため喫食者や介護者負担軽減の一助となる。また、輸送・保管時の使用エネルギーが少ないため低環境負荷であり、災害時用防災食にもなりうる可能性がある。

外観が健常食に近い介護食の常温流通化において、ゲルで食材を固定する方法が考えられる。ゲルを用いた場合、ゲルのまま喫食することも可能であるが、一般的には電子レンジなどで加温されゲルが融解した状態で提供されると

考えられる。しかし、ゲルが融解した状態で喫食する場合は、喫食中に冷めて再ゲル化による物性変化が起こるため食べ難いという問題が生じる。そこで喫食中に物性変化が起こらない方法として、加温時の加熱（100°C以下）でも融解しない耐熱性ゲルで軟化食品を固定する方法（以後耐熱性ゲル法とする）を考案した。耐熱性ゲル法では、ゲルから食材を取り出し易いようにゲルの厚みを食材の厚み以下とし、調味液は別添とし喫食時の加温前に添加する（図1）。

本報告では、外観を保持したまま常温で流通可能な介護食において、耐熱性ゲル法を適用した結果について報告する。

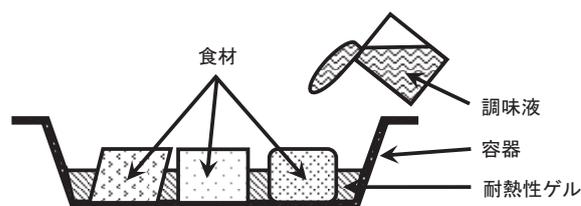


図1 耐熱性ゲル法を用いた介護食の模式図

## II. 実験材料および方法

### 1. 使用容器と蓋材

容器には角浅型ラミコンカップ（東罐興業社製：115 × 115 × 25 mm）を、蓋材にはバリアー層が酸化アルミ蒸着フィルムの多層フィルム（12 μm 蒸着 PET/15 μm Ny/50 μm PP）を用いた。

### 2. 実験材料

食材は市販のゴボウ、レンコン、ニンジンを剥皮したもの、水煮タケノコ、鶏肉（ササミ）を用いた。酵素は、ヘミセルラーゼ「アマノ」（アマノエンザイム社製）およびパパイン（アマノエンザイム社製）を用いた。ゲル化剤は脱アシル化ジェランガム（製品名：ゲルメイト KA, 大日本製薬社製）、LM ペクチン（製品名：イナゲル JP-20, 伊那食品工業社製）を用いた。

### 3. 硬さ測定

硬さ測定は、テクスチュロメーター（EZ Test：島津製作所製）を用い、直径 20 mm の円柱状ブランジャーを速度 60 mm/min で歪率 80% まで変位させた時の最大荷重として測定した。ゴボウ、ニンジン、水煮タケノコは切断面を上下にして置き、中心部を測定部位とした。レンコンも同様に置き、出来る限り穴を含まない外周部を測定部位とした。鶏肉は全体を測定した。

### 4. 振とう試験

小型卓上振とう機 Shaker MK160（yamato 製）の天面に製造した容器詰サンプルを固定し、175rpm（0.7G）で 5 分間水平に振とうさせた。

### 5. 耐熱性ゲルを用いた食材固定法に適用可能なゲル化剤の選定

ペクチン単体では乳酸 Ca 添加後直ちにゲル化し容器への充填が困難であるため、脱アシル化ジェランガムおよび脱アシル化ジェランガムとペクチンを等量混合したものをゲル化剤として用いた。殺菌後に筑前煮がゲルに埋まり固定されているかどうかで評価した。

### 6. ゲル化剤濃度とゲルおよび食材の厚みに関する試験法

厚さ 5, 10, 15 mm に斜め切りした軟化ゴボウを用い、ゴボウの厚さが 5 mm では 10 g, 10 mm は 20 g, 15 mm は 30 g をそれぞれの容器に充填した。ゴボウが充填された容器に、容器内での厚みが 1, 3, 5 mm となるよう 0.5, 0.75, 1.0, 1.4% 脱アシル化ジェランガム溶液を充填した。ゲル化後に評価用のサンプルとした。

4. に記載の振とう試験および、水 15 ml を添加した 750W20 秒間の電子レンジ加熱試験を行い、容器からのゲルの剥離の有無を評価した。

### 7. 筑前煮の調製

食材の軟化は、凍結含浸法で行った<sup>1)</sup>。厚さ 5 mm となるように、ゴボウは斜め切り、その他の野菜類は扇型にカットした。鶏肉は 8 mm 角にカットした。水煮タケノコを除く食材はカット後 100℃、5 分間のブランチングを行った。常温まで戻した後、水煮タケノコを含め、各食材を -20℃で一晩冷凍した。

ニンジンを除く野菜類は等量の 1% ヘミセルラーゼ「アマノ」溶液に、鶏肉は等量の 1% パパイン溶液に浸漬し、減圧処理を行った後、5℃で 18 時間反応させ、硬さをユニバーサルデザインフード（以下 UDF とする）区分「舌でつぶせる」相当である  $2 \times 10^4 \text{N/m}^2$  以下とした。

MilliQ 水に 0.75% 脱アシル化ジェランガム溶液および 0.51% 乳酸カルシウムを添加後、加温溶解しゲル化剤溶液を調製した。容器にゲル化剤溶液  $7 \pm 0.5 \text{g}$  を充填した。

容器内でゲルが固まった後にラミコンカップにニンジン、ゴボウ、鶏肉は  $10 \pm 1 \text{g}$ 、タケノコ、レンコンは  $5 \pm 1 \text{g}$  充填し、流量 10 L/min で窒素ガスフローをしながら、蓋材をヒートシールした。ヒートシール直後の酸素濃度は  $0.8 \pm 0.1\%$  であった（ $n=3$ ）。容器詰筑前煮は、シミュレーターレトルト（東洋製罐製 H130-C110）で殺菌した。殺菌方式は熱水シャワー等圧殺菌とし、殺菌プログラムはカムアップタイム 30 分間、殺菌温度 121℃、カムダウンタイム 15 分間とし、殺菌を行った。品温は、温度測定器 E-VAL FLEX（エラブ製）に、φ1.2 の温度センサー（エラブ製）を接続したものをを用いた。容器の幾何学的中心に配置した鶏肉の中心温度を測定し、9 分間（ $F_0=7.9$ ）の殺菌を行った。

### 8. 保存試験

30℃、80% RH で、6 か月間保存し、経時的に色調、硬さの測定を行った。

### 9. 色調測定

ゴボウ、レンコン、ニンジン、タケノコは色彩色差計 CR200（MINOLTA 製）を用い、サンプル表面の中心部を測定し、10 個のサンプルの平均を測定値とした。殺菌直後の色調を基準とし、 $L^*a^*b^*$  表色系の色差  $\Delta E$  を用いて色調評価を行った。

### 10. 実輸送試験方法

サンプルと同じ容器に水を 50 ml 充填したものをダミーとして用いた。記録装置として GPS（ユーピーアール製）および輸送環境記録計 GMEN DR-20（新栄テストマシナリー製）を図 2 のように容器に固定し使用した。輸送環境記録計では、サンプリング周期 0.01 秒、記録間隔 5 秒で前後・左右・上下の 3 方向の加速度を測定した。サンプル、ダミー、記録装置入り容器には、オーバーキャップ（東罐興業製）をかぶせ使用した。なお、輸送環境記録計はサンプル約 2 個、GPS はサンプル約 1 個分の重量であった。

1 段  $3 \times 2$  個、計 7 段のサンプルが入る  $360 \times 250 \times$

210 mm の段ボール箱（東罐パッケージ製：段ボールの厚み 4 mm）に、1, 7 段目にサンプルを、4 段目にサンプルおよび記録装置を図 3 の通りに配置し、その他はダミーを入れて計 42 個を詰めた。総重量は約 3.1 kg であった。「取扱注意」ラベルは貼付けず、試験に供した。

輸送には A 社の宅配サービスを利用し、当所（兵庫県川西市）と横浜鶴見区間を往復させた（図 4）。この試験を計 3 回行った。3 回全て往路、復路ともに、集荷場 a ~ d の 4 ヶ所で積み替えが行われた。輸送距離は往復約

1000 km、全輸送工程時間は約 38 時間であった。サンプル状態の確認は、横浜到着時および返送時の 2 回行い、容器からのゲルの剥がれ、ゲルからの食材の剥離、食材の崩れの有無を目視で調べた。評価基準として、ゲルと容器間の隙間の発生については許容し、ゲルが容器から剥がれてずれているもの、食材に崩れが見られたものを不良とした。3 方向の加速度の合力を衝撃加速度とし、10G 以上の衝撃加速度の発生回数、10G 以上の衝撃加速度の平均、最大衝撃加速度を求めた。

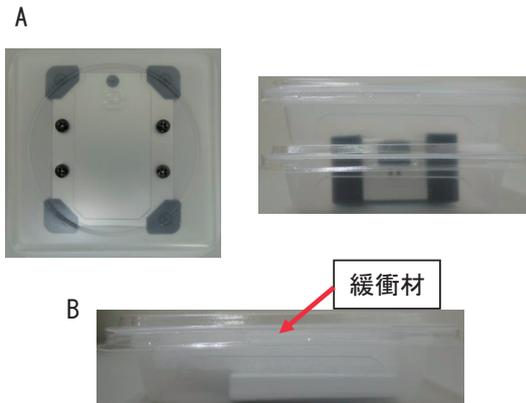


図 2 記録装置の容器への固定状況

A : 輸送環境記録計  
B : GPS



図 3 箱詰め時の外観 (4 段目)



図 4 実輸送試験の輸送経路

### 11. 落下試験

サンプルおよび輸送環境記録計、ダミーを詰めた段ボール箱を用いた。落下試験に当たり水平方向と垂直方向の加速度が実輸送試験時の衝撃と同様になる条件を求め、箱の傾きを 15° とした。試験形態としては、箱の長辺側面に 1000 mm および 950 mm の 2 本のビニールひもの両端を図 5 の通りに貼り付け、250 mm の間隔とした 2 本の棒にひもをかけた。6 段目に環境記録計を設置し、高さ

衝撃加速度が図 6 に示す関係にあることあらかじめ確認後、衝撃加速度が 20G および 25G 程度となるよう、箱底面の中央部の高さを 175, 200 mm にセッティングした。短辺方向の左右にブレが無いよう確認した後、箱が静止した状態でひもの中心をハサミで切断して箱を鉄板の上に落下させた。上記条件で落下試験を繰り返し、崩壊に至るまでの落下回数を調べた (n=4)。

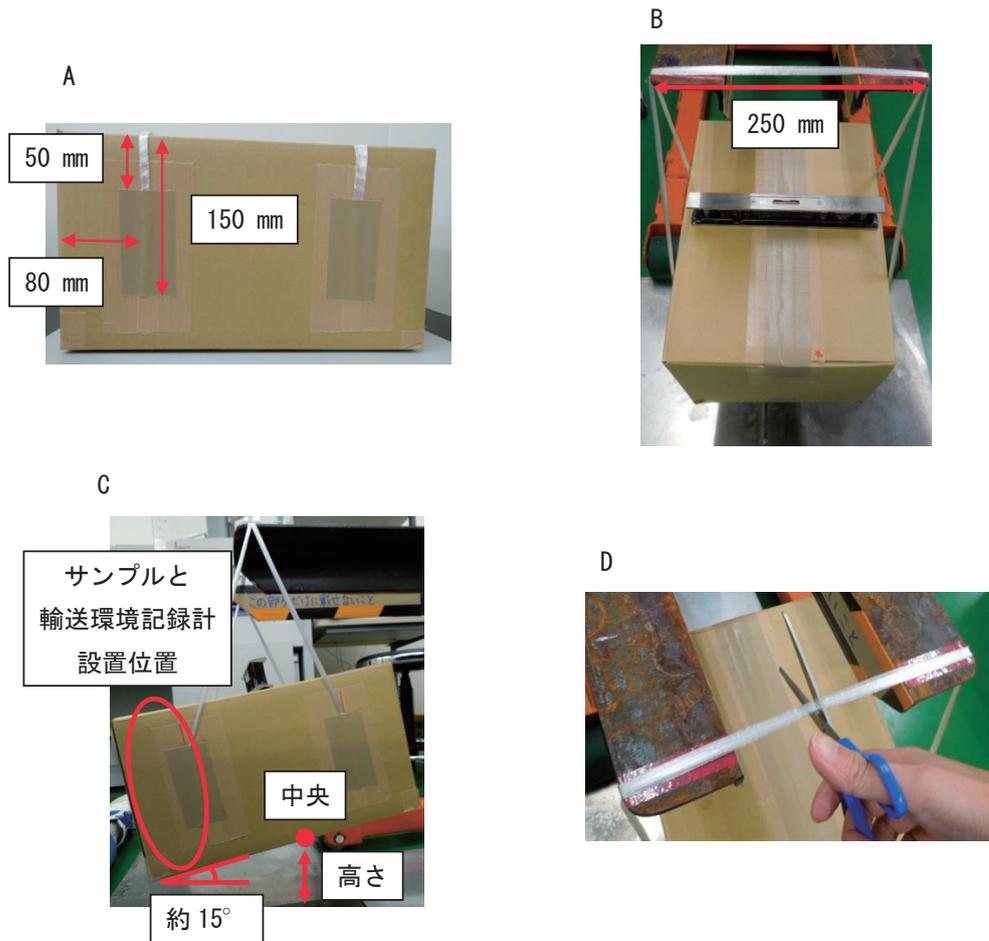


図5 落下試験風景

- A: ひもの取り付け      B: 左右のブレの確認  
C: 吊り下げ時の状態      D: ひも切断時

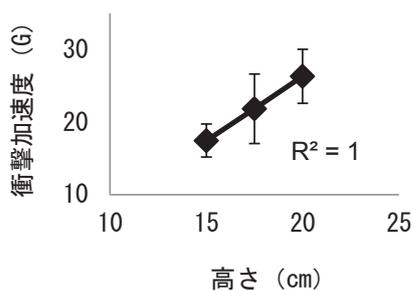


図6 高さと衝撃加速度の関係  
環境記録計は6段目に設置

### Ⅲ. 結果

#### 1. ゲル化剤の選定

耐熱性ゲル法に用いる食材は極めて軟らかく崩れやすいため、食材全体がゲルの内部に埋没すると、ゲルから食材を掬い取る際にゲルの弾力で食材が崩れるなど喫食し難くなる。よって、耐熱性ゲル法では、ゲルの厚みは食材の厚み以下に制限される。

耐熱性ゲル法を適用した場合の充填工程において、食材より後にゲルを充填すると、ゲルは容器全体に広がる前に固まり食材を固定できない可能性がある。一方、食材より前にゲルを充填すると、固まったゲルの上に食材を充填することになり、殺菌中にゲルが融解しなければ食材はゲルの上に乗ったままで固定されない。したがって、レトルト殺菌（120℃程度）中に融解し食材がゲルに埋まるという条件を満たすゲル化剤を用いる必要がある。喫食性の観点から、喫食前の加熱（100℃以下）でゲルが融解しないことも合わせ、ゲル化剤の選定を行った。

喫食時の加熱でも融解しない耐熱性ゲル化剤として脱アシル化ジェランガムおよび脱アシル化ジェランガムとペクチンを等量混合したものを用い、ゲルの上部に食材を乗せ、レトルト殺菌後に食材が埋まるか否かを調べた。

脱アシル化ジェランガムでは、食材はゲルに埋まっており（図7）、脱アシル化ジェランガム-ペクチン混合品では、ゲル内に埋まっていなかった。以上より、脱アシル化ジェランガムが本法のゲル化剤として適していると考えられた。

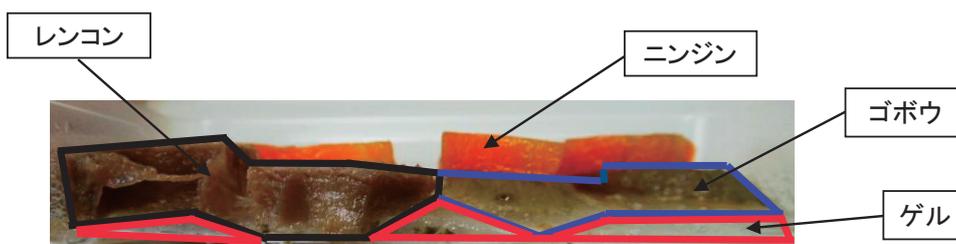


図7 耐熱性ゲル法を用いて製造した筑前煮のレトルト殺菌後の状態（断面）

### 2. ゲル化剤の濃度, ゲルの厚み, 食材の厚みの関係

振とう試験においては, 酵素処理で軟化させたゴボウ (以下軟化ゴボウとする) の厚みが5~10 mmの場合, ゲル化剤濃度0.5%, ゲルの厚み1 mmでもゲルの剥離は無く, 軟化ゴボウは崩壊しなかった (表1). 加温試験では, ゲル化剤濃度0.5%もしくはゲルの厚みが1 mmの時, 食材の厚みに拘わらず電子レンジ加熱後に容器からゲルが剥離した. 外観の悪さや食材の保護能喪失による食材の崩壊につながるため, ゲルの剥離は好ましくない. ゲル化剤濃

度0.75%以上かつゲルの厚み3 mm以上では電子レンジ加熱後もゲルの剥離は起こらなかった. 振とう試験や電子レンジ加熱によってゲルが剥離しない下限の条件である, ゲル化剤濃度0.75%, ゲルの厚み3 mmを用い, 以後の試験を行った.

ゲル化剤濃度0.75%, ゲルの厚み3 mmの筑前煮は, 振とう試験において食材の崩壊は見られず (図8), 本法は外観を保持した介護食の常温流通化に適用できる可能性が見い出された.

表1 各品種の部位別ペクチン含量および割合

	試験項目	ゲル化剤濃度 (%)				
		0.5	0.75	1.0	1.4	
ゲル厚 (mm)	1	振動試験	○	○	○	○
		加温試験	×	×	×	×
	3	振動試験	○	○	○	○
		加温試験	×	○	○	○
	5	振動試験	○	○	○	○
		加温試験	×	○	○	○

○ : ゲルの剥離なし, × : ゲルの剥離あり

振動試験 : 0.7G, 5分間 加温試験 : 電子レンジで750W20秒間加温



図8 耐熱性ゲル法を用い製造したUDFの「舌でつぶせる」相当の筑前煮を0.7G, 5分間振とうした後の外観

### 3. 保存試験

30℃, 80% RH, 6ヶ月間の保存で, ササミの硬さは経時的に増加したが,  $2 \times 10^4 \text{N/m}^2$  (UDF「舌でつぶせる」相当の硬さ) 以下であった (図9). 野菜類は硬さに変化が見られなかった. 色調においては, レンコン, ゴボウの色差 $\Delta E$ が2.6, 1.4まで増加したが (図10), 目視では大

きな変化は見られなかった (図11).

経験則ではあるが, 30℃, 80% RHでの保存は, 常温保存の2~3倍の促進効果がある. 30℃, 80% RH, 6ヶ月保存で, 硬さ, 色調に大きな変化が見られなかったことから, 常温保存では, 1年以上の賞味期間を設定できると予想される.

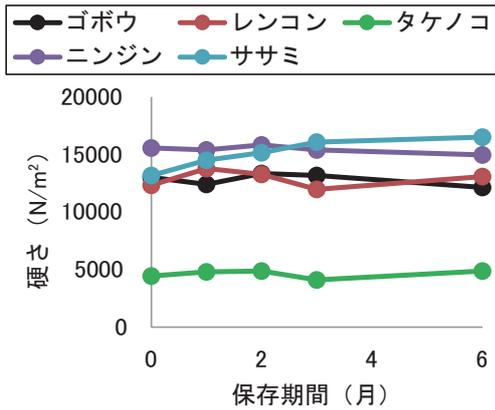


図9 30℃, 80% RH 保存における介護食用筑前煮の硬さの変化

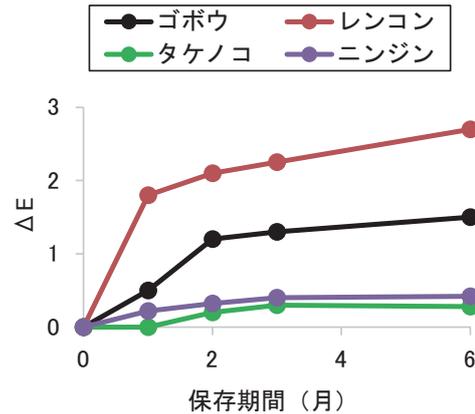


図10 30℃, 80% RH 保存における介護食用筑前煮の色調の変化



図11 30℃, 80% RH 保存における筑前煮（耐熱性ゲル法）の外観の変化

#### 4. 実輸送試験

##### 4-1. 輸送時の衝撃の強さ

計3回の実輸送試験における衝撃加速度について、10G以上の衝撃加速度の発生回数、10G以上の衝撃加速度の平均、最大衝撃加速度を比較した結果、2回目と3回目ではこれらの3つのパラメータに大きな差が見られないのに対し、1回目は著しく高かった（表2）。

表3に実輸送試験1回目における衝撃加速度の発生頻

度を示す。10G以上の強い衝撃は集荷場および目的地で発生しており、それは2、3回目も同様であった（データ無記載）。この結果から、強い衝撃は主に人や機械による搬送などの取扱い工程で加わると考えられ、特に人的要因が衝撃加速度のバラツキの原因ではないかと推測される。運送会社などを利用して衝撃に弱い製品を輸送する場合は、強い衝撃が加わる可能性があることを考慮した製品、梱包の設計を行う必要があると考えられる。

表2 衝撃加速度から観た輸送試験結果（同一経路・同一梱包）

実輸送試験	10G以上の衝撃加速度の発生回数（回）	10G以上の衝撃加速度の平均値（G）	最大衝撃加速度（G）
1回目	18	16.9	31
2回目	11	15.0	23
3回目	9	13.4	19

表3 実輸送試験1回目における衝撃加速度の加速度毎の発生頻度

場所・工程	0~0.5G	0.5~1G	1~5G	5~10G	10~20G	20~30G	30~40G
集荷場 a	2001	102	57	4	1	0	0
集荷場 b	6679	160	102	2	5	1	0
集荷場 c	5158	82	33	3	4	0	1
集荷場 d	2913	47	28	7	5	0	0
目的地内	4328	66	24	3	1	0	0
移動時	8500	2001	1006	3	0	0	0

4-2. 耐熱性ゲル法を用いて製造した筑前煮における食材の崩壊の有無  
計 32 個のサンプルのうち, 約 56% が不良となった. 1

段目に比べ, 7 段目に配置したサンプルの不良率が高いことから (表 4), 上段になるほど加わる衝撃が強くなることが示唆された.

表4 輸送試験における箱内での配置と不良率の関係

箱内での配置	サンプル数(個)	不良数(個)	不良率(%)
1 段目	16	5	31
7 段目(最上段)	16	13	81
全体	32	18	56

4-3. 衝撃と食材の崩壊

第2回目の実輸送試験において, 横浜では筑前煮の食材は崩壊していなかったが, 往復し到着した時には1段目は6個中4個が, 7段目は6個すべてが崩壊していた. 全行程中最大の衝撃加速度は, 往路の集荷場c内で記録されて

おり (図 12), 1 回の強い衝撃で食材が崩壊したわけではないと考えられる. 復路では 20G 程度の衝撃が 2 回加わっており, 複数回の強い衝撃が食材を崩壊させた可能性がある.

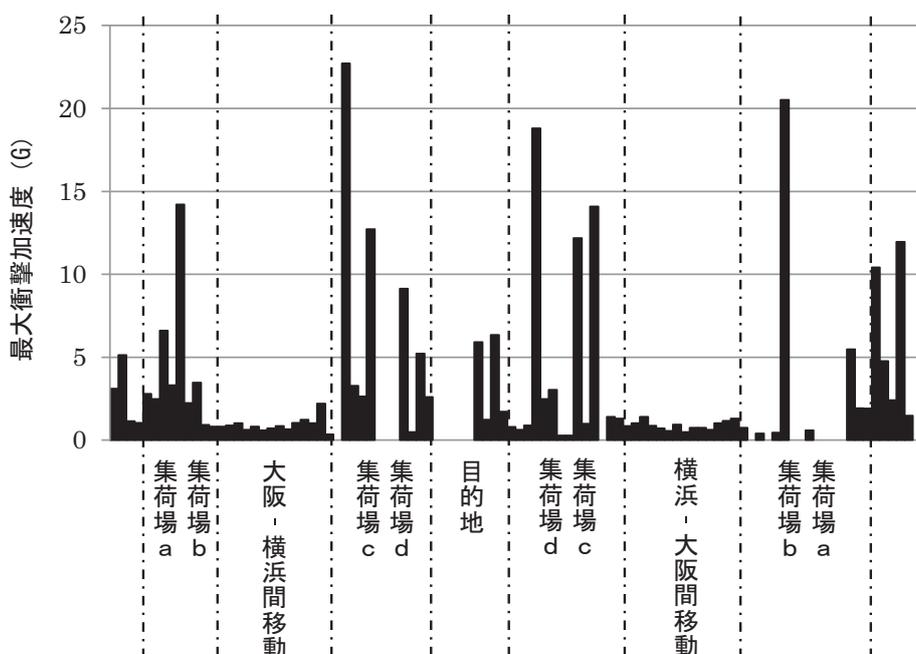


図 12 実輸送試験2回目における輸送工程で発生した衝撃加速度  
5秒間隔で取得した衝撃データを30分間隔に変換してグラフ化

## 5. 落下試験

### 5-1. 箱内における位置と衝撃加速度

実輸送試験において、1段目より7段目の方が強い衝撃を受けていることが示唆されたため、落下試験で衝撃の違いを調べた。設置形態の都合で、環境記録計の配置は6段目となったが、1段目に比べ6段目の衝撃加速度の方が大きいことがわかった(表5)。本試験の箱詰め状態では7段目のサンプルの上部にわずかな隙間があり、上の方のサ

ンプルほど衝撃時に動くため、6段目の衝撃加速度が大きくなったと推察される。

実輸送試験では、4段目の衝撃加速度を測定した。本結果を考慮すると、実輸送試験において7段目では4段目の1.2倍以上の衝撃が記録されている可能性がある。すなわち、4段目で20Gの衝撃加速度が計測された時、7段目では24G以上である。

表5 高さ175 mmからの落下の衝撃と箱内における位置の関係

	箱内での位置		
	1段目	4段目	6段目
衝撃加速度(G)	14.7±4.3	18.0±1.6	21.8±4.8

### 5-2. 繰り返しの衝撃と食材の崩壊

繰り返しの落下による筑前煮の食材の崩壊は、ゲルと容器の間の隙間が徐々に大きくなり、ゲルや筑前煮由来の水分がその隙間に侵入することで容器からゲルが剥離して引き起こされると考えられた。7段目にサンプル、6段目に環境記録計を設置し、落下の高さ175 mm(衝撃加速度約22G)および落下の高さ200 mm(約26G)の衝撃加速度を繰り返し加えた結果を表6に示す。

高さ200 mmからの落下試験では、約3回目にゲルと容器間にわずかな隙間の発生が認められ、容器からのゲルの剥離は約5回目に確認された。この結果から、実輸送試験において予測したように、複数回の強い衝撃が食材の崩壊に関与していると考えられた。

高さ175 mmからの落下試験による衝撃加速度は約22G

であり、約18回目でゲルの剥離が確認された。実輸送試験において、15G(7段目で約18G)以上の強い衝撃の発生頻度は最高8回であったことから、緩衝材などの利用によって衝撃加速度を20G以下に抑えることで食材の崩壊を防ぐことが可能と予想される。

実輸送試験の4段目で記録された15G以上の衝撃加速度の平均は19.8G(7段目で約24G)であり、発生頻度は5.3回(1回目8回, 2回目4回, 3回目4回)であった。この衝撃により、7段目の81%の食材が崩壊したと考えられる。26G, 5回の衝撃加速度で食材が崩壊した落下試験の結果は、実輸送試験の結果と大きな矛盾はないと考えられ、落下試験は食材の崩壊の評価に使用できることが示唆された。

表6 容器詰筑前煮のゲルが容器から剥離するまでの繰り返し落下回数

容器からゲルが剥離するまでの 落下回数(回)	落下の高さ175 mm (衝撃加速度約22G)	落下の高さ200 mm (衝撃加速度約26G)
		18.3±2.9

## IV. まとめ

外観を保持し、ユニバーサルデザインフードの「舌でつぶせる」区分に相当する介護食の常温流通化において、耐熱性ゲルで食材を固定する方法(耐熱性ゲル法)を考案した。耐熱性ゲル法は、喫食しやすさの観点から、喫食中に物性変化が起こらないよう喫食前の加温でゲルが融解しないこと、およびゲルの厚みは食材の厚み以下であることとし、調味液は別添とする。

耐熱性ゲル法ではゲルの厚みに制限があるため、容器の底全面にゲルを充填するためには、食材より先にゲルを充填しなければならない。ゲルは直ちに固まるため、食材はゲルの上に置かれることになる。食材をゲルで固定するためには、ゲルが殺菌中(120℃程度)に融解し、食材がゲ

ルの中に埋まる必要がある。ゲルが喫食前の加温(100℃以下)で融解しないことも踏まえ、条件を満たすゲル化剤として、脱アシル化ジェランガムを選定した。角型ラミコンカップに充填される食材の厚みが10 mm以下の時、濃度を0.75%、ゲルの厚みを約3 mmに調整することで、0.7G, 5分間の振とう試験における食材の崩壊を抑制できた。

この条件で製造した筑前煮を30℃, 80% RH, 6ヶ月間保存したが、食材のゲルへの埋没状態、硬さ、色調に大きな変化は見られなかったため、耐熱性ゲル法を適用した「舌でつぶせる」相当の筑前煮は1年以上の賞味期間が設定できると示唆された。

当所(兵庫県川西市) - 横浜鶴見区間の往復、距離約1000 km, 全輸送工程時間約38時間の実輸送試験を計3

回実施したところ、衝撃加速度の強さ、頻度は試験毎に大きく異なった。10G以上の衝撃加速度は、集荷場で発生していることから、強い衝撃は主に人や機械による積み替え時の取扱い工程で加わると予想された。

実輸送試験では、全体の56%のサンプルに食材の崩壊が見られた。下段が31%に対し、上段は81%と著しく高いことから、上段ほど強い衝撃が加わっていると考えられる。輸送工程で発生した衝撃と食材崩壊の関係を調べたところ、1回の強い衝撃で崩壊するのではなく、複数回の強い衝撃によって崩壊すると示唆された。

落下試験の結果、1段目、4段目に比べ、7段目（最上段）の衝撃加速度が大きいことがわかった。高さ200mmからの繰り返し落下試験では、約5回目に食材の崩壊が見られ、実輸送試験における不良率の結果と矛盾は生じなかった。高さ175mmからの落下試験では、約18回目に食材の崩壊が見られた。実輸送試験における衝撃の発生頻度なども踏まえ、7段目の衝撃加速度を20G以下とすることで、耐熱性ゲル法を適用した「舌でつぶせる」相当の筑前煮製品の商品価値を維持することができると考えられる。

## V. 参考文献

- 1) 坂本宏司ら. 特開 2003-284522