

成績概要書(2009年1月作成)

-----  
研究課題：超音波画像診断による半硬質チーズ内部構造の評価

(地域独自のチーズ製造用スターター(酵母、乳酸菌)の開発(2)乳酸菌のスターター機能評価)

担当部署：根釧農試 研究部 乳質生理科

協力分担：帯広畜産大学、十勝圏食品加工技術センター、共働学舎新得農場、十勝野フロ  
マージュ、ランランファーム、よつ葉乳業(株)、士幌高校、士幌食品加工センター

予算区分：外部資金(都市エリア)

研究期間：2005～2007年度(平成17～19年度)  
-----

### 1. 目的

チーズの熟成過程における品質の良否判定を早期に行うため、超音波画像診断装置によるチーズ内部構造の非破壊的評価の有効性について検討した。

### 2. 方法

#### 1) 異常発酵チーズの内部構造

供試機：コンピュータ断層撮影装置(CT装置、4列多列検出器 Asteion Super 4、東芝)

材料：ゴードチーズ(製造上の失宜によるメカニカルホールがあるチーズ、酪酸発酵チ  
ーズ)、プロピオン酸菌を添加した小型チーズ(異常発酵によるクラック)

調査項目：スライス画面によるチーズ内部空隙の形と分布

#### 2) 超音波画像診断装置を用いたチーズ内部構造の評価

供試機：超音波画像診断装置(Pro Sound SSD-4000、アロカ株式会社)、T型7.5MHzプロ  
ーブ75(ALOKA UST-556T-7.5、アロカ株式会社)、密着補助剤(ECHO JELLY、ア  
ロカ株式会社)、画像コピー装置(ALOKA ECHO COPIER SSZ-309、アロカ株式会社)

材料：1)と同様の他、チーズ内部に空隙がないゴードチーズ

検討項目：超音波画像の特性、真空包装用フィルムの有無が超音波画像に与える影響  
ガスホール性状の測定精度

#### 3) 超音波画像診断装置によるチーズ熟成過程の経時的観察

材料：プロピオン酸菌を添加した小型チーズ

熟成期間：高温熟成(30℃)4週間と低温熟成(12℃)6ヶ月間

### 3. 成果の概要

- 1) CT画像により、ガス生成を伴う異常発酵チーズでは、多様な形のメカニカルホール、クラック等が形成されチーズ内部に不均一に分布していることが観察できた(図1)。
- 2)-1 リンド(表皮)形成が無いか表面の乾燥のみにとどまっているチーズでは、超音波画像によりガスホール、メカニカルホール、超音波の入射方向と直交するクラック(亀裂)を識別できた。しかし、入射方向と平行するクラックはメカニカルホールとの判別が困難であった。また、強く乾燥したリンドが形成されたチーズでは、超音波による内部観察が出来なかった。入射方向と平行するクラックやガスホール等の影にある空隙は、超音波の入射方向を変化させることにより多くの場合は観察可能であった(図2)。
- 2)-2 真空包装用フィルムで包装したチーズの超音波画像は上部にフィルムに起因する板状の水平反射像を生じ、フィルムの厚さは画像に反映したが、フィルムの材質・構造、厚さは内部構造に起因する組織像の観察に影響を及ぼさなかった。
- 2)-3 超音波画像によりガスホールのチーズ表面からの距離および直径は実測値との決定係数が各々 $r^2=0.96$ および $r^2=0.80$ と高い精度で推定できた(図3,4)。
- 3) 超音波画像による熟成中チーズの経時的観察により、好ましくない空隙の形成過程が確認でき、熟成途中の早期にこれら进行评估することで迅速な製造条件等の見直しが可能となることが示された(図5)。

以上より、超音波画像診断装置により非破壊的にチーズ内部のガスホール、クラック等の観察を行うことができ、熟成中チーズの経時的な内部構造の評価が可能である。

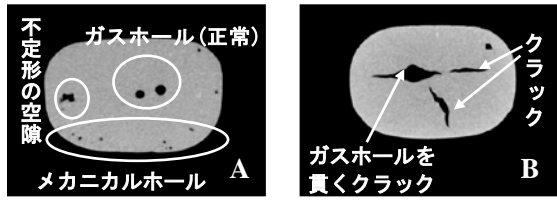


図1 CT装置によるチーズの内部構造

- A: 正常発酵ゴーダチーズ(正常ガスホール, 製造上の失宜によるメカニカルホールと不定形の空隙)
- B: プロピオン酸菌添加小型チーズ(熟成失敗によるクラック)
- C: 酪酸発酵ゴーダチーズ(酪酸菌による異常ガスホール)

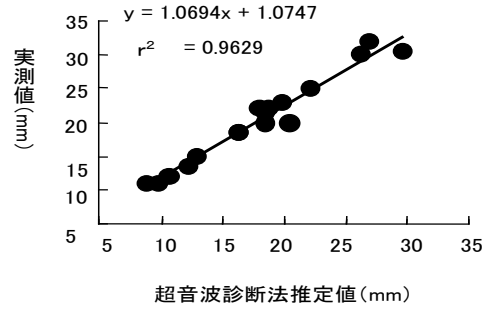
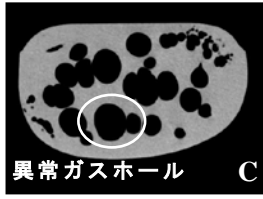


図3 超音波診断画像によるガスホールのチーズ表面からの距離の推定値と実測値の関係

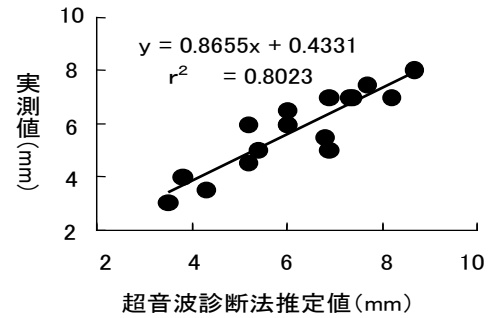


図4 超音波診断画像によるガスホールの直径の推定値と実測値の関係

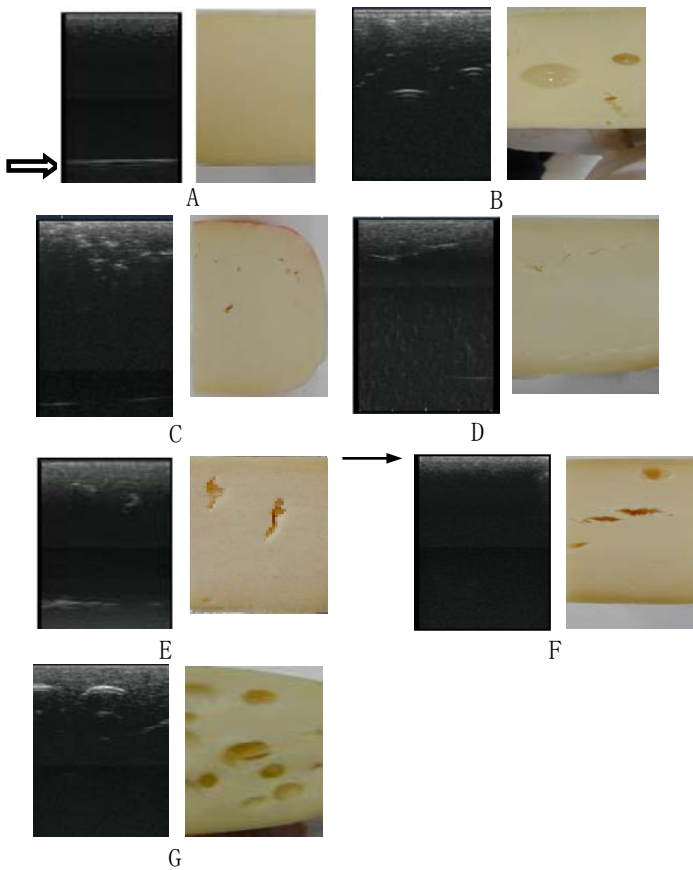


図2 超音波画像(左)とゴーダチーズの断面構造(右)

- ⇨ : 反対面からの反射像
- : リンドによる反射像

- A: チーズ内部構造に空隙がない
- B: ガスホール
- C: メカニカルホール
- D: 横のクラック
- E: 縦のクラック
- F: リンド形成による表面反射の影響
- G: 酪酸発酵によるガスホール

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 新しい熟成型チーズの開発に際して内部構造の観察手段として利用できる。
- 2) 超音波画像診断装置を用いて真空包装されたチーズを観察する場合は、チーズと真空包装フィルムを密着させることが必要である。

#### 5. 残された問題とその対応

- 1) 小型超音波画像診断装置の利用法の検討

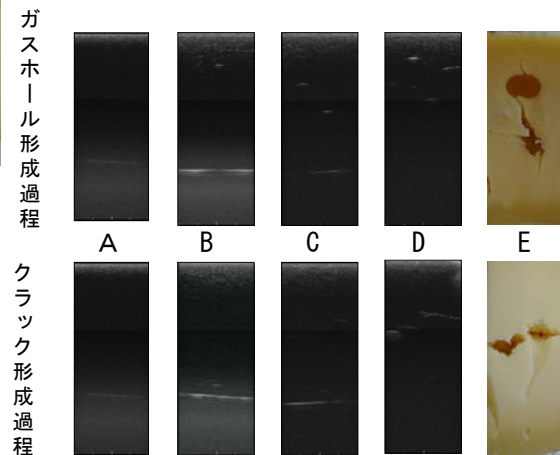


図5 プロピオン酸菌を添加した小型チーズにおける熟成過程の経時的観察

- A: 高温熟成0日目
- B: 高温熟成11日目
- C: 高温熟成18日目
- D: 高温熟成25日目
- E: 低温熟成6ヶ月(チーズ断面構造)