

超音波エコーでチーズのガスホールが見える！！

(超音波画像診断による半硬質チーズ内部構造の評価)

乳質生理科 窪田 明日香

(k-asuka@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

チーズ内部の空隙分布等は、熟成期間における品質指標の一つとなります。しかし、熟成途中での非破壊検査法は打音法などに限られており、多くの経験や知識が必要です。そこで、より簡便な非破壊検査法として、超音波画像診断装置 (Pro Sound SSD-4000、リニア T 型 7.5MHz プロブ 75、測定条件: 波長 5MHz・コントラスト 6・ゲイン 75) によるチーズ内部構造の非破壊的評価法とその有効性について検討しました。

〈超音波画像診断装置によるチーズ内部構造〉

超音波画像により、表面の乾燥のみにとどまっているチーズでは、ガスホール、メカニカルホールおよび超音波の入射方向と直交するクラック(亀裂)が識別できます(図2B、C、D)。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す(図2E)。また、リンド(表皮)が形成されたチーズにおいても、本法による内部観察は困難です(図2F)。

2. 技術内容と成果

〈異常発酵チーズの内部構造〉

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ます(図1)。

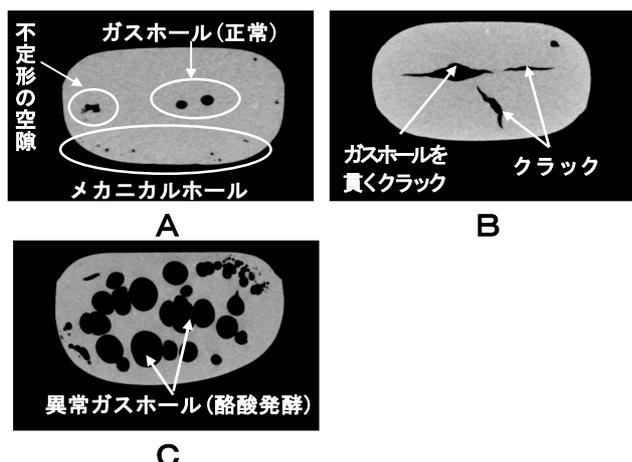


図1 コンピュータ断層撮影装置による
 チーズの内部構造

- 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: プロピオン酸菌を添加した小型チーズ (熟成失敗によるクラック)
- C: 酪酸発酵したゴーダチーズ (酪酸菌による異常ガスホール)

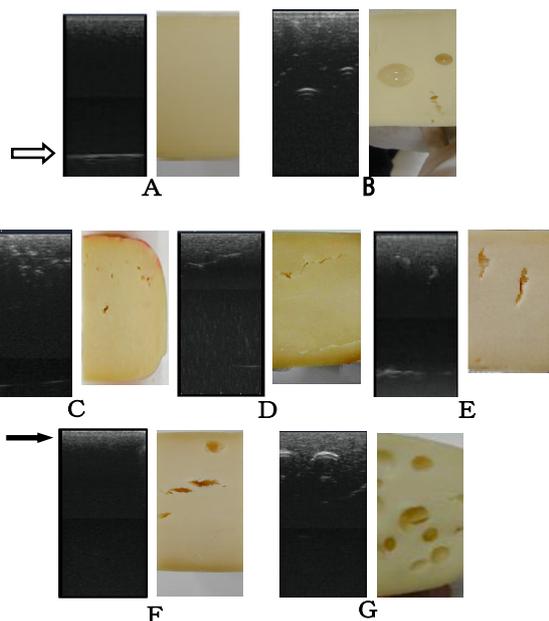


図2 超音波画像(左)とゴーダチーズの断面構造(右)

- ⇔ : 反対面からの反射像
- : 強く乾燥した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

〈真空包装用フィルムの超音波画像への影響〉

チーズを包装する真空包装用フィルム(厚さ: 12~80 μm)は、超音波画像の上部にフィルムに起因する板状の水平反射像を生じるが、内部構造に起因する反射像の観察に影響を及ぼしません。

〈ガスホール性状の推定精度〉

得られる超音波画像より、チーズ表面からガスホールの最上部までの距離が $r^2=0.96$ (図3)、直径が $r^2=0.80$ (図4)と推定できます。

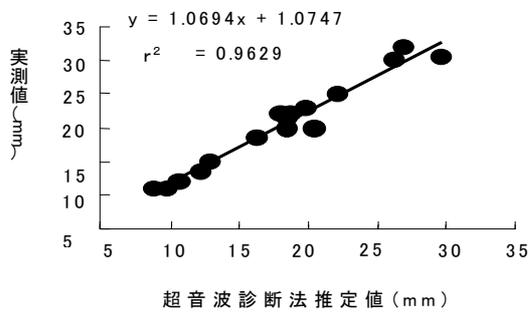


図3 超音波画像によるガスホールのチーズ表面からの距離の推定値と実測値の関係

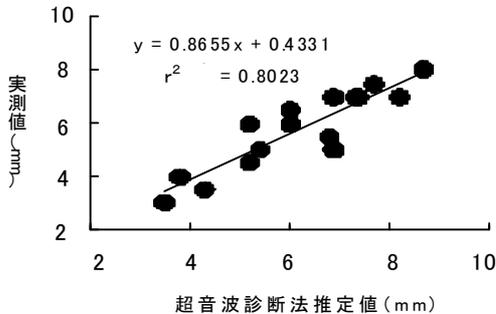


図4 超音波画像によるガスホールの直径の推定値と実測値の関係

〈チーズ熟成過程の経時的観察〉

超音波画像による熟成中チーズの経時的観察により、種々の空隙形成過程が確認できます(図5)。また、熟成型チーズ製造に関し、表面の乾燥が弱く超音波の侵入が可能な条件では、チーズ内部空隙の非破壊評価手段として利用できます。

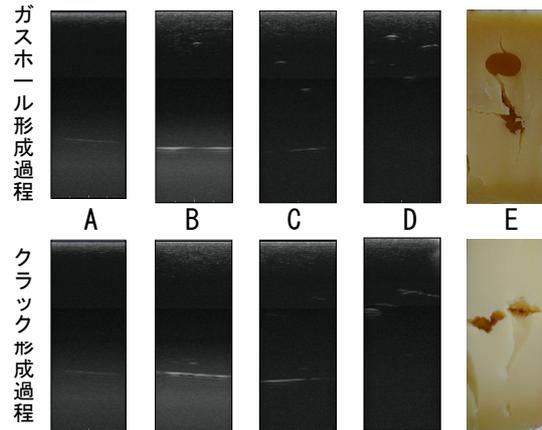


図5 プロピオン酸菌を添加した小型チーズにおける超音波画像の経時変化

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(チーズ切断面)

【留意点】

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重要です。

- ★リンド
表皮。半硬質チーズの場合、チーズ表面の固くなった部分
- ★ガスホール
ガス生産菌により形成される小型でほぼ円形のチーズ孔
- ★メカニカルホール
製造上の原因でできた間隙、チーズの種類によっては欠陥となる
- ★クラック
割れ目、カード粒間の狭い裂け目
- ★酪酸発酵
酪酸菌による異常発酵、大きなガスホールがたくさんでき、強い酪酸臭がする