

チーズ熟成の時間軸中で、レンネット酵素と乳酸菌酵素が働く期間についても調べてみました。

レンネットの主な作用はκ-カゼイン切断（凝固）ですが、その後もαs1-カゼインをゆっくり分解し続けることが知られています。

レンネット酵素が有効に働く期間

時 間	作 用
0~1時間	凝固の主役（κカゼイン切断）
1日目まで	まだ活性あり（カード内部で作用）
~7日	ゆっくりタンパク分解に関与
2週間以降	ほぼ失活（塩・pH・水分で不活性化）

レンネット酵素は塩分1.5%前後、pH5.2以下、低水分で急速に失活します。したがって熟成に与える影響は最初の1~2週間がほぼ全てです。

乳酸菌酵素（Proteinase / Peptidase）が有効に働く期間

乳酸菌の酵素は、菌が死んだ後も、カード内に残り続けて働きます。

乳酸菌酵素の有効期間と作用

時 間	作 用
製造中	カゼインを分解し栄養確保
1週間	酵素がカード内に大量に蓄積
1ヶ月	菌は死に始めるが酵素は活性MAX
3ヶ月	まだ強く分解中
6ヶ月	依然活性あり
12ヶ月	まだ作用している（ハード系）

チーズの熟成の主役はレンネットではなく、乳酸菌酵素ですが、なぜそんなに長く働けるのかは、乳酸菌の持つCell-envelope proteinase (Prt) と各種 peptidaseが塩・低pH・低水分でも失活しにくいこととチーズ内の環境が酵素にとって快適な環境であることです。

レンネット酵素と乳酸菌酵素の違い

決定的な違い	レンネット酵素	乳酸菌酵素
主目的	凝固	熟成
有効期間	数日~2週間	数ヶ月~1年以上
塩への耐性	弱い	強い
pH耐性	弱い	強い
水分依存	高い	低い

熟成1ヶ月以降、誰が働いているか

時 期	主 役
凝固~1日	レンネット 80%
1日~2週間	レンネット+乳酸菌
2週間~	乳酸菌酵素 ほぼ100%

シスルレンネット(アザミレンネット)の酵素

主酵素は

- Cardosin A
- Cardosin B

どちらも アスパラギン酸プロテアーゼ（キモシンと同系統）ですが、切る場所（基質特異性）が異なるのが最大の特徴で、動物レンネットとは全く別物です。

シスル酵素の主な作用

Cardosin A κ -カゼインを切る（凝固） + as1 を強く分解

Cardosin Bas1 · β カゼインを非常に強く分解

つまり最初から熟成に必要な酵素が大量に入っているのがシスルレンネットです。

動物レンネットとの決定的違

動物レンネット	シスルレンネット
κ カゼイン切断	非常に特異的
as1カゼイン分解	ゆっくり
β カゼイン分解	ほぼしない
苦味ペプチド	出にくい
熟成への影響	小さい
	やや広い
	非常に速い
	かなりする
	出やすい
	極めて大きい

シスルレンネットの有効期間。

シスル酵素は塩・低pH・低水分でもほとんど失活せず、有効期間は 乳酸菌酵素に近い。

シスル酵素の時間経過

時間	何が起きるか
凝固直後	κ カゼイン切断でゲル化
1日	すでにas1を強く分解開始
1週間	レンネットとは思えないレベルでタンパク分解
1ヶ月	まだ活性ほぼ維持
3ヶ月	強く分解し続ける
6ヶ月	依然活性あり
12ヶ月	ハード系でも作用確認されるレベル

ポルトガルのチーズであるセラ・ダ・エストレーラやスペインのチーズであるトルタが溶ける理由はシスル酵素が熟成中ずっとカゼインを切り続けるからであり、乳酸菌酵素とは別ルートの分解なので、Prt+ を入れなくても溶けるためです。

シスルレンネットを使う重要なポイントはチーズの熟成設計が「スターター主導」から「レンネット主導」に変わることです。つまり動物レンネットを使用したチーズの熟成は乳酸菌酵素で、シスルレンネットでの熟成はシスル酵素+乳酸菌酵素になるということです。

シスルレンネットのpH・塩への耐性

条件 活性

pH 4.8 活性維持

塩分 2% ほぼ影響なし

低水分 影響小

熟成中 ずっと働く

動物レンネットが失活する環境が、シスルには快適環境であることから、シスルレンネットは「凝固剤」ではなく長期熟成プロテアーゼを最初に大量投入しているのと同じと考えるべきであり、以下の点に注意して用いる必要がある。

- ・少量でも効きすぎる
- ・苦味が出やすい (βカゼインを過剰に分解する)
- ・ボディが早く崩れる
- ・クリーミーになる
- ・表皮系チーズと相性が異常に良い

チーズ凝固・時間軸での主役

時期 主役

凝固 Cardosin A

初期熟成 Cardosin A+B

中期熟成 Cardosin B + 乳酸菌酵素

長期熟成 まだCardosinが働いている