

食品工業へのアミラーゼの応用

ナガセ生化学工業株式会社
営業開発部 田治 襄

アミラーゼは古くから研究されている酵素でその産業的利用例も多くきわめて重要な酵素の一つである。アミラーゼは澱粉やグリコーゲンの α -1,4グルコシド結合や α -1,6グルコシド結合の加水分解に関与する酵素であり、最近では種々の新しい性質を持つ酵素が見いだされている。

第1表に応用面から見たアミラーゼの種類及びその起源を示した。

1. 澱粉加工へのアミラーゼの応用

従来澱粉を原料に水飴、ぶどう糖製造する時、酸が使用されていた。しかし水飴の中のぶどう糖が多くなるとか、ぶどう糖製造時にぶどう糖生成量が悪いとか、ゲンチオビオース等の苦味成分が副生する等の欠点があった。これら問題点を解決するためにアミラーゼの研究に着手し、昭和30年代に α -アミラーゼによる澱粉の瞬間液化法、グルコアミラーゼによるぶどう糖製造法が発表されまたたく間にこの方法が国内澱粉糖メーカーに採用されるにいたった。その後グルコースイソメラーゼ、 β -アミラーゼ、CGTase等が開発され異性化糖、マルトース等の大型商品が上市されるに至った。

第2表に澱粉加工工業とアミラーゼについて示した。

第3表に酸を使用した場合と酵素を使用した場合のぶどう糖生成量を示した。

1. 1 澱粉の液化の研究

昭和20年代の酵素を用いた水飴は、酸で液化したり、糖化した水飴に比べて、濁度が高く又濾過が困難で、精製が出来なかったが種々の研究の結果有効な液化法（瞬間加熱液化法）が開発された。

第1図にその液化法を示した。

その後、液化が困難と言われたコーンスターチの液化法や耐熱 α -アミラーゼの開発とともにジェットクッカーによる液化法も発表された。

2. 清酒へのアミラーゼの応用

清酒は日本古来の酒でその起源はきわめて古い。江戸時代には現在の清酒製造の原型が見いだされていた。第2図に一般的な清酒製造フローシートを示した。

清酒への酵素利用は(1)4段仕込用米の糖化(2)米麹代用酵素(3)ウレアーゼによる清酒中の尿素の除去等があるが、近年「液化仕込」なる清酒醸造法が研究されている。これは蒸米の代わりに米をアミラーゼで液化し、もろみに投入、発酵させる補方法である。これによって従来法に比較して、米の利用率のアップ、工程の簡略化、労働力不足の軽減等の問題点を解決できる可能性がある。

2. 1 液化仕込法による小スケール発酵テスト

総米1200gを用いた仕込テストの配合は第4表に示した。液化仕込法では掛米1080gを昇温液化法及び瞬間液化法に従って液化液を調整しモロミに添加した。液化の為に酵素はスピターゼCP-40を米に対して1/2000使用した。

発酵日数17日、アルコール添加後上槽しその酒について分析した。結果は第5表に示した。

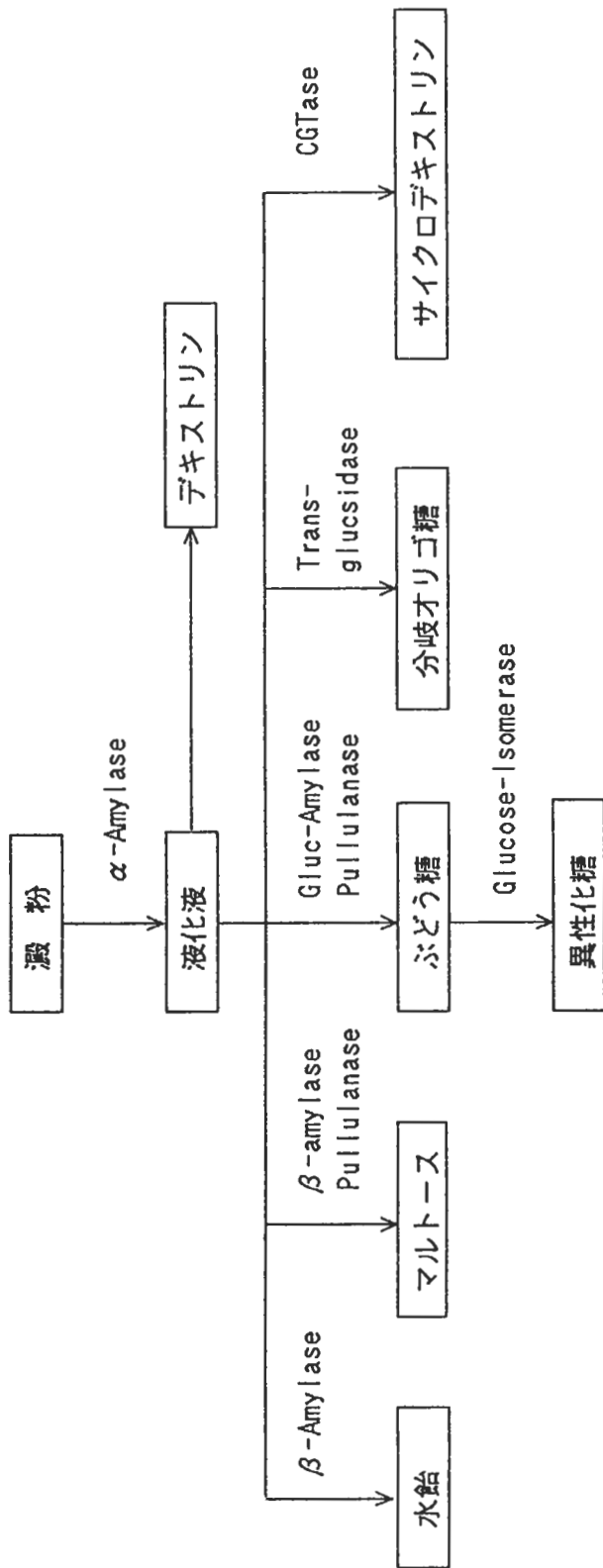
2. 2 総米3トン仕込実施例

総米3トンを用いた時の仕込配合及びその結果は第6表に示す通りである。

第1表 各種アミラーゼとその応用

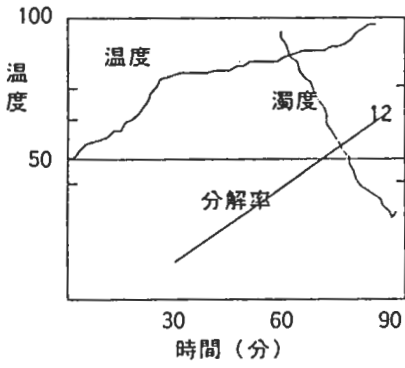
| 業界 | 使用目的 | 酵素名及び起源 |
|------|--|--|
| 繊維加工 | 糊抜き | α -アミラーゼ(<i>B.subtilis</i> <i>B.licheniformis</i>) |
| 食品加工 | 澱粉の液化 ぶどう糖 水飴 マルトース オリゴ糖 サイクロデキストリン | α -アミラーゼ(<i>B.subtilis</i> <i>B.licheniformis</i>) グルコアミラーゼ(<i>Rhizopus</i> <i>A.niger</i>) プルラナーゼ(<i>B.circulans</i> <i>B.acidopulluliticus</i>) β -アミラーゼ (大豆 大麦 小麦 麦芽) β -アミラーゼ プルラナーゼ G3生成アミラーゼ(<i>St.griseus</i>) G4生成アミラーゼ(<i>Pseudomonas stutzeri</i>) G5生成アミラーゼ(<i>B.licheniformis</i> 584) G6生成アミラーゼ(<i>Aerobacter aerogenes</i>) トランスグルコシダーゼ(<i>A.niger</i>) CGTase (<i>B.macerans</i> , <i>B.circurans</i> , <i>Bacillus</i> sp. <i>B.stearothermophilus</i> , <i>B.megaterium</i>) |
| | 酒類 (清酒, 焼酎, 味醂 ビール, アルコール) | α -アミラーゼ, β -アミラーゼ, グルコアミラーゼ トランスグルコシダーゼ |
| | 米飯 製パン 餅菓子 | α -アミラーゼ α -アミラーゼ (<i>B.subtilis</i> , <i>A.oryzae</i>) β -アミラーゼ (大豆) |
| 医薬用 | 消化剤 | α -アミラーゼ(<i>B.subtilis</i> , 麦芽, パンクレアチン, <i>A.oryzae</i>) |
| その他 | 洗剤 食器洗剤 製紙用澱粉処理 | α -アミラーゼ, α -アミラーゼ α -アミラーゼ |

第2表 澱粉加工工業とアミラーゼ



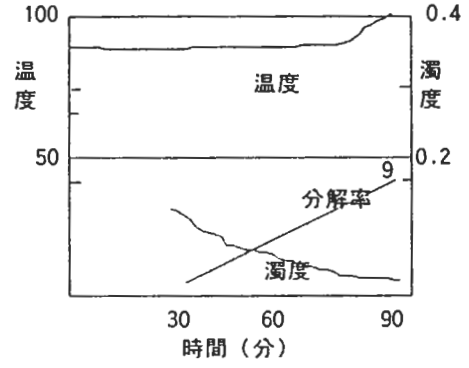
第1図 澱粉の液化方法

昇温液化法



澱粉に水と α -アミラーゼを加え攪拌しつつ加温していく方法

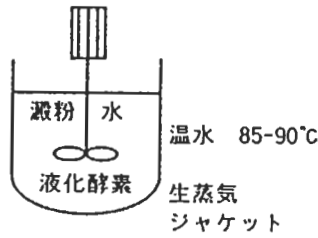
瞬間液化法



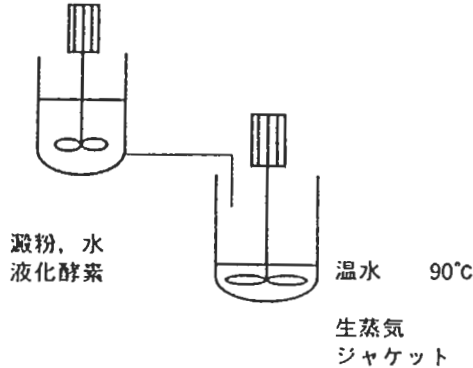
澱粉に水と α -アミラーゼを混合乳液とし、これを90°Cの熱水に連続的に注入していく方法

澱粉の液化方法

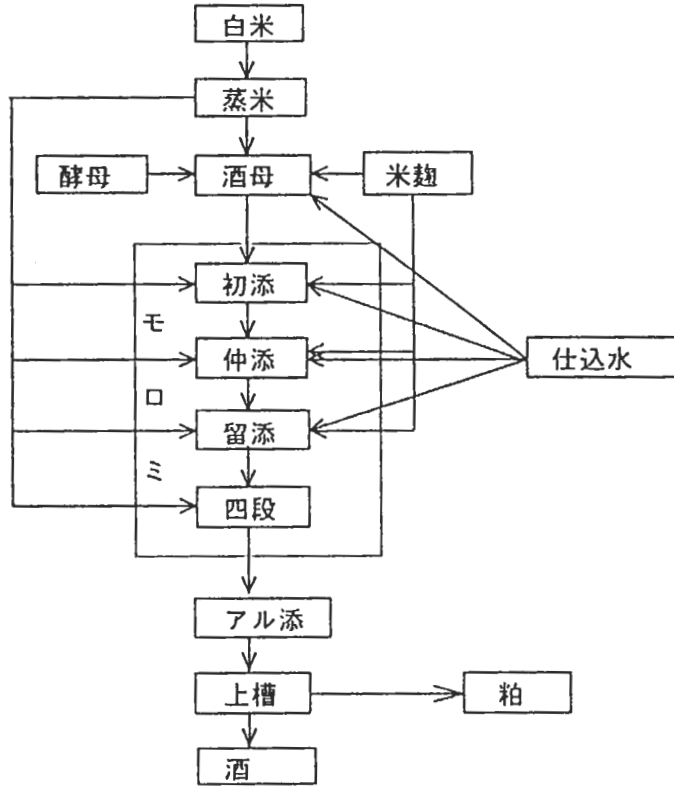
1. 昇温液化法



2. 瞬間液化法



第2図 清酒製造工程



第3表 液化法の違いによるぶどう糖生成量の差

| 液化 | 糖化 | ぶどう糖生成量 (%) |
|-----------------|--------------------|-------------|
| 酸 | 酸 | 85 |
| 酸 | グルコアミラーゼ | 91 |
| α -アミラーゼ | グルコアミラーゼ | 94 |
| α -アミラーゼ | グルコアミラーゼ ブルラナーゼ | 96 |

第4表 小仕込発酵試験

従来法の基本配合

| | 水麴 | 添 | 留 | 合計 |
|----|-----|-----|-------|-----------|
| 総米 | 120 | 140 | 940 | 1,200(g) |
| 掛米 | — | 140 | 820 | 960(g) |
| 麴米 | 120 | — | 120 | 240(g) |
| 汲水 | 310 | — | 1,370 | 1,680(ml) |

液化仕込法の基本配合

| | 水麴 | 添 | 留 | 合計 |
|----|-----|-----|-------|-----------|
| 総米 | 120 | 140 | 940 | 1,200(g) |
| 掛米 | — | 140 | 920 | 1,080(g) |
| 麴米 | 120 | — | — | 120(g) |
| 汲水 | 310 | — | 1,370 | 1,680(ml) |

第5表 製成酒の分析結果

| | 小仕込発酵試験 | | |
|-------------------------|---------|-------|-------|
| | 瞬間液化法 | 昇温液化法 | 従来法 |
| 発酵日数 | 17 | 17 | 17 |
| アルコール | 20.2 | 20.2 | 20.1 |
| 液量(ml) | 2,660 | 2,700 | 2,400 |
| 粕量(g) | 460 | 442 | 794 |
| 酸度 | 2.25 | 2.35 | 2.40 |
| アミノ酸 | 1.15 | 1.20 | 1.55 |
| 色度 O D _{430nm} | 0.023 | 0.030 | 0.034 |
| 香り | 2.5 | 2.5 | 2.3 |
| 酒質 | 2.0 | 2.2 | 2.8 |
| 最上 | 3 | 1 | 1 |
| コメント | バランス良 | — | — |

第6表 総米3ト仕込実施例

| | 酒母 | 初添 | 仲添 | 留添 | 合計 |
|--------|-----|-----|-------|-------|-------|
| 総米(Kg) | 100 | 440 | 900 | 1,560 | 3,000 |
| 掛米(Kg) | — | 360 | 740 | 1,300 | 2,400 |
| 麴米(Kg) | 100 | 80 | 160 | 260 | 600 |
| 汲水(ℓ) | 400 | 710 | 1,440 | 2,160 | 4,710 |

1回目

| | アミノ酸 | 粕歩合 | 収得量 |
|---------|------|------|-----|
| 瞬間連続液化法 | 1.45 | 19.2 | 366 |
| 従来法 | 1.60 | 23.3 | 337 |

2回目

| | アミノ酸 | 粕歩合 | 収得量 |
|---------|------|------|-----|
| 瞬間連続液化法 | 1.25 | 16.9 | 357 |
| 従来法 | 1.50 | 20.9 | 343 |

3回目

| | アミノ酸 | 粕歩合 | 収得量 |
|---------|------|------|-----|
| 瞬間連続液化法 | 1.30 | 19.0 | 362 |
| 従来法 | 1.70 | 22.3 | 340 |

4回目

| | アミノ酸 | 粕歩合 | 収得量 |
|---------|------|------|-----|
| 瞬間連続液化法 | 1.15 | 17.0 | 365 |
| 従来法 | 1.60 | 21.3 | 348 |