福島県南会津地域に伝わる「麦芽水あめ」の特性

本間祐子*・角野 猛**・真鍋 久*

(会津大学短期大学部*・淑徳大学**)

Characteristics of “malt mizuame”, a traditional food in the Minamiaizu region of Fukushima Prefecture

Yuko Honma*・Takeshi Sumino**・Hisashi Manabe*

* *Aizu Junior College of Fukushima Prefecture, Ikkimachi Aizuwakamatsu 965-8570*

** *Shukutoku University, 673, Nitona-cho, Chuo-ku, Chiba 260-8703*

*〒965-8570 福島県会津若松市一箕町大字八幡字門田1番地の1

**〒260-8703 千葉県千葉市中央区仁戸名町673

“Malt mizuame (millet jelly)” is a traditional food that has long been produced in the Minamiaizu region of Fukushima Prefecture. In the present study, we investigated the characteristics of the method used in this region for making malt mizuame and the sweet components. Following are our findings:

In the Minamiaizu region, the unique customs of ameyobi or ameyobare are associated with malt mizuame; these customs were thought to have developed due to the mild sweetness and functionality of mizuame.

During the saccharification process in the making of malt mizuame, steps are taken to maximize the saccharifiability of malt to starch. We identify these processes as an important way to reduce the amount of time required for saccharification.

緒 言

「水あめ」は古くから日本各地で利用されている。わが国の「水あめ」利用についての記載は、8世紀初頭の『日本書記』が初めてとされている^{1), 2)}。当時、「水あめ」は天皇や貴族の間で使われており9～10世紀になって庶民にも広まったという²⁾。なお、「水あめ」は甘味料や調味料に留まらず、苦い薬を飲みやすくするための緩和剤や薬用・滋養強壮剤としても活用されてきた。

福島県の南会津地域では、現在でも高齢者の所帯を中心に「水あめ」を製造する家庭が多い。この地域では、伝統的に「水あめ」を調理に使うのではなく、煮つめる前の液体状のものの甘味を楽しむ（なめたり、飲んだりする）ために使っている。「水あめ」が出来上がると親戚や近所の人を呼び「水あめ」を飲み楽しむという、「あめよび」「あめよばれ」の風習が現存している^{3), 4)}。

なお、飲用に供しない「水あめ」は、煮つめて長期間保存される。こうした保存用「水あめ」は、体力が消耗する暑い時期の滋養にしたり、胃腸薬の代わりにしたり

している。また、「水あめ」は母乳の出を良くするとも言われ、「身体に良いもの」⁴⁾として今に伝えられている。

本地域で製造されている「水あめ」は、水、もち米および麦芽を材料とする「麦芽水あめ」である。これら3つの材料を利用し、手間と時間をかけて製造される「麦芽水あめ」が、何故、この地域では、今でも作り続けられているのかに興味が持たれた。

本研究では、先ず、南会津地域に伝わる「麦芽水あめ」について製造方法を中心に実態調査を行い、実際の製造方法等を検証した。次に「麦芽水あめ」製造時の糖化材料として利用されている「麦芽」のアミラーゼ活性を測定し、同地域で栽培、収穫される「玄米」および「そば」の発芽種子のアミラーゼ活性と比較することにより、麦芽が重宝される根拠を得ることにした。さらにマルトースをはじめとする「麦芽水あめ」の各種甘味成分の特徴に基づき「身体に良いもの」とされる理由を明らかにしようと考えた。

一方、米から作られる甘味飲料として、「甘酒」がよく知られている。南会津地域では、「麦芽水あめ」のみ

ならず「甘酒」も古くから製造されている。「麦芽水あめ」と「甘酒」はどちらも原料が米であるが、糖化には、前者は麦芽を使用するのに対し、後者は麹菌による。よって、各種甘味成分の存在状態が両者で異なると考えられる。このような観点から、「甘酒」の甘味成分を分析して「麦芽水あめ」の場合と比較した。

さらに、異なる条件で糖化させた際の「麦芽水あめ」の各種甘味成分の生成量を比較することにより、甘味成分の生成パターンの特徴を把握し、伝統的な製造方法の妥当性や改善策などを検討することにした。

以上、「麦芽水あめ」の材料および製造方法の実態調査ならびに甘味成分分析を行うことにより、南会津地域で「麦芽水あめ」が作り続けられてきている要因を探ることにした。

調査ならびに実験方法

1. 「水あめ」製造方法の調査

平成21年4月から11月にかけて、福島県南会津地域内の南会津町南郷地区および只見町で「水あめ」を製造し、かつ食している家庭（2件）および地域住民（推定20～70代まで8名）への聞き取り調査を行なった。その他、只見町史等^{3),4)}を検索した。

2. 実験試料および試薬

1) 実験試料

種子は、大麦（シュンライ、平成21年あいづ農業共同組合門田営農センターより購入）、玄米（コシヒカリ、平成21年新潟県農家より提供）、そば（信濃1号、平成21年あいづ農業共同組合門田営農センターより購入）を使用した。

「水あめ」および「甘酒」の甘味成分分析では、市販品「水あめ」6種類すなわち「水あめ」（有限会社五郎兵衛鮎本舗製）、「たぐり飴」（ヤマサ商店製）、「水飴（粟飴）」（株式会社高橋孫左衛門商店製）、「麦芽糖水あめ」（ソントン食品工業株式会社製）、「水あめ KANPY」（加藤産業株式会社 KPK 製）、「水あめ」（株式会社スドージャム製）および自家製品2種類すなわち「麦芽水あめ」（南郷地区）、「麦芽水あめ」（著者作成）を、また、市販品「甘酒」2種類すなわち「甘酒」（マルクラ食品有限会社製）、「あま酒」（株式会社宝来屋本店製）を用意した。

2) 実験試薬

甘味成分の分析では、グルコース、スクロース、ガラクトース、マルトース（いずれもキシダ化学株式会社製、特級）、フルクトース（東京化成工業株式会社製）、イソマルトース、マルトテトラオース、パノース、マルトペンタオース（株式会社林原生物化学研究所製）、マルトリオース（ナカライテスク株式会社製）を標準糖液用として用いた。

酵素抽出用の0.5%塩化ナトリウムを含む10mM 酢酸緩衝液（pH5.0）は、酢酸ナトリウム、酢酸、塩化ナトリウム（いずれもキシダ化学工業株式会社製、特級）を

用いて調製した。

糖化試料用のでん粉は、可溶性でん粉（ナカライテスク株式会社製アミラーゼ定量用）を使用した。

3. 発芽種子の α -アミラーゼ活性測定

各種子を恒温室内（約15℃）で半日程度蒸留水に浸漬後、ザルに移して水気を取った。これらの種子を、湿らせたキムワイプを敷いたバット内に移し、恒温室内（20～25℃）で発芽させた。その際、乾燥を防ぐためにバット上部をラップで覆い、午前9時および午後4時の1日2回、霧吹きにより水分を与えた。2日目頃より発芽が始まった。

麦芽はビールの主要原料として利用されており、ビール製造時に使用される麦芽は、種子粒の長さの2/3～3/4長のものが望ましいという。その理由は、でん粉の糖化が、該当する麦芽で大きく高まっていることにある⁵⁾。なお、この麦芽は芽の長さが1cm程度と見込まれる。南会津地域で使用する麦芽の芽の長さは3cm程度であり、使用時に根を取り除いていた。これらの事前調査に基づいて、麦芽から根を取り除き、芽の長さが1cmおよび3cmの麦芽を用意した。加えて、1日浸漬のもの、発芽直後の麦芽、芽の長さが5cm、10cmの麦芽を用意した。

発芽玄米は、1cm程度に生長後はカビの繁殖が見られ、それ以上生長させることが困難であったため、1日浸漬したもの、発芽直後のもの、芽の長さが0.5cmおよび1cmのものを用意した。発芽そばについては、発芽後の形状状態の把握ができなかったため、発芽直後のものおよび芽の長さが3cmのものを用意した。なお、麦芽の部位別 α -アミラーゼ活性を測定する場合は、麦芽を種子、芽、根の部位にそれぞれ分別した。

上記の試料を乳鉢に入れた後、酢酸緩衝液25mlを加え、少量の石英砂とともに低温下ですり潰した。得られた磨砕液を遠心分離（3,000回転/分、5分間）して上澄み液を分取し、抽出液とした。

抽出液の α -アミラーゼ活性は、 α -アミラーゼ測定キット（キッコーマン食品株式会社製）⁶⁾によった。なお、各抽出液の活性測定は、2回以上行った。

4. 甘味成分の分析方法

各種「水あめ」および「甘酒」の甘味成分（各種糖類）は、液体クロマトグラフ（日立 D-2000Elite 形）を用いて分析した。カラムは糖分析用ポリマーカラム CARBOsep CHO-682（東京化成工業株式会社製）、検出器は RI（示差屈折率）を用い、移動相は H₂O、流量は 0.4ml/分、カラム温度は 80℃とした。糖類の同定および各糖類の含量は、クロマトグラムに示されたピークの保持時間（Rt）およびピーク面積を標準糖類のものと比較することにより決定した。なお、甘味成分（各種糖類）は、それぞれ 0.1%濃度になるように蒸留水で希釈し標準糖液とした。また、各種「水あめ」および「甘酒」は 1%濃度に希釈して分析に供した。

5. 糖化方法と糖化産物生成量の測定

麦芽長1 cm および3 cm の麦芽(根を取り除いたもの)を各12個体(約1.45g)採取し、乳鉢ですり潰した。得られた磨砕物に5%でん粉溶液25mLを加えて穏やかに攪拌した後、以下の条件で糖化させた。

糖化温度：炬燵の弱設定温度である40℃および強設定温度の60℃⁷⁾とした。

糖化時間：南会津地域における「麦芽水あめ」製造時に用いられている8時間に加えて、4時間および24時間を設定した。

糖化産物の種類と生成量は、前項4に示した方法により決定した。なお、測定は設定ごとに2回実施した。

結果および考察

1. 南会津地域の「麦芽水あめ」の特徴

南会津地域で製造されている「水あめ」は「麦芽水あめ」であった。「麦芽水あめ」の製造に際しては、蒸したもち米および発芽させた大麦すなわち「麦芽」が使用され、麦芽粉末は「麦もやし」とよばれる。「麦もやし」は、気候状態を勘案したうえで9月中旬に作成される。気候が品質に大きな影響をもたらすので手間がかかることから、「麦もやし」は貴重品扱いされている。

只見町内での「聞き取り」の結果を取りまとめ、「麦もやし」の製造方法および「麦芽水あめ」製造方法として、それらの概要を以下に示した。

「麦もやし」の製造方法

- ① 大麦種子を9月末に畑に蒔き、翌年の6月末ごろ、実り具合を見ながら刈り取る。
- ② 刈り取ったものを干す。
- ③ 気温が少し和らいだ9月中旬ごろ、種子を集めて一昼夜水に浸漬する。
- ④ 浸漬した種子の水気を切り、濡れた布巾の上に重ならないように敷き詰め、上からも濡れた布巾をかける。
- ⑤ 適度に湿らせながら発芽させる。
- ⑥ 根が出た後から発芽が始まり、1週間ほどで芽が3 cm 程度に生長するので取り出す。
- ⑦ 芽が短いものは3 cm 程度に生長するまで放置する。
- ⑧ 取り出した麦芽を天日で乾燥させる。十分乾燥した麦芽からは根が容易に剥がれるので、ふるいにかけて根を取り除く。
- ⑨ 根を除去した麦芽を製粉屋に運び粉状にもらう。
- ⑩ 以上で「麦もやし」が完成する。

「麦芽水あめ」の製造方法

- ① もち米を6時間以上、水に浸漬する。
- ② 浸漬したもち米を1時間ほど蒸す(または炊く)。
- ③ 蒸し上がった(炊き上がった)もち米を別の容器に移し、適度な温度まで冷ます(完全には冷まさない)。

- ④ もち米の約1.5倍量の湯(手が入る程度の温度にしたもの)を③に入れる。
- ⑤ 「麦もやし」(もち米1升に対し1合(50~70 g)の割合)を用意し、布袋に移す。
- ⑥ 布袋に移した「麦もやし」を約40℃の湯に入れて、中身を揉み出す。もち米の1.2~1.4倍の湯量を使い、3回くらいに分けて揉み出しを行う。この時、多少湯を足しても良いので丁寧に揉み出す。揉み出し後の湯は、白濁状態になる。
- ⑦ 白濁した湯を、もち米の入った容器(先の④)に入れた後、炬燵の中に移して8時間程度放置する。この時、「麦もやし」の入った布袋もこの容器に入れておく。
- ⑧ その後、容器を炬燵から取り出し、容器の中身を新たな布袋に入れ、液体を絞り取る。
- ⑨ 絞り汁を鍋に入れ、火にかける。強火にすると灰汁の混ざった泡が生じるので、これを取り除く。絞り汁を火にかけることなく放置すると酸っぱくなるので注意する。
- ⑩ 絞り汁を目的の濃度に達するまで煮つめて、飲用「麦芽水あめ」あるいは保存用「麦芽水あめ」とする。「絞りがす」は、「麦芽水あめ」を食する際に一緒に提供する。

2. 麦芽の α -アミラーゼ活性を指標にした糖化力

「麦芽水あめ」を製造する際のポイントは、もち米に含まれるでん粉を麦芽アミラーゼで加水分解し、甘味成分である麦芽糖を多量に生じさせることにある。「麦芽水あめ」の原料であるもち米のでん粉は、麦芽に含まれる α -アミラーゼ、 β -アミラーゼ、枝切り酵素、 α -グルコシダーゼなどが作用しあって分解(糖化)される(図1)。まず、でん粉の α -1,4結合を α -アミラーゼがランダムに切断してでん粉を可溶性でん粉に変換することにより糖化が始まり、引き続いて β -アミラーゼなど他の酵素が作用してでん粉の低分子化が進行する⁵⁾。この過程において、麦芽のジアスターゼ活性(糖化活性)は α -アミラーゼ活性に対応して高まる⁸⁾ので、 α -アミラーゼ活性を指標にして麦芽の糖化力を調べた(図2)。

図1 発芽種子抽出液によるでん粉の糖化過程および糖化に関与する主な酵素

図2 麦芽のα-アミラーゼ活性

※ α-アミラーゼ 1 U は、基質である N 3-G 5-β-CNP (2-クロロ-4-ニトロフェニル 6⁵-アジド-6⁵-デオキシ-β-マルトペンタオシド) から CNP を 1 分間に 1 μmol 遊離させる力価を示す。なお、N 3-G 5-β-CNP に麦芽抽出液を添加すると、抽出液中の α-アミラーゼがこの基質を G 3-β-CNP および G 2-β-CNP に分解する。これらの分解物は、グルコアミラーゼおよび β-グルコシダーゼを順次添加により CNP に変換される。

麦芽の α-アミラーゼ活性は、麦芽長 3 cm 前後のものが最大となり、それ以上伸びると低下していた。また、α-アミラーゼ活性は、麦芽長 1 cm 前後から急激に高まっていた。したがって、1 cm 程度に生長した麦芽がビール製造時に使われる所以を、本研究結果から確認できた。

先に述べたように、南会津地域では「麦芽水あめ」製造時に、麦芽長 3 cm 程度の麦芽を利用している。したがって、糖化力が最も高い時期の麦芽を使用していることになる。なお、この麦芽から根を取り除いて「麦もやし」とするが、その理由は、根が雑味や不快臭をもたらすことにあり⁵⁾、なかには、根の部位のみならず芽の部位も取り除く家庭があるという³⁾。

そこで、麦芽の α-アミラーゼ活性を部位別に比較した。図 3 に示したように、芽および根いずれの部位においても、α-アミラーゼ活性は極めて低い状態にあった。したがって、α-アミラーゼ活性は麦芽の種子の部位に局在していることが判明した。

引き続いて発芽玄米および発芽そばの α-アミラーゼ活性を調べたところ、いずれの場合も麦芽のような顕著な活性は見られず、発芽後極めて徐々に活性が上昇するだけであった (図 4)。「水あめ」製造に関して、古くは「米もやし」を利用していた時期があった¹⁾が、発芽玄米の α-アミラーゼ活性がこのように極めて低いので、この方法が今に伝えられていないのであろう。

以上より、伝統的な「麦芽水あめ」製造では、①糖化力の優れた食材である大麦を選び、②糖化活性が最大になる頃の麦芽を用い、③雑味や不快臭の発生を防ぐために麦芽から根の部位を除去するという、大変巧妙な手法を導入していることが明らかになった。麦芽を活用するための最適条件が「体験的」に伝えられてきていること

図3 麦芽の部位別α-アミラーゼ活性

図4 発芽玄米および発芽そばのα-アミラーゼ活性

が確認できた。

3. 「麦芽水あめ」の甘味成分

「水あめ」の水分含量は 15%⁹⁾ なので固形分は 85% である。また、「水あめ」のマルトース含量は約 50%¹⁰⁾ とされている。これらから「水あめ」にはマルトース以外の糖質が 35% 程度存在すると推定できる。原料がもち米であっても、もち米固形分の 90% 程度が糖質なので、26.5% 程度がマルトース以外の糖質と見積もることができる。したがって「水あめ」には、マルトース以外にも各種糖類が相当量含まれているものと予測される。

以上の考えに基づき、市販されている「水あめ」に含まれる甘味成分の種類および存在割合を調べた。クロマトグラムの一例を図 5 に示した。マルトースのほか、グルコース、マルトトリオース、マルトテトラオース (またはパノース) およびマルトペンタオースが検出された。次に、これらの甘味成分が各々「水あめ」に如何なる割合で存在しているのかを図 6 にまとめた。どの「水あめ」においてもマルトースの割合が最大であった。ただし、これらの「水あめ」は、マルトースを 50% 前後含むもの (有限会社五郎兵衛飴本舗「水あめ」、ヤマサ商店「たぐり飴」、ソントン食品工業株式会社「麦芽糖水あめ」、株式会社スドージャム「水あめ」) および 25% 程度とやや少なく含むもの (株式会社高橋孫左衛門「水飴 (栗飴)」、加藤産業株式会社 KPK「水あめ KANPY」) に大別できた。前者では、マルトースに次いでマルトトリオース

(12.0%~26.0%)の割合が高くてグルコース(1.5%~3.3%)の割合が低い状態にあった。一方、後者では、マルトースに次いでグルコース(17.2~20.5%)の割合が高く、マルトトリオース(10.1~11.5%)、マルトテトラオース(またはパノース)(4.7~6.4%)、マルトペンタオース(3.2~8.6%)の割合も比較的高く保たれていた。

マルトースはグルコースの前駆体ゆえに、マルトースの割合が小さくなればそれに応じてグルコースの割合が大きくなることは当然としても、各種オリゴ糖の分布状態がマルトースの存在割合の違いで大きく変化していることに興味を持たれる。

次に、南会津地域の自家製「麦芽水あめ」の分析結果を示す(図7)。クロマトグラムより、マルトース、マルトトリオース、グルコースの存在が確認されたが、マルトース以外は小さいピークであった。これらの甘味成分の存在割合については、マルトースの割合が42.8%~46.4%と比較的高いが、マルトトリオース(1.6~2.3%)およびグルコース(0.4~0.6%)の割合は低かった(図8)。なお、マルトース以外の甘味成分の割合は合計で2.2~4.7%であった。先に、もち米から製造した「麦芽水あめ」にはマルトース以外の糖質が26.5%程度存在するであろうことを指摘した。したがって、自家製「麦芽水あめ」には、糖化しきれていない糖質が20%を超えて存在している可能性が高い。なお、市販「水あめ」(図6)においても、同様の糖質が相当量(20%以内)存在するものと予想される。自家製「麦芽水あめ」のクロマトグラムにはRt10分にシャープで大きなピークが出現して

いる(図7)。同様のピークは、市販「水あめ」でも、前者の場合ほど大きくはないが出現している(図5)。このピークが、前述した糖化しきれていない糖質に該当し、しかもデキストリン様物質であることが示唆されており、現在その詳細を解析中である。

4.「麦芽水あめ」の甘味性と効能

「麦芽水あめ」の甘味成分を「甘酒」の場合と比較した。「甘酒」の甘味成分はグルコースおよび少量のイソマルトースであった(図9)。「麦芽水あめ」にはマルトースが多く含まれ、マルトトリオース、グルコース、デキストリン様物質が存在している(図5, 7)のと様相を異にしていた。

甘味度に関して、マルトースはグルコースの1/2程

図5 「水あめ」(五郎兵衛給本舗製)のクロマトグラム
※蒸留水で1%濃度に希釈した「水あめ」(五郎兵衛給本舗製)を5 μ l注入した。

図6 市販「水あめ」における各種甘味成分の存在割合

※クロマトグラフ上でグルコースよりも後に出現する各成分の面積の合計値(総面積)をグルコース量に換算して「その他糖類」量とした。

度あるいはスクロースの1/3程度であり穏やかな甘さを示す¹¹⁾。マルトース以外のオリゴ糖の甘味度は、総じてマルトースよりも低い。したがって、「麦芽水あめ」は、グルコース含量の高い「甘酒」に比べて落ち着いた甘味

を呈する。飲み物として「麦芽水あめ」が供される場合、「甘酒」とのこうした違いが、南会津地域で「麦芽水あめ」を「あめよび」「あめよばれ」という“楽しみ”に取り込み、活用してきた根拠の一つになっているものと推測する。

「麦芽水あめ」には甘味料としてだけでなく、薬剤並びに滋養強壮剤としての効能が知られている。オリゴ糖には多様な機能が備わっていることが知られつつあるが¹²⁾、自家製「麦芽水あめ」ではマルトトリオースおよび関連オリゴ糖の割合は高くなく、代わって20%を超える量のデキストリン様物質の存在が示唆された。したがって、このデキストリン様物質が効能をもたらしている可能性が高く、今後究明していく必要がある。

5. 麦芽の糖化条件設定と甘味成分生成量の検討

「麦芽水あめ」製造時には、麦芽のもつ糖化力を最大限に引き出すことが肝要である。

そこで、麦芽長1 cm および3 cm の麦芽を用い、40℃ または60℃のもと、でん粉を4, 8, 24時間糖化させた際の甘味成分生成量を測定した。その結果を図10に示し

図7 自家製「麦芽水あめ」(南郷地区)のクロマトグラム
※蒸留水で1%濃度に希釈した自家製「麦芽水あめ」(南郷地区)を5 μ l注入した。

図8 自家製「麦芽水あめ」における各種甘味成分の存在割合

※クロマトグラフ上でグルコースよりも後に出現する各成分の面積の合計値(総面積)をグルコース量に換算して「その他糖類」量とした。

図9 甘酒のクロマトグラム

①：マルクラ食品有限会社

②：株式会社宝来屋本店

※蒸留水で1%濃度に希釈した各甘酒を10 μ l注入した。

た。麦芽長および糖化温度の違いにかかわらず、4時間糖化させることによりマルトースが顕著に生成されていた。なお、麦芽長1cmのものでは糖化温度を40℃から60℃に変えるとマルトース含量が増加傾向にあり(図10右上)、麦芽長3cmのものでは、糖化温度40℃の場合、糖化時間が長くなるとマルトース含量が減少しグルコース含量が増加傾向にあった(図10左下)。

南会津地域では、「麦芽水あめ」製造時の糖化温度と時間を、「炬燵の中に入れ8時間置く」と表現して今に伝えている。炬燵の温度設定を弱にすると炬燵は40℃付近になり、強の場合は60℃付近を示す⁷⁾。なお、植物性アミラーゼの至適温度は50~60℃¹³⁾とされているものの、発芽ライ小麦では40~50℃である¹⁴⁾。したがって、「40℃のもと4時間で糖化が十分進む」という今回の結果には妥当性があり、「麦芽水あめ」の製造時間を短縮できる可能性が示唆された。

要 約

本研究では、福島県南会津地域に伝わる「麦芽水あめ」の製造方法ならびに甘味成分の特徴を調査した。得られた結果は、以下のとおりである。

南会津地域には「あめよび」「あめよばれ」と呼ばれる、「麦芽水あめ」を取り入れた地域特有の風習があり、この風習の誕生には「水あめ」のもたらす穏やかな甘味ならびに特異な効能が関与しているものと推察された。

「麦芽水あめ」製造時の糖化過程では、麦芽の糖化力を最大限に引き出す工夫がなされていた。その一方で、糖化時間については従来よりも短縮できる可能性の高いことが明らかになった。

謝 辞

「麦芽水あめ」製造方法等の調査にご協力いただきました南会津町南郷地区および只見町住民の皆様方に心より感謝いたします。

参考文献

- 1) 牛嶋英俊：飴と飴売りの文化史，弦書房，福岡，p.22，p.25 (2009)
- 2) 吉積智司，伊藤汎，国分哲郎：甘味の系譜とその科学，光琳，東京，p.24，p.25 (1987)
- 3) 野沢謙治：要旨集食文化助成研究の報告11，奥会津地方における水アメに関する民俗学的研究，(財)味の素食の文化センター，81-88 (2001)

図10 異なる条件ででん粉を糖化させた際の甘味成分生成量の比較

tr : 0.01 × 10⁻³ μg/g 以下

- 4) 只見町史編さん委員会：只見町史第3巻民族編，p.225, p.467-468, p.544 (1993)
- 5) 東和男：醱酵と醸造Ⅱ酒類の生産ラインと分析の手引き，光琳，東京，p.238, p.244, p.256 (2003)
- 6) キッコーマン食品株式会社：醸造分析キット「 α -アミラーゼ測定キット」取り扱い説明書 (2009)
- 7) 株式会社良品計画：ご利用ガイド・無印良品ネットストア，ご利用ガイド，http://www.muji.net/mt/faq/cmdty_faq/electronic/season/kotatsu/005150.html
- 8) 栃木農業試験場栃木分場：麦芽 α -アミラーゼの品種間差異及びその麦芽品質との関係，(独)農業・食品産業技術総合研究機構作物研究所，平成17年度成果情報冬作物部会，<http://nics.naro.affrc.go.jp/seika/h17/d17015.html>，2011.4.24検索
- 9) 香川芳子監修：五訂増補食品成分表2011，女子栄養大学出版部，東京 (2010)
- 10) 加除式食品加工総覧：第7巻加工品編，(社)農山漁村文化協会，東京，p.375 (2000)
- 11) 一島英治：酵素ライフサイエンスとバイオテクノロジーの基礎，東海大学出版会，東京，p.137 (1984)
- 12) 青木正編著：新食品学総論・各論，朝倉書店，東京，p.146 (2008)
- 13) 遠藤克己：栄養の生化学1-2-3，江南堂，東京，p.72 (2002)
- 14) 谷口(山田)亜樹子：ライ小麦の発芽種子アミラーゼの性状解析ならびに発芽ライ小麦味噌の開発，鎌倉女子大学学術研究報，10，87-91 (2010)