

研究報告 『延喜式』に見える古代の酢の製法

The production of ancient vinegar in “Engisiki”

小嶋 莉乃 小牧 佳代 峰村貴央 五百藏良 三舟隆之

Rino KOJIMA, Kayo KOMAKI, Takao MINEMURA, Ryo IOROI, Takayuki MIFUNE

〈研究報告〉

『延喜式』に見える古代の酢の製法

The production of ancient vinegar in “Engisiki”

小嶋 莉乃 小牧 佳代 峰村貴央 五百藏良 三舟隆之

東京医療保健大学 医療保健学部 医療栄養学科

Rino KOJIMA, Kayo KOMAKI, Takao MINEMURA, Ryo IOROI, Takayuki MIFUNE

Division of Medical Nutrition, Faculty of Healthcare, Tokyo Healthcare University

要 旨：『倭名類聚抄』巻十六によれば、酢は「苦酒」とあり「ス」と読み、酸味があり俗に「加良佐介」と呼ばれていた。『養老令』職員令造酒司条には、「造酒司一人、〈掌、釀酒醴酢事〉」とあり、酢は酒と共に造酒司で製造され、『延喜式』造酒司造雑給酒及酢法条によれば、「酢一石料。米六斗九升、麴四斗一升、水一石二斗。（中略）。酢起六月、各始、釀造。経旬為醴、並限四度」とあって、陰暦六月に仕込んで10日ごとに4回に分けて釀造し、発酵期間が40日間であることが知られる。また酢は、『厨事類記』などには四種器として塩・醬・酒などとともに調味料としても用いられており、日々の給食や儀式の際では必ず支給される調味料でもあり、さらには酢漬けなどの保存料にもなる貴重な食品であった。

しかし『延喜式』にはその製法が記されているものの、実際にそれによって復元されたものはないので、今回実際にその復元実験を試みた。

キーワード：古代、『延喜式』、酢、発酵

Keywords：ancient, “Engisiki”, vinegar, fermentation

I. はじめに

平城宮跡出土木簡や『延喜式』などの文献史料から、平城宮などでは当時酢が造酒司で製造されていることが明らかとなっている。しかし、『延喜式』には酢の製造に必要な材料と分量しか記載されておらず、製造方法までは不明である。そこで、『延喜式』を基に復元実験を行い、古代における酢の製造方法を検証する。

II. 古代の酢の作り方

1) 日本

日本の酢は米酢で、米から醸造した酒が変質したものが「酢」とであるとされた。『倭名類聚抄』巻十六によれば酢は、

本草云酢酒味酸温無毒〈酢音倉故反字亦作醋、和名須酸音索官反〉陶隱居曰俗呼為苦酒〈今案鄙語酢為加良佐介此類也〉

とあって¹⁾、酢は酸味があり「ス」と読み俗に「加良佐介」と呼ばれていたことが判明する。

『養老令』職員令造酒司条には、「造酒司一人、〈掌、釀酒醴酢事〉」とあり²⁾、古代の酢は酒・醴（あまざけ）と共に造酒司で製造されていた。これらの酢は、「造酢料六十斛。右以庸米受民部省」とあって³⁾、酢の原料となる米は民部省の庸米が用いられていたことが知られる。

平城宮における造酒司は、1964年の発掘調査などによってその遺構が明らかになりつつある。発掘調査の結果、造酒司は内裏東方にあり、南北約125メートル・東西約110メートルの区画を築地塀で囲まれており、南北門や掘立柱建物・井戸跡などが発見されてい

る。掘立柱建物の内部には甕の据え付け穴がならび、醸造・保管に係わる施設であり、また井戸跡は六角形の周囲を石敷きでめぐらせる巨大な井戸である。この他、区画内には堅穴が掘られており、種麴の保存施設の可能性がある。遺構からは酒造に関する木簡のほか、酢に関する木簡も出土しており、「中酢」・「臭酢鼠入在／臭臭臭臭臭」などと書かれた木簡も見つかっており、前者は酢の等級を示すものであると思われ、後者は酢の中に鼠が入り腐敗している様子を示している。その他須恵器の底部外面に「酢」と書かれた墨書土器も出土しており、あるいはこれらの墨書土器は甕の蓋に使用された可能性もあろう。

天平十一年の「伊豆国正税帳」には、
合酒式拾捌斛柒斗壹升壹合
雑用參斛玖斗壹升陸合〈三斗七升、織錦、并神明膏万病膏等酢分〉
とあり⁴⁾、古くなった酒を酢として計上している。奈良時代の酢の製法としては、神護景雲四年の「奉写一切経所告朔解」には、

酢壹貳式斛捌斗肆升伍合
二斗八升〈七月三日請〉
二斛伍斗六升五合〈以同月十二日請貳納米二斛八斗五升〉
得汁〈斛別九斗〉

とあって⁵⁾、米二石八斗五升から酢二石五斗六升を製造しており、米一斛で酢九斗を製造している。

この酢の残り滓が「酢滓（糟）」で、神護景雲四年の「奉写一切経所解案」には、

酢糟七斗
七月中請〈二斗三日、五斗十二日〉
用盡
三斗漬茄子一十三斛四斗六升料
二斗自進五百十六人仕丁四百九人并九百二十五人料〈人別二夕〉
二斗依臈不用

とあって⁶⁾、酢糟が漬物や調味料として支給されているほか、腐敗して使用できないものも記されている。このような酢糟では「酢四斛一斗二升〈交糟〉」のように、酢の糟が混じった酢もあり品質では良くない一方、「吉酢」とあるような上等な酢も存在する。

酢は調味料や漬物に用いるなど食用では必需品であり、市でも醸造販売されていた。天平宝字七年の「奉写経所解」では「五百卅文酢二斗直〈升別廿七文、市〉」とあり⁷⁾、酢の価格は大体酢一升に対し米三升に相当し、醬と同じ価格である。

平安時代の酢では、『延喜式』造酒司「造_レ雑給酒及酢_レ法」条によれば、

「酢一石料。米六斗九升、麴四斗一升、水一石二斗」（中略）酢起_二六月_一、各始、醸造。経_レ旬為_レ醞、並限_二四度_一」

とあって⁸⁾、陰暦六月に仕込んで10日ごとに4回に分けて醸造し、発酵期間が40日間であることが知られる。

このように酢は酒と共に醸造され、造酒司のような官司で製造されていたが、調味料や漬料としても必需品であったので、貴族や豪族の家でも製造されていた。『うつほ物語』吹上上では、紀伊国牟婁郡の大豪族である神南備種松の屋敷の様子が描かれているが、そこでは「これは酒殿。十石入るばかりの瓮二十ばかり据えて、酒造りたり。酢、醬、漬物、みな同じごとしたり。贅どもなどもあり」とあって⁹⁾、酒殿で酒・醬など共に製造されていることが知られる。

酢は調味料として必需品であり、『万葉集』巻十六—3829には「酢、醬、蒜、鯛、水葱を詠む歌」として、「醬酢に蒜搗き合てて鯛願ふ我れにな見せそ水葱の羹」とあって¹⁰⁾、鯛の刺身に酢を調味料として用いていたことが知られる。平安時代の大饗料理でも、醬・塩・酒・酢が「四種器」として手元の調味料として用いられており、酢は調味料としては不可欠なものであった。それゆえ奈良時代でも官人の給与としても支給されており、「正倉院文書」には写経生に対しその支給される給食の品目・量を決めたものとして「食法」が見られるが¹¹⁾、それを挙げると、

一、経師並装潢一日料〈除装潢大小豆・麦・糯米・生菜直錢〉

米二升、海藻一両、滑海藻二分、末滑海藻一合〈滑海藻相繼〉、醬・未醬各一合、酢五勺、塩六勺〈已上六種長充〉、大豆一合、小豆二合〈已上二種長充〉、布乃利一両、心太・伊岐須各二分〈已上三種相繼〉、漬菜二合、生菜直錢二文〈与漬菜相繼〉、小麦五合、糯米四合〈与小麦相繼、月中給六度已上九種、隨在不必充〉。

一、史生・雑使・膳部一日料

米一升二合、海藻一両、滑海藻二分、とあり、この内酢が醬・未醬・塩など共に調味料として支給されていたことが知られる。また『延喜式』大膳上新嘗祭条では、

輿籠二脚 置簀二枚〈並供神料〉

小斎給食総三百卅四人〈五位已上廿人。六位已下二百五十五人／命婦十人。女孺・采女卅四人。御巫五人〉。五位已上一人。醬・酢・塩各一合。東鯨七両・堅魚一両烏賊十二両。熬海鼠・腊各五両。鮪八両・海藻十二両。清蒜房・蒜英各二合。漬菜一合。韭搗二合。六位已下一人。醬五勺。塩五

勺。東鰯七両。熬海鼠・腊各五両。海藻四両。鮓六両。菰搗五勺。漬菜一合。

右依前件。其男辰日旦。女卯日夕。辰日旦給之。

とあって¹²⁾、神祇祭祀の際の神饌としても必需品であることが知られる。

このように酢は一般に調味料として利用されてきたことが明らかであるが、一方酢漬けにも欠かせない保存料でもあった。「正倉院文書」には「酢漬冬瓜」などの漬物が見え¹³⁾、野菜を酢漬けにして保存していた可能性がある。また平城宮跡出土木簡に「酢鰯」・「酢年魚」などの加工品が見えるが、一般にこの「酢」は「鮓（鮓）」と理解されて発酵食品と考えられているが、「酢漬け」の可能性もある。

以上のように、古代の酢は酒と共に造酒司などで製造され、調味料や保存料として古代の食生活に不可欠なものであったことが知られる。

2) 中国『齊民要術』

『齊民要術』は、六世紀山東省の一地域の農務官である賈思勰が書いた中国最古の農書である。酢の製法は、『齊民要術』の第七章に記載されている。「酢」という漢字は古くから用いられていたが、中国では主に「醋」という漢字が用いられている。また、「苦酒」という異名も持ち、このことから酒が酸敗したものが酢として扱われていたことが分かる。実際に、『齊民要術』に記載されている20例以上の製法のうち、8例は「苦酒」を見出しに用いている。

『齊民要術』での酢の製法は、『延喜式』と同様に飯、水、麴を用いて造っている例がほとんどである。『延喜式』では米、米麴、水が用いられているが、『齊民要術』では米の代わりにアワ飯、米麴の代わりにムギ麴を用いたものが特に多い。例えば「大酢」はムギ麴一斗、水三斗、アワ飯三斗を甕に仕込み、甕の口を綿で覆って造られる。七日目の朝に「初汲みの水」を一椀加え、二十一日目に再び加えると酢ができるとされている。甕の上には刀を横たえておき、酢酸によって緑青が発生することで、酢の出来具合を判断していた¹⁴⁾。

Ⅲ. 酢の復元実験

酢は醸造酢と合成酢に分類され、醸造酢は原料を酢酸菌で酢酸発酵させたものである。合成酢は醸造酢にコハク酸やグルコン酸、クエン酸、糖、食塩、アミノ酸類、香料などを混和させて造った酢で、醸造酢の使用割合が60%以上と決められている。醸造酢には穀物酢、果実酢、醸造酢がある。穀物酢は、醸造酢の

うち、米、大麦、小麦、酒かす、コーンなど1種または2種以上の穀類を使用したもので、米の使用量が穀物酢1Lについて40g以上のものを米酢と言い、その他に、米黒酢、大麦黒酢がある。果実酢は果実を原料とした酢であり、リンゴ酢やブドウ酢などがある。穀物、果実を原料としない酢は醸造酢に分類される。

黒酢はJAS規格では米黒酢として分類され、米の使用量が1Lにつき180g以上であって、発酵及び熟成によって褐色または黒褐色に着色したものである。鹿児島県福山町周辺で造られる酢を、特に「壺酢」という。壺酢は、中国から伝来した原始的な製造法である。蒸米と麴と水を壺に入れ、日当たりのよい庭に並べて放置しておく3か月くらいで食酢になり、さらに数か月熟成させる。仕込み当日か翌日に振り麴と称して、乾燥麴を液面に浮かせておくように加える。この振り麴が雑菌の侵入を抑えて壺酢特有の香味を醸すのに役立ち、さらに麴菌糸が繁殖し熱い蓋を形成する。糖化とアルコール発酵が進むとこの麴の蓋は内側から沈み、酢酸菌の菌膜が一面に張り、酢酸発酵が進む。この造り方は、『本朝食鑑』に出てくる酢の造り方に似ている。

『本朝食鑑』には、梗の早場米を粉がついたまま蒸し、それを搗いてから篩にかけ、その米を飯に炊き、麴・水とともに壺に仕込み、1年ほど長期にわたって仕上げる、と記されている。『本朝食鑑』の酢も鹿児島県の黒酢も、仕込んだ壺の中で糖化作用とアルコール発酵、酢酸発酵が同時に並行して行われている。黒酢は玄米そのものを原料にするため、米の表面に多いタンパク質が麴菌のタンパク質分解酵素で分解されてアミノ酸になり、そのアミノ酸が米のデンプンから由来してきたブドウ糖と結合して、黒色のメラニン系の色素ができて黒くなる。

以上が現代に続く酢の製法であるが、古代では酢の存在やその原料は明らかであるにもかかわらず、製法については不明である。そこで次に『延喜式』に見える酢の原料から、どのような酢がどのように出来るかを検討してみたい。

1) 目的

『延喜式』に記載されている材料と分量で復元実験を行い、酢の製造方法を検証する。『延喜式』では「酢一石料。米六斗九升、麴四斗一升、水一石二斗」とあり、これが酢の材料と分量にあたる。酢の分量換算については、酢一石料は100升で、酢一升は約0.8Lであるため、80Lに換算した。米六斗九升は69升で、米一升は約4.5合で、米一合は約150gであるため、46.6kgに換算した。麴四斗一升の麴とは米麴のことで、麴四斗一升は41升で、米麴の一升は約4.5合で米麴一

合は約123gであるため、22.6kgに換算した。水一石二斗は120升で、水一升は0.8Lであるため、96Lに換算した。酢80Lを造るには米49.6kg、米麴22.6kg、水96Lが必要ということになる。

本実験では、『延喜式』や壺酢の製法を参考に酢を1L造るとし、米620g、米麴283g、水1.2Lを用意して復元実験を行った。

2) 方法

a) 材料

復元実験に使用した材料は、精白米（こしひかり 茨城県産）、酒米（山田錦兵庫県産 単一原料米）、みやこ麴（株式会社 伊勢惣）、蒸留水、ドライイースト（日清製粉）、活性原酒（雪っこ 酔仙酒造株式会社）を用いた。

b) 実験器具・用具

復元実験に使用した実験器具は、ボール、ストレーナー、計量カップ、計量スプーン、ホテルパン、温度計、ビニール手袋、キムワイプ、さらし、甕、ガラス瓶、pH試験紙（アドバンテック東洋UNIV 1-¹¹⁾）を用いた。

c) 実験機器

復元実験に使用した実験機器は、電子上皿天秤（SHIMADZU. UX620H）、スチームコンベクションオーブン（FUJIMAK コンビオーブン FCCM⁶⁾、冷凍機付インキュベーター（Panasonic MIR-254-PJ）、糖度計（アタゴ PAL-Patisier）を用いた。

d) 実験工程

- ① 精白米620gをさらしで包んで洗った後、5分間水を切った。
- ② 精白米を蒸留水で2時間浸漬し、5分間水を

切った。

- ③ 100℃に設定したスチームコンベクションオーブンで精白米を40分間蒸した。
- ④ 蒸した米を38℃程度まで冷ました。
- ⑤ 米麴、蒸し米、蒸留水、振り麴の順で甕に入れ、さらしで蓋をした。

実験場所：東京医療保健大学世田谷キャンパス 調理学実験室（A106）

※実験5・6はアルコールの発酵を促すため、できるだけ毎日かき混ぜた。

e) 実験条件

実験1：平成29年4月28日：『延喜式』の材料、分量で作成（米620g、米麴283g、水1.2L）し、以降「個体A」と記す。

実験2：平成29年6月22日：実験1が発酵の結果、液が外にこぼれたため、再度作成した。以降「個体B」と記す。

実験3：平成29年7月13日：ドライイースト14.3g添加、インキュベーター内で温度管理（ドライイーストの発酵を促進するため温度を28℃に設定）、内部の様子を見るため、容器を甕からガラス瓶に変更し、以降ドライイースト添加のものを「個体C」、添加のないものを「個体D」と記す。

実験4：平成29年8月3日：材料の配分を変更（振り麴100gを80gに変更）し、以降ドライイースト添加のものを「個体E」、添加のないものを「個体F」と記す。

実験5：平成29年10月13日：実験工程の変更（3段仕込み）し、『農家が教える 続・発行食の知恵』のP.87を参照し、実験を行った。また、実験3・

表1 実験5の3段仕込みの材料配分

参考 配合 ※	材料	もと仕込み	1回（15日目）	2回（17日目）	3回目（18日目）	総量
	蒸米（g）	1400	2800	5600	11200	21000
	米麴（g）	1000	1200	1700	4000	7900
	水（mL）	2400	4000	8800	20600	35800
	ドライイースト（g）	2.5	2.5	2.5	2.5	10
比率 （％）	蒸米	7	13	27	53	100
	米麴	13	15	22	51	100
	水	7	11	25	58	100
『延喜式』 配合	材料	もと仕込み	1回（15日目）	2回（17日目）	3回（18日目）	総量
	蒸米（g）	56.4	104.8	217.6	427.2	806.0
	米麴（g）	35.8	43.0	60.9	143.3	283.0
	水（mL）	80.4	134.1	295.0	690.5	1200.0

※『農家が教える 続・発行食の知恵』の材料配分から比率を割り出し、その比率を『延喜式』の材料に当てはめた。
上記の表の分量を加えていき、できるだけ毎日かき混ぜた。

個体Dと同条件のものを再度準備し、比較対象とした。以降、3段仕込みのものを「個体G」、比較対象のものを「個体G'」と記す。

実験6:平成29年12月4日:精白米ではなく酒米を使用して、活性原酒(180ml)を添加し、以降、活性原酒投入のものを「個体H」、投入のないものを「個体I」と記す。

※実験2以降、記載がない材料は、実験1と同量である。

f) アルコール濃度測定

実験日:平成29年12月15日

実験場所:東京医療保健大学世田谷キャンパス 官能検査室にて行った。

実験器具:Q.E.D. A150アルコール検査キット(株式会社ベックス)、メスシリンダー、スポイト、キムワイプ、さらし、漏斗、ピペット、チップを用いた。

試料:実験5・個体G・個体G'、実験6・個体H・個体Iの計4種について調べた。

測定方法:

- ① 試料を1mlピペットで取り、蒸留水で100倍希釈した。
- ② 希釈した試料を綿棒に吸い込ませ、Q.E.D.検査器でアルコール濃度を測定した。
- ③ Q.E.D.検査器のQAスポットがピンク色から紫色に変化し、鮮明になった所を数値として読み取った。

本実験では、アルコール濃度の測定以外に、温度・pH・糖度についても測定した。温度は、容器の中心部に温度計を差し込み測定した。pHは、pH試験紙に試料溶液を浸出させて測定した。糖度は、糖度計に試料溶液を加え測定した。実験1～4のアルコール濃度はメスシリンダーに試料溶液を加えアルコール比重計を用いて測定した。実験5および実験6のアルコール濃度測定は、Q.E.D. A150アルコール検査キットを用いて測定した。

3) 結果

a) 実験1

『延喜式』に基づいた材料配分で作製した実験1個体Aについて、約2か月後に測定した結果、温度は28℃、pHは4、糖度は11.6%、アルコール濃度は0%であった。アルコール濃度が検出されないまま腐敗してしまったため、復元は失敗に終わった。

b) 実験2

酢酸菌を添加した実験2個体Bについて、約2か月後に測定した結果、温度は24℃、pHは4、糖度は12.6%、アルコール濃度は0%であった。実験2は

実験1と同様に、アルコール濃度が検出されないまま腐敗してしまったため、復元は失敗に終わった。



図-1. ①固体B甕(仕込み)



②固体B甕(2ヶ月:腐敗状況)

c) 実験3

実験開始約2週間後に測定を行ったドライイーストを添加した個体Cは、温度は28℃、pHは5、糖度は21.9%、アルコール濃度は0%であった。ドライイーストを添加しなかった個体Dの温度は28℃、pHは4、糖度は13.3%、アルコール濃度は1.8%であった。個体Dではアルコール濃度1.8%を検出した

が、1か月後の測定ではアルコール濃度0%となった。実験3もアルコール濃度が検出されないまま腐敗してしまったため、復元は失敗に終わった。



図－2. インキュベーター内における試料（個体A・B・C）

d) 実験4

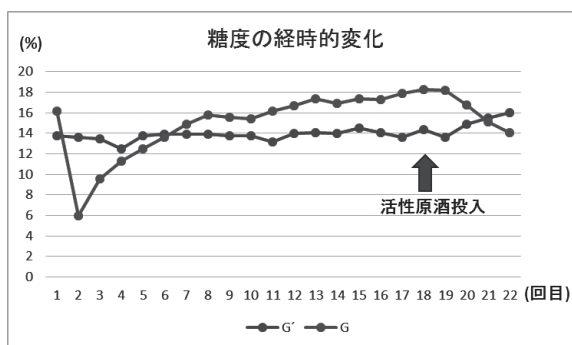
ドライイーストを添加し、振り麴を少なくした個体Eについて、実験開始約1か月後に行った結果、温度は28℃、pHは5、糖度は23.2%、アルコール濃度は0%であった。ドライイーストを添加せず、振り麴を少なくした個体Fの温度は27℃、pHは4、糖度は16.9%、アルコール濃度は0%であった。実験4もアルコール濃度が検出されないまま腐敗してしまったため、復元は失敗に終わった。



図－3. 固体E麴（1ヶ月：腐敗状況）

e) 実験5

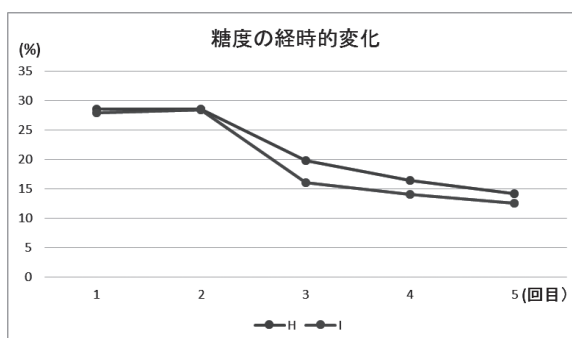
実験5及び実験6では糖度測定を継続的にを行い、糖度の変化を追ったところ、個体G'の糖度は13～14%であったが、活性原酒の投入後、徐々に上昇し16.0%を示した。個体Gの糖度は徐々に上昇し17.4%まで達したが、活性原酒を投入後、徐々に低下し14.1%を示した。



図－4. 個体Gと個体G'の糖度の経時的変化

f) 実験6

実験6の個体HとIはともに、糖度が約28%まで上昇した後、徐々に両者とも低下した。活性原酒を投入した個体Iの糖度は、個体Hの糖度14.2%よりもやや低く12.5%まで低下した。



図－5. 個体Hと固体Iの糖度の経時的変化

g) 実験5・6におけるアルコール濃度の測定

本測定では、実験5および実験6の溶液を100倍希釈したものをアルコール濃度測定し、原液のアルコール濃度に換算した。アルコール分はすべての個体（G・G・H・I）から検出されたが、原料が精白米である実験5よりも、原料が酒米である実験6の方がアルコール濃度は高かった。

表-2. アルコール濃度の定量

試料	アルコール濃度 (%)			
	実験5		実験6	
	G'	G	H	I
	5.9	8.1	10.8	10.1

実験5の個体G'と個体Gを比較すると、ドライイーストを添加した個体Gの方が8.1%と高かった。実験6の個体Hと個体Iを比較すると、活性原酒を投入していない個体Hの方が、個体Iよりも0.7%高く、10.8%だった。

4) 考察

復元実験の結果から、活性原酒を投入したことで糖濃度は個体Gは18.3%から14.1%へ、個体Hは28.6%から14.2%へ、個体Iは28.0%から12.5%へ低下した。最終的には個体Gから8.1%、個体Hから10.8%、個体Iから10.1%のアルコールが検出された。このことから、活性原酒に含まれる酵母が糖を消費してアルコールを生成したことが分かる。本実験では活性原酒中の酵母を利用したが、古代では活性原酒に代わる酵母を使用していたと考えられる。

実験1～5では、アルコール発酵するのに十分な糖を生成することができたが、アルコールは検出されなかった。このことから古代の酢には、『延喜式』の材料だけでなく、その他に独自の酵母などが添加されていたと思われる。古代の酢は造酒司で製造されていることから、酒の酵母が混入した可能性が考えられる。また、『延喜式』に記載のある酢が、福山酢の製造方法に近いとするならば、甕に住み着いている酵母を利用し、酢を製造していたと推測することもできる。

また、『延喜式』の「酢起_二六月_一、各始、醸造、経_レ旬_ヲ為_レ醢、並限_二四度_一」という記載から、『延喜式』では10日毎に「醸す」とあるので、実験5のような三段仕込みで製造していた可能性も考えられる。復元実験では他の個体に比べ、糖度の上昇が安定しており、活性原酒投入前ではアルコール発酵するのに十分な糖が生成されていた。前述したように、ここに独自の酵母があればアルコール発酵し、酢を製造することも可能だと考えられる。

IV. 酢の追加実験

実験日：平成30年6月27日（水）

実験場所：東京医療保健大学世田谷キャンパス 調理学実験室（A106）

1) 目的

前年の実験では、アルコール発酵には成功したものの酢酸発酵が認められなかったため、再度実験を試みた。

2) 方法

a) 分量；（米620g、米麴283g、水1.2L）

実験1（個体A①②）は、『延喜式』の材料・分量（米620g、米麴283g、水1.2L）で同様に作成した。

実験2（個体B①②）は酒米620gであるが、米麴283gの内、振り麴を100gとした。

実験3（個体C①②）も米620gであるが、米麴283gの内、振り麴を100gとし、さらにドライイースト（ワイン酵母）15gを添加し、水1.2Lを撪拌した後に振り麴を行った。また、インキュベーター内で温度28℃に設定し管理した。

b) 材料

精白米（こしひかり茨城県産）、酒米（山田錦兵庫県産 単一原料米）、みやこ麴（伊勢惣）、蒸留水、ドライイースト（白ワイン用酵母：原産国英国）を用いた。

c) 実験用具・器具

ボール、ストレーナー、計量カップ、計量スプーン、ホテルパン、温度計、ビニール手袋、キムワイプ、さらし、甕、ガラス瓶、pH試験紙（アドバンテック東洋UNIV 1-11）を使用した。

d) 実験機器

電子上皿天秤（SHIMADZU UX620H）、スチームコンベクションオープン（FUJIMAK コンビオープン FCCM6）、冷凍機付インキュベーター（Panasonic MIR-254-PJ）、糖度計（アタゴ PAL-Patissier）を使用した。

e) 実験工程

- ① 精白米620gをさらしで包んで4回洗った後、10分間水を切った。
- ② 精白米・酒米を蒸留水で2時間浸漬し、10分間水を切った。
- ③ 100℃に設定したスチームコンベクションオープンで精白米を40分間蒸した。
- ④ 蒸した米を38℃程度まで冷ました。
- ④ 米麴、蒸し米、蒸留水、振り麴の順で甕に入

れ、さらして蓋をした。

- ⑤ インキュベーターの温度は、28.0℃に設定した。

3) 結果

- ①6月28日(木) 仕込み時

表-3. 仕込み時の温度・pH・糖度・アルコール濃度

個体	温度	pH	糖度	アルコール濃度
A①	22℃	6.6	5.8%	
A②	27℃	6.6	5.5%	
B①(酒米)	27℃	6.6	5.5%	
B②(酒米)	28℃	6.5	5.1%	
C① (ワイン酵母)	28℃	5.5	7.0%	0%
C② (ワイン酵母)	28℃	5.1	7.7%	

※6/28の段階では仕込みをしたばかりなので、アルコール発酵は考えられないため、測定は1個体のみとした

- ②7月11日(水) 2週間後のアルコール濃度測定

表-4. 2週間後の温度・pH・糖度・アルコール濃度

個体	温度	pH	糖度	アルコール濃度
A①	28℃	3.9	11.8%	10.0%
A②	27℃	3.8	11.9%	10.0%
B①(酒米)	29℃	3.6	13.5%	10.0%
B②(酒米)	28℃	3.7	12.2%	9.0%
C① (ワイン酵母)	27℃	4.9	14.2%	8.5%
C② (ワイン酵母)	28℃	4.9	14.2%	10.5%

※2週間後の測定では全てがアルコール発酵に成功。やはり酒米とワイン酵母を用いたものが、糖度が高かった。pHの値も低下した。

- ③8月1日(水) 酢酸菌の投入

表-5. 酢酸菌添加直前の温度・pH・糖度・アルコール濃度

個体	温度	pH	糖度	アルコール濃度
A①	28℃	3.8	12.1%	11.0%
A②	28℃	3.8	11.7%	10.0%
B①(酒米)	28℃	3.7	11.5%	11.0%
B②(酒米)	28℃	3.7	11.1%	10.5%
C① (ワイン酵母)	28℃	4.7	14.2%	8.5%
C② (ワイン酵母)	28℃	4.8	14.3%	5.5%

・酢酸の発酵に適したアルコール濃度(5~7%)にするため、A②とB②(酒米)に蒸留水500mlを加水した結果、A②・B②(酒米)のアルコール濃度はそれぞれ5.0%、5.5%に低下した。

・次いで、酢酸菌50ミリリットルを、A②・B②(酒

米)・C②(ワイン酵母)のそれぞれに投入した。

- ④10月4日(木)

・A②に液の表面に皮膜が認められ、また酢の匂いもしたので測定したところ、pHは3.3、糖度は9.9%で、糖度が若干低下していた。そこで11月5日(月)にA②から内部の液を500g採取し、クール宅急便で味の素株式会社食品研究所へ送って、成分分析を依頼した。

- ⑤11月22日(木)

・味の素株式会社食品研究所による分析結果が判明し、その結果アルコール濃度が0%になり、酢酸が100gあたり7300mgに増えていることが認められたため、酢が完成したと考えられる(参考資料1;成分分析表)。

V. おわりに

前年の復元実験では、当初はアルコールを作るのに必要な糖を生成することに成功したものの、『延喜式』に記載されている材料・分量で酢を製造することはできなかったが、酒母とよばれる酵母があればアルコール発酵し、その結果古代の酢を復元できることが確認できた。そして今年の追加実験によって、アルコール発酵後酢酸菌を投入し、成分分析の結果古代の酢の復元に成功した。しかしアルコール発酵の方法や、酢酸発酵する適度なアルコール濃度など、『延喜式』の材料だけでは簡単に酢が出来ないことは明らかとなった。そのため造酒司などのような場所で酒の醸造を行う場所で、かつその専門の工人がいなければ、古代において酒や酢の醸造は出来ないと思われる。今回の実験結果は、酢の復元だけでなく、古代における醸造の問題点も明らかにできたと考える。

本研究は、科学研究費助成事業基盤B「古代食の総合的復元による食生活と疾病の関係解明」(課題番号:17H02393)による研究成果の一部であり、国立歴史民俗博物館「古代の百科全書『延喜式』の多分野協働研究」との共同研究の一部である。本報告を作成するに当たり、本学諸先生方、奈良文化財研究所・国立歴史民俗博物館の先生方には大変お世話になった。ここに謝意を述べたい。

参考文献

- 1)『倭名類聚抄』巻十六 中田祝夫解説 186頁 東京：勉誠社 1978
- 2)『律令』日本思想大系 東京：岩波書店 182頁 1976
- 3)新訂増補国史大系『延喜式』後 884頁

- 4) 『大日本古文書』 2－197
- 5) 『大日本古文書』 6－93, 18－9／25
- 6) 『大日本古文書』 18－1
- 7) 『大日本古文書』 16－348
- 8) 新訂増補国史大系『延喜式』後 884頁
- 9) 『うつほ物語』 一 416頁 東京：小学館
- 10) 『万葉集』 卷十六 日本古典文学大系 東京：岩波書店
- 11) 『大日本古文書』 11－486～488
- 12) 新訂増補国史大系『延喜式』後 760頁
- 13) 『大日本古文書』 4－327
- 14) 田中静一・小島麗逸・太田泰弘翻訳『齐民要術—現存する最古の料理書—』〔新装版〕東京：雄山閣 110頁 2017
- 15) 『農家が教える 続・発行食の知恵』東京：農山漁村文化協会 87頁 2012

分析結果報告

検体名: 酢

分析項目	結果(検体100gあたり)	方法	備考
遊離アミノ酸		アミノ酸自動分析法	
タウリン	検出せず		定量下限0.13mg/100g
アスパラギン酸	0.7 mg		
スレオニン	3.9 mg		
セリン	3.6 mg		
グルタミン酸	9.4 mg		
グリシン	4.3 mg		
アラニン	14.4 mg		
シスチン	0.7 mg		
バリン	7.4 mg		
メチオニン	1.7 mg		
イソロイシン	4.6 mg		
ロイシン	9.1 mg		
チロシン	6.4 mg		
フェニルアラニン	6.5 mg		
リジン	4.7 mg		
ヒスチジン	2.4 mg		
アルギニン	3.0 mg		
プロリン	8.7 mg		
有機酸		HPLC法	
クエン酸	検出せず		定量下限2mg/100g
酒石酸	検出せず		定量下限2mg/100g
リンゴ酸	40.1 mg		
コハク酸	28.6 mg		
乳酸	34 mg		
蟻酸	検出せず		定量下限2mg/100g
酢酸	7300 mg		
レブリン酸	検出せず		定量下限2mg/100g
全糖	1.6 g	ソモギー変法	グルコース換算 加水分解条件: 2.3%塩酸、65℃、15分間
糖類		HPLC法	
リボース	20.2 mg		
キシロース	7.14 mg		
フルクトース	45.3 mg		
マンノース	検出せず		定量下限0.3mg/100g
グルコース	1040.0 mg		
ガラクトース	6.0 mg		
シュクロース	検出せず		定量下限0.3mg/100g
マルトース	5.6 mg		
ラクトース	検出せず		定量下限0.3mg/100g
ラフィノース	検出せず		定量下限0.3mg/100g
ラクトスクロース	検出せず		定量下限0.1g/100g
4'-ガラクトシルラクトース	検出せず		定量下限0.1g/100g
1-ケストース	検出せず		定量下限0.1g/100g
ニストース	検出せず		定量下限0.1g/100g
フラクトフラノシルニストース	検出せず		定量下限0.1g/100g
スタキオース	検出せず		定量下限0.1g/100g
キシロビオース	検出せず		定量下限0.1g/100g
キシロトリオース	検出せず		定量下限0.1g/100g
イソマルトース	検出せず		定量下限0.1g/100g
パノース	検出せず		定量下限0.1g/100g
イソマルトトリオース	検出せず		定量下限0.1g/100g
イソマルトペンタオース	検出せず		定量下限0.1g/100g
マルトトリオース	検出せず		定量下限0.1g/100g
マルトテトラオース	検出せず		定量下限0.1g/100g
マルトペンタオース	検出せず		定量下限0.1g/100g
アルコール	0.01 g	GC法	

定量下限未達は'検出せず'とし、定量下限値を備考欄に記載した。

分析項目	結果(検体1gあたり)	方法	備考
一般細菌数(生菌数)	検出せず	標準寒天平板培養法	定量下限300 /g
酢酸菌数	検出せず	(※)	定量下限100 /g

定量下限未達は'検出せず'とし、定量下限値を備考欄に記載した。

(※)「微生物の分離法」(山里一英 他編)を参考にして試験した。(培養条件: 30℃、7日間、好気)

(以 上)