

びん内発酵法によるスパークリングワインと スパークリング清酒（１）

text：恩田 匠

●▲■ はじめに

発泡性ワインは、英語で「スパークリングワイン (Sparkling wine)」, 仏語では、「ヴァン・エフェルヴェサン (Vin effervescent)」という。仏語の「エフェルヴェサンス (effervescence)」という言葉は直接的には「発泡性」を意味するが、元来は「喜び」という意味が含まれ、「興奮」、「活気」、「陽気さ」、「熱狂」、「歓喜」、そして「人生そのもの」を想起させるものであるという¹⁾。グラスに注がれたスパークリングワインは、上品に泡立ち、あたかも生を受け、喜びに弾けているように見える。まさに、お祝いや特別なシーンにふさわしいお酒であると言える。

近年、スパークリングワインの人気の世界的にますます高まっている。我が国においても、酒販店やスーパーには、世界各国産のスパークリングワインが並び、国産のスパークリングワインのレパートリーも充実してきている。スパークリングワインと一括りに言っても、その産地や製法によって多様なものがある（図 1）。我が国で多く生産・流通されているのは「ガス封入法」と呼ばれる人工的に炭酸ガスを注入する方法によるものである（図 1c）。一方で、最も注目されているのは、フランス・シャンパーニュ地方産のシャンパーニュを代表とした、本格的で伝統的な「びん内二次発酵法」によるものだろう（図 1a）。びん内二次発酵による製品は、その伝統や物語性だけでなく、二次発酵に由来する重厚な香味や繊細な泡立ちに大きな特徴がある。

一方で、清酒においても発泡性を帯びた製品のラインナップが広がっている。その製法も工夫が凝らされ多様化している。特に、簡便なガス封入法でなく、びん内での二次発酵を行った、本格志向な製法のものが増えつつある。一部の製品は、海外のコンクールでも評価されるようになるなど認知度が高くなっている。泡を含んだ日本のお酒は、我が国におけるお祝いの場面には格好のものである。今後も、発泡性清酒（スパークリング清酒）は、世界に認められる、清酒の確固とした一カテゴリーとなることが期待される。

著者は、フランス・シャンパーニュ地方における現地調査で得られた知見^{2~9)}をもとに、日本産のスパークリングワイン製造に関する研究^{10~21)}を行ってきた。ここでは、著者の視点からの、シャンパーニュに代表される「びん内二次発酵法」と、我が国で製成されるようになってきた、特にびん内での二次発酵を利用した発泡性清酒の製法の比較から考えられることを紹介したい。

●▲■ シャンパーニュの製造

著者がシャンパーニュ地方に滞在したのは 2011 年のことであるが、「シャンパーニュ 100 年の歴史」と表現される場合が多かった。世界に名だたるワイン産地になり得たのは、特殊な北方性のテロワールのもと、シャンパーニュ人たちの、各生産団体（シャンパーニュ委員会など）の

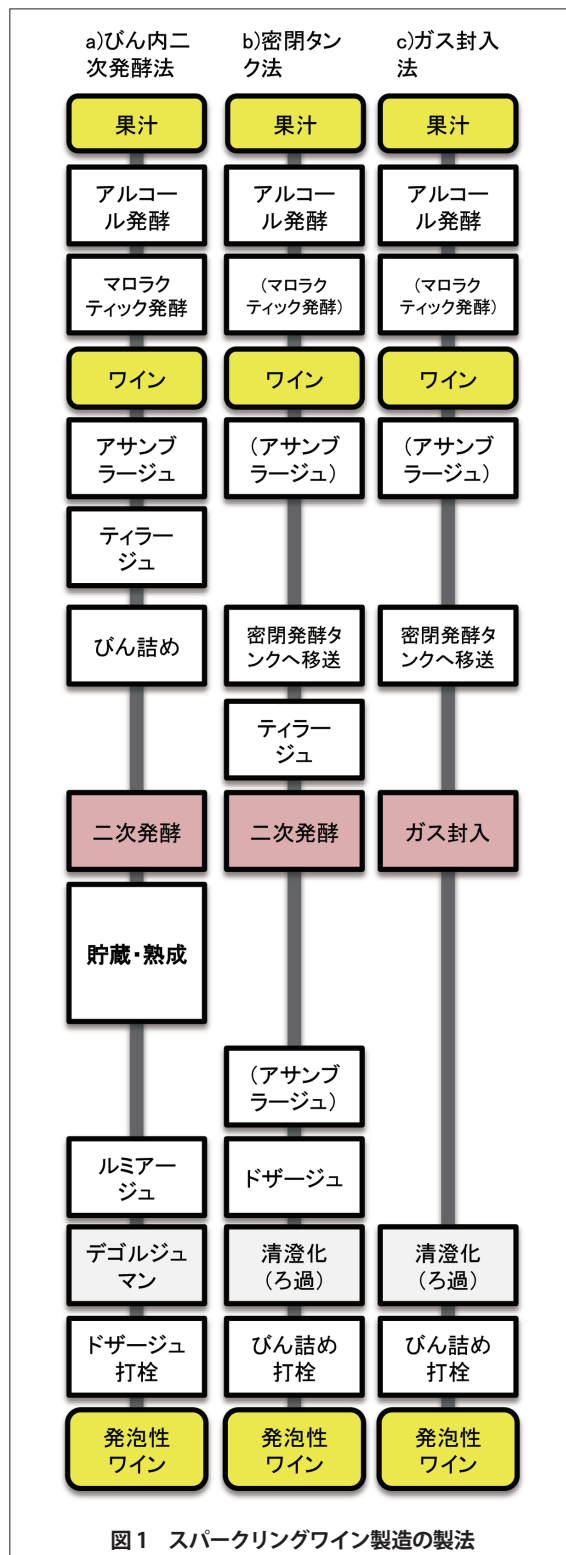


図 1 スパークリングワイン製造の製法

設立、呼称の保護活動、ブランド性の確立、ブドウ栽培技術と高品質な製品製造方法の高度化に向けた尽力があったためである。特に、煩雑で手間暇のかかるシャンパーニュ製造が現在のように高度に確立されるまでには、長い歴史の中で、シャンパーニュ人たちの地道な努力、こつこつとした技術改良の積み重ねを必要とした。

元々は、シャンパーニュ地方でも、他のワイン産地と同様に、泡のない一般的なワイン（スティルワインという）が生産されていた。この地方のワインが泡立ちやすい傾向にあり、しばしば発泡性を帯びた製品が製成されたのは、現在で言えば「醸造上の事故」であったと言える。シャンパーニュ地方は寒冷な地域であることから、ブドウが完熟しにくいと、その原料果汁は酸度が高く（pHが低く）、アルコール発酵を行う酵母にとっては増殖しにくい環境にある。特に、ワイン醸造工程の後半に気温が下がること、酵母によるアルコール発酵が途中で停滞（発酵がスタックすると言う）、糖分が残ったままの状態になることがしばしばあった。その後、春先になり気温が上がると、ワインの中に生き残り休眠状態にあった酵母が活動を再開し、糖分を消費して2度目のアルコール発酵、すなわち「二次発酵」を始める。この二次発酵によって再度アルコールとともに炭酸ガスが生成される。この二次発酵の前に、密閉性が高い容器に詰められると、炭酸ガスがワインに溶け込み、発泡性を帯びたワインができあがることになる。このことが二次発酵法の基本原理である。今日でも、世界のワイン産地では、「アンセストラル法（田舎法）」など、この原型に近い製法でつくられているものもある（この方法の場合、二次発酵というよりも一次発酵の延長というと考えられることも多い）。

一方で、シャンパーニュの製法は、その長い歴史の中で、様々な試行錯誤が繰り返されて、現在のように高度化され唯一無二のものとなった。シャンパーニュの歴史上の偉人の一人とされている人物に、オーヴィレール修道院のドン・ペリニオン修道士がいる。彼は、元々は泡立つワインができないように安定的に制御することに腐心していたそうである。その後、次第にシャンパーニュ産特有の「発泡性を帯びたワイン」の名声が高くなったことにより、多くの人々がワインに安定的に発泡性をもたせる製造技術の確立に注力することになった。近年では、その高度な製造法が確立され、あらゆる製造工程に厳しい規則が定められており、ほとんど全ての生産者がほぼ画一的な方法で製造を行っている。

以下に、シャンパーニュ製造の歴史において、克服すべき課題であったことと、確立された製造技術について、製造工程を追って紹介する。

(1) ブドウ収穫適期の判断

世界のワイン産地の一般的なスティルワイン製成では、原料ブドウは完熟したもの、すなわちなるべく糖分が高い果汁が求められる。天然アルコール（果汁の糖分のみを発酵して得られるアルコール濃度のこと）が12.5～13.5%付近にあり、適度な酸度をもつことが理想とされる場合が多い。製成されるワインには、ブドウ由来の果実風味（フルーティさ）が重要視される。一方で、シャンパーニュ製品の香味には高い酸度が重要であることなどから、他のワ

イン産地と比較して早期に、すなわち未熟な成熟段階で収穫が行われる。収穫適期の判断には、「S/A値（糖含量/硫酸換算の酸含量）」の値が重要視され、その値が20付近にあるときに最もバランスの良い製品ができると考えられている。その結果として一般的には、天然アルコール10%付近（ブドウの成熟としては未熟な傾向を示す）で収穫されることになる。完熟して得られる果実風味（フルーティさ）には乏しい原料を用いていることもシャンパーニュ製造の特徴である。

(2) 繊細な果汁調整

シャンパーニュ製造の醸造面において、最も重要であるとされるのが、良好な原料果汁をつくるための、収穫から圧搾までの作業である。その骨子である「やさしく収穫、やさしく運搬、やさしく圧搾すること」について細かい製造規則が定められている。すなわち、まず収穫作業は、機械を用いず、必ず人の手により丁寧に行われなければならない。運搬も専用のカゴを用いて慎重に行い、ブドウからの果汁の溶出を防止する。圧搾は、除梗を行わずに、ブドウ果実をそのまま圧搾機に入れる、いわゆる「全房圧搾」が必須である。圧搾作業は、伝統的には専用の木製の圧搾機を用いて、弱い加圧により、長時間をかけて行われる。この圧搾までの「やさしい作業」は、原料ブドウから余分な色素や果実成分が抽出されないようにするためである。このことは、シャンパーニュ製造の原料ブドウのうち2/3を占める黒ブドウから白ワインをつくるために特に重要である。一般的なワイン造りでは、ブドウ果粒の果皮近くにある果実風味や果実香に関連した成分を上手に取り込むことが重要である。シャンパーニュ製造では逆に、果実からのフルーティさは必要ないものと見なされている。

圧搾により得られた果汁は、それに含まれる不必要な固形物を沈殿させ除去する、「デブルバージュ」と呼ばれる作業が行われる。このデブルバージュによって、他のワイン産地では例を見ないほどきれいに清澄化された果汁が調製される。

ここまでの工程、すなわちブドウの収穫から果汁の調製までも分かるように、シャンパーニュ製造は「余計なもの」、特に固形分が残らないようにするために発達してきたものである。

(3) 原料ワインの製成

シャンパーニュ製造では、なるべく小さい単位になるようにワイン製成が行われる。すなわち基本的には、「（ブドウを産出する）村ごと」、「ブドウの品種ごと」、「圃場の区画ごと」のブドウに分けられ、別個にワインが製成される。また、このとき、必ず一番搾り果汁（キュベという）と二番搾り果汁（タイユ）に分けてワインがつくられる。これら小さい単位に分けられたワインは、後述するアサンブラージュ工程でブレンドする材料となる。

ワイン製成においては原則的に、ワインのアルコール含量が11%になるように、果汁に糖分を添加（補糖）することを基本設計としている。このアルコール含量11%とするワイン製成は、後述するように二次発酵後のアルコール含量の管理の上で重要であり、ほとんど全てのメーカーで画一的に行われている（図2）。

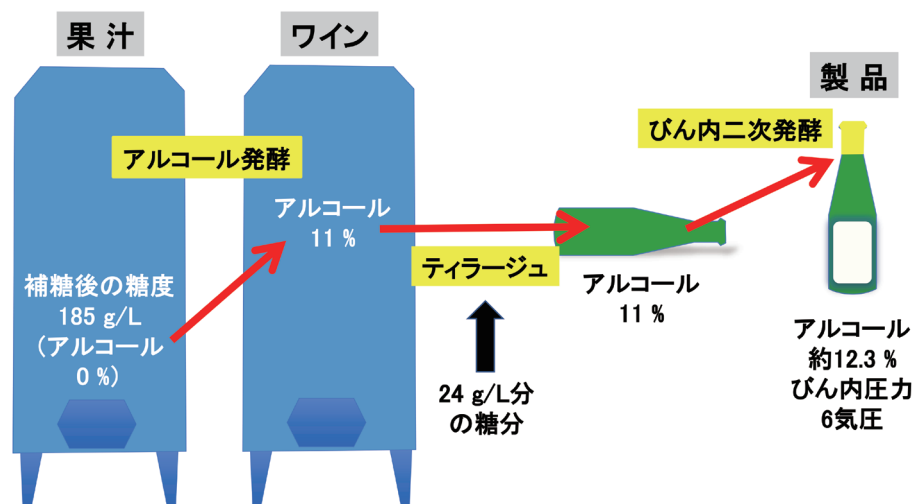


図2 シャンパーニュ製造におけるアルコール発酵の設計

また、ワイン製成では、微生物学的な安定を図るため、乳酸菌によるマロラクティック発酵を人為的に促し、含まれるリンゴ酸を除去することが重要である。二次発酵以降で、野生の乳酸菌類が混入すると異臭の原因となり、後述するルミアーージュ工程の障害となる。シャンパーニュ製造の果汁は酸度が高く pH が低いため、マロラクティック発酵の遂行は困難であったが、近年の微生物学的な研究から、高濃度の乳酸菌培養液を調製して用いる方法が発達した。近年では、酵母のアルコール発酵と同時にマロラクティック発酵を誘導するコイノキュレーション法が確立されている。

(4) リザーブワイン

シャンパーニュ製造では、製成したワインの一部をすぐにはびん内二次発酵の工程に用いずにそのまま貯蔵し、長期間熟成させた「リザーブワイン」をつくる。これは、シャンパーニュ地方ではブドウの収穫量が一定でなく、豊作となった良年のワインを、後年に用いることが習慣化したために発達した方法である。このリザーブワインを用いる方法は、シャンパーニュに重厚な熟成感を付与するために重要な役割を果たすことにつながった。リザーブワインが付与する重厚な香味は、他産地のスパークリングとは一線を画すシャンパーニュを特徴づけるものである。

(5) アサンブラージュ

シャンパーニュ製造では、細かくつくり分けられたワインを、様々な組み合わせと割合で調合（ブレンド）すること、すなわち「アサンブラージュ」が行われる。このとき、ブドウの栽培地ごと、ブドウ品種ごとおよび圃場の区画ごとのワイン、また一番搾り果汁と二番搾り果汁からのワインをどのような割合でブレンドするのかを決めることが重要になる。さらに、原則的には、前述したリザーブワインが加えられる。リザーブワインを加えることで、いわゆる「ノンヴィンテージ製品（単一の醸造年表示のない製品）」となる。一般的には、リザーブワインの比率が高く、その重厚な香味が強い方が高級な製品と位置づけられる。

ノンヴィンテージ製品の宿命として、基本的には毎年同じ味にな



図3 低温処理後の酒石

るように製造を行わなければならない。このためには、アサンブラージュ工程で、再現性高く、毎年同じ香味になるように、各種のワインをブレンドすることが必須となる。

このアサンブラージュは、画一的な生産が行われているシャンパーニュ製造において、各生産者で創意工夫や差別化ができ、自社のスタイルを創出する重要な工程である。

(6) 原料ワインの酒石の安定化

シャンパーニュ製品に固形物が含まれると泡が不安定になり、特に抜栓時の「吹き出し」などの事故の原因となることは古くから知られていた。ワイン製品中に最も析出されやすい固形物は酒石である。ブドウ果汁には、酒石酸という有機酸とミネラル成分（特にカリウム）が著量に含まれるため、それらが製造工程や保存中で結合して酒石になる。したがって、二次発酵に移る前に、厳密な低温処理（一般的には -4°C で1週間）を行って、事前に酒石の結晶を取り除くことが重要である（図3）。

近年では、低温処理以外にも様々な手法が検討されてきた。近年では、酒石安定化を目的とした添加物、特にカルボキシメチルセルロース（CMC）などの利用も注目されている。

(7) 安定した二次発酵の設計：糖分

現在のシャンパーニュ製法の原型は、17 世紀、シャンパーニュ地方のアイ村で誕生したとされている。18 世紀までには、多くの生産者がその製造を始めているが、最も重要な「泡がなぜ生成されるのか」についての科学的な理解には至っていなかった。ようやく、酸度の強いワインを用いて、3 月にガラス製のびんに詰めることでうまくいきやすいことが周知されるようになった。しかしながら、依然として泡の生成は不安定で、泡が生成されないか、逆にガス圧が強くなりすぎ、破びんなどの事故が頻発した。

安定した二次発酵の実現までには、いくつもの科学的な発見と試行錯誤を必要としたが、二次発酵前の糖分と酵母の制御が重要であることが徐々に理解されるようになった。

まずは、二次発酵を起こす前に、原料のワイン中にどのくらいの糖分があれば、ちょうど良いガス圧が得られるのかは大きな課題となった。19 世紀に、シャンパーニュ地方の薬剤師が、液体に含まれる糖含量を測定する方法を発見した。その後、19 世紀末に、1 リットルあたり 4 グラムの糖分から、1 気圧分の炭酸ガスが得られることが判明した。現在では、二次発酵前の原料ワインには、24 g/L 分のショ糖濃度になるように、ショ糖あるいはブドウ濃縮果汁が添加されている。この 24 g/L の糖分から、二次発酵によって、約 1.3 % のアルコールとともに、6 気圧分の炭酸ガスが付与されることになる。したがって、最終製品のアルコール濃度は 12.3% 付近（原酒ワイン 11%+二次発酵分 1.3%）になる。シャンパーニュ製品は 12.5% 以上のアルコールを含むと官能的なバランスがよくないと考えられている。（シャンパーニュ製造の規則ではアルコール濃度は 13 % を超えることは許されない）。この二次発酵の設計も、ほとんどの生産者で画一的に行われている（図 2）。

なお、びん内二次製品製造の発達には、同時にびん内のガス圧に耐えうるびんとその栓についても度重なる改良が必要であった。

(8) 安定した二次発酵の設計：「酵母種」

糖分と同様に重要なのは、二次発酵をおこす酵母である。フランスの生化学者ルイ・パスツールが、発酵現象を明らかにするのは

1860 年のことである。ワインのアルコール発酵に関与するのが酵母であることが理解された後もしばらくは、ワインを製成したアルコール発酵後に生き残った酵母に頼った二次発酵が行われた。当然のことながら、この方法では、二次発酵前に含まれる酵母の菌数と活性がまちまちになるため、不安定な製品製造になる大きな要因となった。

まず、長い歴史の中で、発酵にかかわる酵母の特定と選抜が行われた。シャンパーニュ製造に用いる酵母菌株は、確実にワイン製成（一次発酵）ができることと、確実にびん内二次発酵が達成できる特性を重視して選抜された。現在では、シャンパーニュ委員会が推奨した 4 つの菌株のいずれかが用いられている。使用する酵母についても画一的な製造を行っていることになる。また、選抜された酵母を用いて、高い菌密度かつ高い活性をもつ「酵母種」の調製方法が確立された。現在では、この「酵母種」の調製方法は、ほとんど全ての生産者で同じプロトコルに従ってつくられている。「酵母種」の調製には、ワインを主とした培養基質が用いられ、アルコールを含んだ環境に馴養された（アルコールに慣れた）酵母の培養液がつくられるのも重要な点である。

二次発酵の前のびん詰め時には、酵母菌数の制御も重要であることも明らかになった。具体的には、酵母菌数が、1 ml 当たり $1.5 \sim 2.0 \times 10^6$ 個に厳密に調製されて添加される。この酵母菌数が少なれば健全な二次発酵は達成できず、酵母菌数が多くなると、製品の酵母臭が強くなり過ぎたり、またはびん内のオリが過剰になり、後の工程のルミアーージュやデゴルジュマンの障害となる。二次発酵が終了した時点で、びん口の酵母キャップ内に納まる量の菌体量に制御することは必須であると考えられている（図 4）。

なお、二次発酵の前のびん詰め作業においては、原料のワインに含まれる糖分および酵母が均一になるように、十分に攪拌しながら行うことが重要である。均一化が十分でないと、びんごとの品質の差が生じる原因となる。

（以下次号 参考文献も次号に掲載します。）

（Text. T. Onda.）

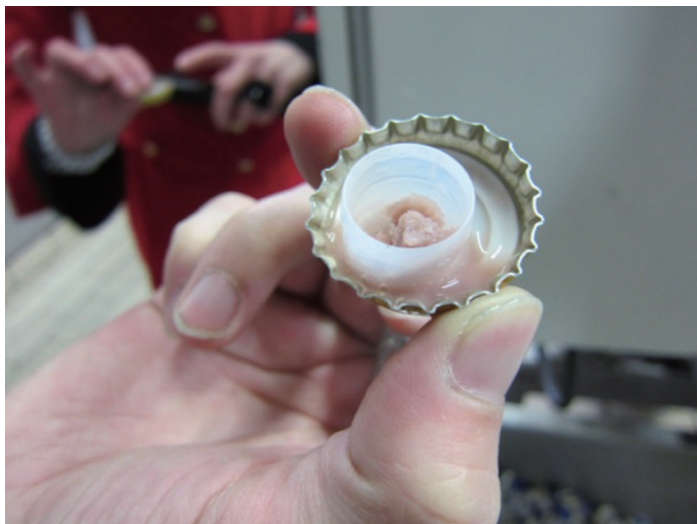


図 4 デゴルジュマン後のオリ

恩田 匠（おんだ たくみ）

山梨県産業技術センターワイン技術部 部長

（プロフィール）

平成 4 年 3 月 東京農業大学大学院農学研究科 博士前期課程修了

同年 4 月 山梨県庁入庁 山梨県工業技術センター配属

平成 15 年 3 月 山梨大学大学院工学研究科 博士後期課程修了

平成 20 年 4 月 山梨県ワインセンター研究員

平成 21 年 4 月 主任研究員

平成 25 年 4 月 山梨県ワインセンター支所長

平成 29 年 4 月 山梨県産業技術センターワイン技術部部長（組織名の変更）

QA? 本稿に関するご質問・ご意見等は、きた産業 (info@kitasangyo.com) にご連絡ください。筆者に転送いたします。