

サワードウの継代過程における微生物叢変化と発酵代謝物に関する研究

大城, 麦人

<https://hdl.handle.net/2324/4060233>

出版情報：九州大学, 2019, 博士（農学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）



氏 名 : 大城 麦人

論文題名 : サワードウの継代過程における微生物叢変化と発酵代謝物に関する研究

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

サワードウは、パン作りの原料として紀元前から利用されてきた自然発酵食品である。サワードウの微生物叢は乳酸菌と酵母を主体に形成され、サワードウに小麦粉、水等の原料を加えて再発酵させる作業を繰り返して継代することで、その微生物活性が維持される。しかしながら、サワードウの継代はベーকারの経験則によるところが大きく、サワードウの微生物叢が変化してしまい、発酵の安定化が難しい。サワードウの発酵の変動は、日々焼き上がるサワードウ使用パンの品質の変動に繋がるため、ベーカーにとって悩ましい問題である。この問題の解決のために、継代に伴うサワードウの微生物叢変化の実態を明らかにし、継代サワードウの微生物叢が変化するメカニズムを解明することが期待される。本研究では、サワードウの継代過程における微生物叢変化と発酵代謝物との関係を明らかにすると共に、サワードウの微生物叢に対する pH の影響、および乳酸菌-酵母間相互作用の影響を明らかにすることを目的とした。

まず、原料小麦粉の異なる 3 種類のサワードウを作製し、2 か月間の継代過程において微生物叢と発酵代謝物の変化を調べた。その結果、出現した乳酸菌種はサワードウによって様々であったが、3 種類のサワードウには乳酸菌叢の規則的変遷「乳酸菌リレー」が共通して観察され、いずれの乳酸菌叢も最終的には *Lactobacillus* が優占した。しかし一方、ヘテロ乳酸発酵を行う乳酸菌が増殖すると主発酵物の乳酸に加えてエタノールが副生成され、発酵代謝物のバランスに影響した。また、出現した酵母もサワードウによって異なり、*Saccharomyces cerevisiae* は増殖に伴いエタノールを生成した一方、*Wickerhamomyces anomalus* はエタノールを生成しなかった。さらに、一部のサワードウは継代に伴い酵母菌数が減少し、酵母の定着性がサワードウにより異なった。これらの結果より、サワードウの継代過程において 2 か月間にわたり微生物叢が変化し、これに連動して発酵代謝物が変化することが明らかになった。

次に、継代過程で観察された規則的な乳酸菌リレーのメカニズムを解明するため、乳酸発酵の特徴である pH 変化に着目した。pH を変更した 3 種類の液体培地(WSSM)、およびサワードウの原料(小麦粉と水)に対して、同一の混合乳酸菌スターターをそれぞれ接種して継代培養を行った。継代過程における発酵代謝物と細菌叢を調べた結果、乳酸発酵の主代謝物である乳酸の生成量は培地 pH に依存した。低 pH WSSM (pH 5.5 以下)において、*Weissella* から *Lactobacillus brevis* への乳酸菌リレーが観察された。一方、サワードウを用いた培養では、継代に伴い pH が低下し、液体培地と同様に乳酸菌リレーが起きたものの、サワードウ環境に特有の *Lactobacillus sanfranciscensis* が増殖して、乳酸菌リレーの進行が早まった。これらから、乳酸発酵により生み出される低 pH の環境は *Lactobacillus* の優占化に適しており、乳酸菌リレーを終着に導くと考えられた。

最後に、サワードウの継代過程における乳酸菌リレーと酵母の関係を明らかにするため、サワードウ由来の乳酸菌 11 種と酵母 *S. cerevisiae* を液体培地で混合継代培養した。その結果、*S. cerevisiae* との共存は、乳酸菌リレーの全体的傾向を変える程は影響しなかったが、*L. sanfranciscensis* の増殖を促進するなど、一部の乳酸菌の増殖に影響した。一方、*S. cerevisiae* の菌数は継代に伴い減少した。さらに、各乳酸菌と *S. cerevisiae* の 2 菌の共培養を行った。その結果、*S. cerevisiae* との共存による *L. sanfranciscensis* の増殖促進効果が確認された。一方、*S.*

cerevisiae への増殖抑制効果は、共存する乳酸菌種によって異なることが明らかになった。そこで、*S. cerevisiae* への増殖抑制効果が小さく、かつ乳酸菌リレーの出現時期が異なった乳酸菌 3 菌種を選抜し、*S. cerevisiae* と混合継代培養した。その結果、継代の最終回まで *S. cerevisiae* の菌数が維持されており、共存する乳酸菌の組み合わせ次第では、*S. cerevisiae* を長期にわたり継代できることが示された。このことは、サワードウの乳酸菌叢とその経時変化が、乳酸発酵だけでなく、酵母によるアルコール発酵にまで影響を及ぼすことを示しており、乳酸菌リレーはサワードウ発酵の出来を左右する極めて重要な役割を担うと考えられた。

以上、本研究により、サワードウの継代過程で共通して起きる乳酸菌リレー発酵の存在と、これに連動した発酵代謝物の変化を明らかにした。そして、乳酸菌リレーの駆動に pH が果たす役割、さらにはサワードウの乳酸菌コミュニティが酵母の定着に大きく影響することを明らかにした。これらは、今後の展開が見込まれる、サワードウ発酵の複合微生物系を制御する技術の開発に役立つ知見になると期待される。