

多様な麴と多様な米を用いた発酵新素材に関する研究

藤田直子¹, 佐藤勉²¹ 秋田県立大学生物資源科学部生物生産科学科² 株式会社秋田今野商店

麴は我が国の国菌として、古くから発酵食品や醸造用途として用いられ、現在ではこれらのみならず、医療やスキンケア等、多くの場面で用いられている。麴は米を培地として用いられることが多い。麴には数千株という多くのバリエーションが存在するのに対し、麴の培地として用いられる米は通常のジャポニカ米が主であり、そのバリエーションは決して多くはなかった。秋田県立大学で開発された様々な変異体米と様々な麴を用いれば、これまでの麴から生産される有用物質や発酵・醸造特性とは、全く異なる性能を発揮する可能性がある。そこで、本研究では、通常米とは澱粉構造や物性が全く異なる米を用いて麴を培養し、有用物質生産等に貢献する組み合わせ等を検討することを目的とした。新規米数種を用いて製麴し、糖質やタンパク質の分解酵素活性を測定したところ、高アミロース性を示す新規米では、通常米よりも高い活性を示した。また、新規米を培地にして麴菌を培養したところ、米の種類によって菌糸の形状が全く異なり、増殖程度も異なった。以上の結果は、多様な新規米を用いることでと麴の組み合わせが格段に向上し、新規有用物質の生産や種麴の増殖に有効である可能性を強く示唆するものである。

キーワード： 麴，難消化性澱粉，新規米，酵素力価，有用物質

麴菌は、清酒や醤油、味噌などの発酵食品を製造する際に、澱粉を酵母が資化できるブドウ糖や麦芽糖などに分解する酵素を多量に発現する微生物であり、日本の国菌にもなっている。麴菌にとって、基質となる澱粉の構造は非常に重要であることは言うまでもない。我々は、澱粉構造が通常米とは異なる多種多様な澱粉を蓄積する変異体米を、開学以来開発してきた（藤田，2011，Fujita，2014）。麴菌には、さまざまな種類が存在し、多様な発酵食品として用いられるばかりでなく、培養過程で有効成分や機能性成分を多く含む場合があり、医療品、化粧品やサプリ等に用いられる。多様な麴菌を用いて、多様な米との組み合わせで、新規の有効成分が産生される可能性がある。

本研究では、その第1段階として、秋田県立大が持つ数種の新規米を用いた場合の麴の酵素力価や増殖状況について調べ、対照米と比較した。

材料と方法

2種の代表的な麴菌を用いて、新規米3種と対照米1種の蒸米で製麴し、グルコアミラーゼ、 α アミラーゼ、酸性プロテアーゼ（pH 3.0）、酸性カルボキシペプチターゼの酵素力価を国税庁所定分析法を用いて比較した。また、3種の新規米と対照米2品種を用いて、2種の麴菌の孢子着生試験を行った。精米歩合が96.8～98.5%の精米を水洗し、水に浸漬した。水切り後、蒸し器で米を蒸して、三角フラスコに蒸米を入れ、麴菌を植菌し、30℃で培養した。

2日目に手入れを行い計6日間培養し孢子着生状況を観察した。

結果と考察

高アミロース米系統 A～C 米の精米を蒸して 2 種の麴菌で製麴し、それらの酵素力価を調べた(表 1)。

新規米品種	菌株	グルコアミラーゼ		α-アミラーゼ	
		生	乾物換算	生	乾物換算
A米	#1	665	1207	2964	5379
B米	#1	949	1698	3230	5777
C米	#1	1029	1665	3353	5426
秋田63号	#1	447	723	1466	2372
A米	#2	122	216	1644	2916
B米	#2	185	319	1960	3380
C米	#2	202	324	1744	2791
秋田63号	#2	68	110	829	1350
新規米品種	菌株	酸性プロテアーゼ		酸性カルボキシペプチターゼ	
		生	乾物換算	生	乾物換算
A米	#1	3736	6781	20232	36719
B米	#1	5097	9119	22824	40830
C米	#1	5110	8269	23544	38097
秋田63号	#1	3184	5153	11160	18058
A米	#2	2953	5236	10296	18255
B米	#2	4712	8125	13176	22717
C米	#2	4417	7067	10296	16474
秋田63号	#2	2761	4496	5760	9381

分析は、国税庁所定分析法で行った。

対照米である秋田 63 号と比べて、いずれの新規米を用いた場合も、グルコアミラーゼ、α-アミラーゼ、酸性プロテアーゼ、酸性カルボキシペプチターゼともに高い酵素活性力価を示した。この結果は、伊藤ら (2018) の高アミロース変異体米を用いた結果と一致した。特に、B 米は、#1 株を用いた場合はすべ

ての酵素で最も高い値を示し、#2 株を用いた場合は、グルコアミラーゼ以外の酵素で最も高い値を示した。

次に、新規米の蒸米を培地としたときの麴菌の胞子着生試験を行った (図 1)。対照米である「あきたこまち」や「秋田 63 号」と比べて新規米を用いた場合は、麴菌の形状が全く異なっていた (データの詳細は示さない)。#4 菌株を用いて A 米を培養したところ、麹は、培養条件が合わず 3 日目に酸欠したが、それ以外の組み合わせでは、良好に生育した。特に C 米は、#3 および#4 株においても明らかに生育が旺盛であった。

高アミロース米は、通常の米品種と比べて、難消化性が高いことが知られている。麴菌は、米に含まれる澱粉を分解し、自らの繁殖のために用いる。難消化性の澱粉のように、麴菌が通常発現する澱粉分解酵素では分解しにくい場合は、いつもは発現しない酵素の遺伝子が発現したり、通常よりも多くの酵素遺伝子が発現したため、酵素力価が上昇した可能性がある。また、澱粉分解酵素のみならず、タンパク質分解酵素の活性も高くなっていた (表 1)。これは、蒸米中のタンパク質をより分解することで澱粉も分解しやすくなり、麹にとってより多くの栄養を得ることが可能であるが、難消化性の澱粉によってこれらの酵素遺伝子の発現が上昇するメカニズムは不明である。

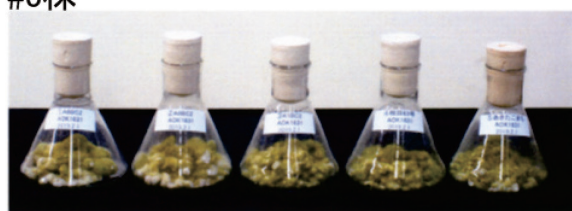
麴菌の増殖に関して、対照米よりも旺盛な新規米が存在することが今回明らかになった。これは、種麹を生産する上で貢献すると考えられる。例えば、増殖が芳しくない貴重な麴菌を、他の米を用いることで旺盛に繁殖させ、種麹の生産コストを削減することが可能である。

今後、より多くの麴菌と米品種の組み合わせで検討し、有用物質単離と同定を行っていく。

謝辞

本研究は、本学平成 30 年度産学連携・共同研究推進事業の支援で行われた。

#3株



A米 B米 C米 秋田63号 あきたこまち

#4株

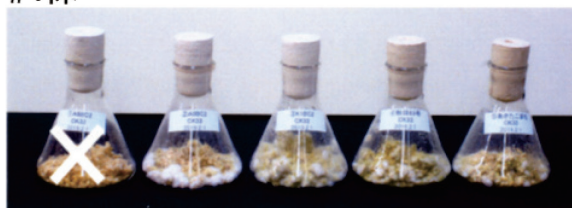


図 1 新規米3種と対照米2種を用いて培養した麴菌の胞子着生の様子

文献

藤田直子 (2011) . 「イネを用いた澱粉生合成関連酵素の機能解明とユニークな澱粉の開発 (総説)」
『応用糖質科学』 1, 58-64.

Fujita, N. (2014). Starch biosynthesis in rice endosperm.
Agri-Bioscience Monographs 4, 1-18.

伊藤俊彦, 大阪朝美, 広幡千紘, 野口巧実, 藤田直子, 橋爪克己 (2018) . 「難消化性澱粉分解酵素生産糸状菌株の探索」『秋田県立大学ウェブジャーナル B 』 5, 126-130.

〔 2019 年 6 月 30 日 受付 〕
〔 2019 年 7 月 9 日 受理 〕

Studies of novel fermentation materials using various *koji-mold* and rice cultivars

Naoko Fujita¹, Tsutomu Sato²

¹ *Department of Biological Production, Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University*

² *Akita konno Co., Ltd.*

Koji-mold is the Japanese mold used in the fermentation of foods and liquors. Nowadays, *koji-mold* is used for medical and skin care materials as well as fermented foods and drinks. Rice is often used as the media for *koji-mold* cultivation. Thousands of kinds of *koji-mold* were isolated and used for fermentation, in contrast, only a few rice cultivars were used as the media for *koji-mold* cultivation. We think it is possible to produce novel compounds and obtain novel fermented properties using various rice cultivars developed by our group in Akita Prefectural University. In this study, we tested enzyme activities and *koji*-growth with various combinations of *koji-mold* and novel rice cultivars. The enzyme activities of carbohydrate hydrolases and proteases of *koji-mold* using high-amylose novel rice cultivars were higher than those of the wild rice cultivars. The degree of *koji-mold* growth using a novel rice cultivar was significantly higher than that using wild rice cultivars. These results strongly suggest that combinations of various *koji-mold* and rice cultivars results in the production of novel compounds and could produce novel fermented properties in the future.

Keywords: *Koji-mold*, novel rice cultivars, high-amylose rice, useful compounds