

## Symposia | シンポジウムA

📍 Wed. Aug 27, 2025 2:30 PM - 5:15 PM JST | Wed. Aug 27, 2025 5:30 AM - 8:15 AM UTC 🏢 Room C(2F 123)

**[SYA3] [A3] 発酵醸造文化の未来 — 伝統的酒造りのユネスコ無形文化遺産登録と次世代への継承**

世話人：丸山 潤一（東京大学），渡邊 泰祐（日本大学）

2:30 PM - 2:35 PM JST | 5:30 AM - 5:35 AM UTC

はじめに

---

2:35 PM - 3:05 PM JST | 5:35 AM - 6:05 AM UTC

[SYA3-01]

Registration of Japan's "Traditional Sake Brewing" as UNESCO Intangible Cultural Heritage

\*Katsuhiko Kitamoto<sup>1</sup> (1. Nihon Pharmaceutical University)

---

3:05 PM - 3:35 PM JST | 6:05 AM - 6:35 AM UTC

[SYA3-02]

Sakeology: Interdisciplinary Studies at Niigata University

\*Yasuyuki Kishi<sup>1</sup> (1. Niigata University)

---

3:35 PM - 4:05 PM JST | 6:35 AM - 7:05 AM UTC

[SYA3-03]

Characteristic features of white koji fungus used for shochu production

\*Taiki Futagami<sup>1</sup> (1. Kagoshima University)

---

4:05 PM - 4:35 PM JST | 7:05 AM - 7:35 AM UTC

[SYA3-04]

Development of awamori brewing technology with new flavors utilizing microbial functions

\*Masatoshi Tsukaraha<sup>1,2</sup> (1. Biojet Co., Ltd, 2. University of the Ryukyus)

---

4:35 PM - 5:05 PM JST | 7:35 AM - 8:05 AM UTC

[SYA3-05]

Advances in Research & Development of *Koji* Mold and Future Prospects

\*Jun-ichi Maruyama<sup>1</sup> (1. The University of Tokyo)

---

5:05 PM - 5:15 PM JST | 8:05 AM - 8:15 AM UTC

閉会の挨拶

---

## Symposia | シンポジウムA

📅 Wed. Aug 27, 2025 2:30 PM - 5:15 PM JST | Wed. Aug 27, 2025 5:30 AM - 8:15 AM UTC 🏠 Room C(2F 123)

## [SYA3] [A3] 発酵醸造文化の未来 — 伝統的酒造りのユネスコ無形文化遺産登録と次世代への継承

世話人：丸山 潤一（東京大学），渡邊 泰祐（日本大学）

2:35 PM - 3:05 PM JST | 5:35 AM - 6:05 AM UTC

### [SYA3-01] Registration of Japan's "Traditional Sake Brewing" as UNESCO Intangible Cultural Heritage

\*Katsuhiko Kitamoto<sup>1</sup> (1. Nihon Pharmaceutical University)

Keywords : UNESCO Intangible Cultural Heritage、Traditional Sake Brewing、Koji Mold、National Microbe、Mycoprotein

#### 【講演者の紹介】

北本勝ひこ（きたもと かつひこ）略歴：1972年東京大学農学部農芸化学科卒、国税庁醸造試験所入所、福岡国税局、仙台国税局鑑定官、醸造試験所主任研究員を経て、1995年東京大学農学部助教授、1996年同教授、2015年同名誉教授、2016年より日本薬科大学特任教授

2024年12月に、「伝統的酒造り 日本の伝統的なこうじ菌を使った酒造り技術」がユネスコ無形文化遺産に登録された。これまで、酒類関係のユネスコ無形文化遺産には、ジョージアのワイン（2013）、ベルギーのビール文化（2016）、モンゴルの馬乳酒（2019）がある。それぞれ伝統的な酒造りが登録されているが、原料や製法の違いがある。今回の「伝統的酒造り」は、“こうじ菌を使った”というところが重要な点である。

酒造りの教科書に必ず登場する言葉として、「一麹（こうじ）、二酒母（もと）、三造り」がある。仕込みの最初の工程にある麹が酒造りで一番重要であるという意味である。

日本酒造りでの麹の働きは次のように説明される。麹にはアミラーゼやプロテアーゼなど様々な加水分解酵素が含まれている。その中でも、アミラーゼが最も重要であり、米のデンプンをグルコースに変える働きがある。酵母はこのグルコースをアルコールに変換することによりお酒が造られる。プロテアーゼなどもアミノ酸やペプチドなどのうま味成分を作るのに働いている。また、麹にはビタミンやミネラルなどの栄養素を酵母に供給し、酵母の増殖を促す働きがある。麹菌はゲノム情報などから、100種類を超す様々な加水分解酵素を生産することがわかっており、アミラーゼやプロテアーゼ以外にも量は少ないものの酒の風味に影響を与えている酵素も数多くある。

2006年の日本醸造学会大会において、東北大学名誉教授の一島英治博士の基調講演のあと、「麹菌は日本を代表する微生物、国菌である」と認定された。

さて、国菌である麹菌 *Aspergillus oryzae* はどこからやって来たのだろうか。2005年に麹菌のゲノム解析が完了したことにより、8本の染色体を持ち、約12000個の遺伝子がコードされていることがわかった。ゲノム情報が解明されたことにより、有用な酵素遺伝子の数や種類など様々なことがわかるようになったが、それ以外にも「麹菌は我が国で家畜化されたカビである」ことが明らかになった。

麹菌は伝統的な酒造りになくてはならないものであるが、醤油や味噌の製造にも重要な働きをしており、日本の食文化の中心に位置する重要な微生物である。さらに、甘酒や塩麹、石狩漬けや蕪寿司など、麹を使った多彩な発酵食品を作り出している。

近年、欧米諸国で「代替肉」のブームが始まっている。代替肉とは、牛肉や豚肉などの動物肉の代わりに、主として植物性原料で作られた「肉のような食材」のことである。代替肉の素材として実用化が進んでいるものは、大豆が主原料の「大豆ミート」であるが、最近、「マイコプロテイン」と呼ばれるカビを培養したものも欧米で販売されている。様々なカビが利用されているが、中でも日本で酒造りに利用されて来た麹菌は安全性の面から注目を集めている。日本でも、麹菌を使った「マイコプロテイン」を製造販売するベンチャーも登場しており、栄養価も高く、その食味、食感など実用化に近い段階にある。近い将来、麹菌の活躍の場がさらに広がることが期待される。

## Symposia | シンポジウムA

📅 Wed. Aug 27, 2025 2:30 PM - 5:15 PM JST | Wed. Aug 27, 2025 5:30 AM - 8:15 AM UTC 🏠 Room C(2F 123)

## [SYA3] [A3] 発酵醸造文化の未来 — 伝統的酒造りのユネスコ無形文化遺産登録と次世代への継承

世話人：丸山 潤一（東京大学），渡邊 泰祐（日本大学）

3:05 PM - 3:35 PM JST | 6:05 AM - 6:35 AM UTC

### [SYA3-02] Sakeology: Interdisciplinary Studies at Niigata University

\*Yasuyuki Kishi<sup>1</sup> (1. Niigata University)

Keywords : Sakeology、Interdisciplinary Studies、Traditional Industry、International Collaboration、Academic Institutionalization of Cultural Resources

Dr. Yasuyuki Kishi

Vice Director of the Sakeology Center and Professor at the Faculty of Economic Sciences, Niigata University. He holds a Ph.D. from Waseda University and specializes in sake brewery organization, global expansion of traditional industries, and the intersection of tradition and innovation.

Sake, a traditional brewed beverage deeply intertwined with Japanese food culture and history, is produced through the interaction of rice, water, and microorganisms. The unique fermentation process known as “parallel multiple fermentation,” its intrinsic link to the natural environment, and its cultural integration with rituals and seasonal events together render sake a multifaceted subject of academic inquiry beyond its role as a mere beverage.

Recognizing the complexity and richness of sake, Niigata University signed a three-party collaboration agreement in 2017 with Niigata Prefecture and the Niigata Sake Brewers Association. This led to the establishment of the Sakeology Center in 2018 as a university-wide research and education organization. Focusing exclusively on sake as a subject, the Center aims to develop a new academic field—Sakeology—by integrating diverse disciplinary perspectives, including agriculture, engineering, medicine, economics, history, law, and sociology.

The defining characteristic of Sakeology lies in its “target-specific yet interdisciplinary” framework. From the cultivation of rice, fermentation control, production techniques, and distribution to marketing strategies, consumer behavior, health implications, and cultural meaning-making, sake serves as a nexus for a wide range of academic approaches. For example, agronomic expertise is essential for rice cultivation and breeding, fermentation science and microbiology are central to production, and economics, business studies, and sociology are key to understanding distribution and consumer reception.

The Center is structured around three research units—Brewing, Social & Cultural, and Health Sciences—which facilitate collaboration across scientific and humanistic domains. On the educational front, the university offers undergraduate lecture courses (Sakeology A, B, C, and D), as well as graduate-level master’s and doctoral programs. These programs are designed to integrate research and education, and they have garnered significant interest among students.

International collaboration has also been a major focus. Niigata University signed agreements with the University of Bordeaux in 2019 and the University of California, Davis in 2020. Drawing on these institutions' experience in Oenology (wine studies), the Center has initiated international comparative research and co-hosted summer schools, contributing to the redefinition of Sakeology within a global academic framework and supporting the international development of sake and its scholarly value.

This presentation introduces the formation of Sakeology at Niigata University, including its organizational background, research and educational structures, and international partnerships. By comparing it with other fermented beverage studies, the presentation explores how a localized cultural product like sake can generate academic and societal impact. Sakeology represents a compelling academic approach to this broader question.

## Symposia | シンポジウムA

📅 Wed. Aug 27, 2025 2:30 PM - 5:15 PM JST | Wed. Aug 27, 2025 5:30 AM - 8:15 AM UTC 🏠 Room C(2F 123)

## [SYA3] [A3] 発酵醸造文化の未来 — 伝統的酒造りのユネスコ無形文化遺産登録と次世代への継承

世話人：丸山 潤一（東京大学），渡邊 泰祐（日本大学）

3:35 PM - 4:05 PM JST | 6:35 AM - 7:05 AM UTC

### [SYA3-03] Characteristic features of white koji fungus used for shochu production

\*Taiki Futagami<sup>1</sup> (1. Kagoshima University)

Keywords : shochu、distilled liquor、white koji fungus、citric acid

#### 【講演者の紹介】

二神 泰基（ふたがみ たいき）：2003年九州大学農学部卒，2008年九州大学大学院生物資源環境科学府博士課程修了，同年 海洋研究開発機構 博士研究員，2009年九州大学大学院農学研究院 寄附講座教員．その後，2014年より鹿児島大学農学部附属焼酎・発酵学教育研究センター 准教授．現在に至る．

焼酎は，米，大麦，蕎麦，芋，黒糖といったさまざまな原料を用いて製造される伝統的蒸留酒である．焼酎の文化は微生物の増殖しやすい温暖な九州地方で発展してきたことから，腐造を防ぐための工夫がなされてきた．そのひとつは麹菌の種類である．麹菌の役割は，アミラーゼ等の酵素を生産して原料に含まれるデンプンを酵母が資化できるグルコースに分解することだが，焼酎造りに使用される黒麹菌（*Aspergillus luchuensis*）とその白色変異体である白麹菌（*Aspergillus luchuensis* mut. *kawachii*）はクエン酸を高分泌生産する性質も有している．クエン酸は醪のpHを下げて雑菌増殖を防ぐため，安定した焼酎製造が可能になる．私たちの研究グループは，このクエン酸高生産能をはじめとする白麹菌に特徴的な性質について解析を行ってきた．以下に，いくつかの研究トピックスを紹介する．

- ・白麹菌が白色化した原因：白麹菌と黒麹菌の比較ゲノム解析により，白麹菌が白色化した原因遺伝子が判明した．白麹菌のIFO（NBRC）4308株では，黒色色素であるメラニンの合成に関わる *pksP* 遺伝子に1塩基欠損により終止コドンが生じる変異が見つかった．また，それを修復することで白麹菌が黒色に戻ることが実証された．メラニン色素は紫外線などにより生じる酸化的ストレスへの耐性に関わっており，黒色化した白麹菌は紫外線や過酸化水素などへの耐性が向上した．

- ・白麹菌がクエン酸を高生産できる理由：麹菌のクエン酸生産能に，クエン酸排出輸送体の発現レベルが重要であることが明らかになった．白麹菌においてクエン酸排出輸送体をコードする *cexA* 遺伝子を破壊するとクエン酸生産がわずかに数%にまで低下し，その一方で，*cexA* 遺伝子を過剰発現させるとさらにクエン酸生産量が増えた．また，黄麹菌（*Aspergillus oryzae*）に白麹菌に由来する *cexA* 遺伝子を導入し， $\alpha$ -アミラーゼ遺伝子のプロモーターにより強制的に高発現させると，白麹菌と同程度のクエン酸生産能を獲得した．

- ・白麹菌の $\alpha$ -アミラーゼ：白麹菌はクエン酸を高分泌することで周囲のpHを低下させる．そのため，非耐酸性の $\alpha$ -アミラーゼ（AmyA）に加えて，耐酸性の $\alpha$ -アミラーゼ（AsaA）も生産することが知られている．白麹菌 IFO 4308株のゲノム解析の結果，AmyAとAsaAの他にも， $\alpha$ -アミラーゼ（AmyB）をコードすると推定される遺伝子が存在することが明らかになった．AmyAとAsaAは分泌型酵素だが，このAmyBはGPIアンカー型の膜タンパク質である

可能性が示唆された。

・白麹菌の $\beta$ -キシロシダーゼ：白麹菌IFO 4308株と黒麹菌RIB2604株の比較ゲノム解析により、白麹菌 IFO 4308株では $\beta$ -キシロシダーゼ (XylA) をコードする遺伝子に変異があり、機能していないことが明らかになった。 $\beta$ -キシロシダーゼはキシロオリゴ糖を分解してキシロースを生成する酵素である。また、焼酎製造ではキシロースは香気成分であるフルフラールの前駆物質として重要である。解析の結果、白麹菌IFO 4308株ではxylA遺伝子が機能しないため、醪中のキシロース濃度が低下することが明らかになった。

## Symposia | シンポジウムA

📅 Wed. Aug 27, 2025 2:30 PM - 5:15 PM JST | Wed. Aug 27, 2025 5:30 AM - 8:15 AM UTC 🏢 Room C(2F 123)

## [SYA3] [A3] 発酵醸造文化の未来 — 伝統的酒造りのユネスコ無形文化遺産登録と次世代への継承

世話人：丸山 潤一（東京大学），渡邊 泰祐（日本大学）

4:05 PM - 4:35 PM JST | 7:05 AM - 7:35 AM UTC

### [SYA3-04] Development of awamori brewing technology with new flavors utilizing microbial functions

\*Masatoshi Tsukahara<sup>1,2</sup> (1. Biojet Co., Ltd, 2. University of the Ryukyus)

Keywords : awamori yeast、4-vinylguaiacol、isoamyl acetate、black koji mold、lactic acid bacteria

Masatoshi Tsukahara

Biojet Co., Ltd / University of the Ryukyus, Organization for Research Promotion

Awamori, Okinawa's representative distilled alcoholic beverage with a 600-year history, faces challenges in diversifying its quality due to limited microbial strains, partly from World War II's effects. This study focused on basic and applied research into microorganisms involved in awamori brewing to address this, leading to the commercialization of awamori with new flavors.

We improved flavor by breeding existing 101 awamori yeast strains. Detailed phylogenetic analysis and whole genome analysis of the widely used 101 strain, known for high ethanol productivity, led to the 18-T55 strain. This strain, with a mutated IPMS enzyme, significantly increased isoamyl acetate, a popular flavor component. Practical brewing confirmed improved flavor, resulting in Shinzato Shuzo Co., Ltd.'s "Kariyushi 30 degrees."

To diversify quality, we isolated two new *Saccharomyces cerevisiae* strains from Okinawa's natural environment: HC02-5-2 (from hibiscus) and 35a14 (from island banana).

Phylogenetic analysis showed HC02-5-2 belongs to the wine yeast group, while 35a14 is distinct. Both are highly productive of 4-vinylguaiacol (4-VG), a vanillin precursor.

Although their isoamyl acetate productivity was initially low, we bred them to obtain high-producing strains (T25 and BNNL80), clarifying the IPMS enzyme mutations responsible.

Kamimura Shuzo Co., Ltd. commercialized "Sho KAMIMURA 40%" using one, and Higa Shuzo Co., Ltd. commercialized "ZANPA Shima-Banana Yeast 25%" using the other.

Functional analysis and practical application of black koji mold and lactic acid bacteria also played a role. Whole genome information revealed detailed intraspecific phylogenetic relationships of the black koji fungus *Aspergillus luchuensis*, classifying it into two main groups (A and SK). Selecting the phylogenetically distant "Ryukyu strain" led to "University of the Ryukyus' Awamori II," commercialized by Kamimura Shuzo Co., Ltd. Finally, isolating lactic acid bacteria from awamori mash revealed *Lactococcus lactis*, which converts ferulic acid to 4-VG, and *Lactiplantibacillus plantarum*, which converts ferulic acid to dihydroferulic acid (DFA). These findings scientifically demonstrate the important effect of lactic acid bacteria in the mash on awamori's flavor development.



## Symposia | シンポジウムA

📅 Wed. Aug 27, 2025 2:30 PM - 5:15 PM JST | Wed. Aug 27, 2025 5:30 AM - 8:15 AM UTC 🏢 Room C(2F 123)

**[SYA3] [A3] 発酵醸造文化の未来 — 伝統的酒造りのユネスコ無形文化遺産登録と次世代への継承**

世話人：丸山 潤一（東京大学），渡邊 泰祐（日本大学）

4:35 PM - 5:05 PM JST | 7:35 AM - 8:05 AM UTC

**[SYA3-05] Advances in Research & Development of *Koji* Mold and Future Prospects**

\*Jun-ichi Maruyama<sup>1</sup> (1. The University of Tokyo)

Keywords : *Koji* Mold、UNESCO Intangible Cultural Heritage、Traditional Sake Brewing、Research & Development、Advanced Technology

Jun-ichi Maruyama, PhD

Professor, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo  
He acquired Ph.D. from Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo (2001) and then continued postdoctoral research. He was appointed as Assistant Professor (2006) at The University of Tokyo, and during it he also studied as a guest researcher at Georg August University Göttingen, Germany (2010). He became Project Associate Professor (2016), Project Professor (2021), and then Professor (2025) at The University of Tokyo.

*Koji* mold is a microorganism used in Japanese traditional brewing industry, and its importance was recognized again in the registration of "Traditional Sake Brewing" on the UNESCO Intangible Cultural Heritage list in 2024. *Koji* mold is also used to produce enzymes and proteins/natural products derived from different organisms, and recently the fungus itself has attracted attention as an edible protein source.

Research on *koji* mold has made great progress since the first whole genome sequence was deciphered in 2005. With the development of technology that enables highly efficient genetic manipulation, functional analysis and functional development of many genes have been actively carried out. For an example, the authors have been conducting functional analysis of genes in the intracellular organelles of *koji* mold, and in the process discovered for the first time that peroxisomes are involved in the biosynthesis of biotin, one of vitamins. This discovery led to the idea of developing an *amazake*, in which vitamins produced by *koji* mold play an important role, and it was released as "Doctor's Old *Koji* Amazake" using *koji* mold strains that Dr. Kinichiro Sakaguchi, Professor Emeritus of The University of Tokyo, known as the "God of Sake", had collected before or during Pacific War.

On the other hand, the genetic manipulation of *koji* mold as described above has been carried out mainly on the RIB40 strain, the first whose whole genome sequence was deciphered. In fact, there are a wide variety of industrial strains of *koji* mold suitable for various purposes, such as sake, soy sauce, *miso*, and genetic manipulation of these industrial strains has been extremely difficult and inefficient. With the genome editing technology CRISPR/Cas9 system, the efficiency of gene manipulation in industrial *koji*

mold strains was dramatically improved, also enabling multiple gene modifications. By modifying the metabolism of *koji* mold on a large scale, metabolic production capability was significantly improved, demonstrating that these approaches are effective in developing functions to greatly explore the potential of *koji* mold.

In recent years, with the development of next-generation sequencing technology, the deciphering of the genome sequences of many industrial strains of *koji* mold has been reported. Analysis using genome editing technology based on the results of comparative genome analysis has allowed us to link the diverse characteristics and gene functions of industrial *koji* mold strains that have been specialized for various uses. Furthermore, it is expected that the breeding and development of *koji* mold aimed at true industrial use will become possible by performing efficient and flexible genetic modifications of strains with industrially excellent properties.

In addition to the background of *koji* mold having been used for many years in the brewing industry in Japan, there is growing interest in its use in new industrial fields and even overseas. It is expected that the potentials of *koji* mold will be maximized by combining traditional knowledge and advanced technology, which will lead to the creation of diverse new food industries and cultures.