



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	氷点下で4年間貯蔵した米の発芽勢と発芽率および品質
Author(s)	川村, 周三; Kawamura, Shuso; 竹倉, 憲弘 他
Citation	低温生物工学会誌, 50(2), 71-75
Issue Date	2004
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/735">https://hdl.handle.net/2115/735</a>
Type	journal article
File Information	FinalPaperVigorGerminationRate.pdf



# 氷点下で4年間貯蔵した米の発芽勢と発芽率および品質

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究科, <sup>2</sup>中央農業総合研究センター

川村周三<sup>1</sup>, 竹倉憲弘<sup>2</sup>, 横江未央<sup>1</sup>, 伊藤和彦<sup>1</sup>

## **Vigor and Germination Rate, and Quality of Rice Stored below Ice Point for Four Years**

Shuso KAWAMURA<sup>1</sup>, Kazuhiro TAKEKURA<sup>2</sup>, Mio YOKOE<sup>1</sup>, Kazuhiko ITOH<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Graduate School of Agricultural Science, Hokkaido University,*

*Kita 9 Nishi 9, Kita-ku, Sapporo 060-8589, Japan*

<sup>2</sup>*National Agricultural Research Center, 3-1-1 Kannondai, Tsukuba 305-8666, Japan*

Effects of temperature below ice point on vigor and germination rate, and quality characteristics of rice during four-year storage were investigated in this study. Low temperature maintained dormancy of rice and hence preserved vitality of rice. There was very little deterioration in the quality of rice stored at low temperature. Eating quality of rice stored at temperatures less than 5°C for four years was the same as that of newly harvested rice. These results indicate that preservation of rough rice quality in farm scale silos for several years is possible by storing rice at an average temperature below 5°C during storage.

## 第 50 回 低温生物工学会 研究報告 2 .

[Keywords: Dormancy, Vitality, Eating quality, Long-term rice stockpile, Super-low-temperature storage; 休眠性, 生命力, 食味, 米の長期備蓄, 超低温貯蔵]

### 緒 言

水分が 17.8% 以下の米は  $-80^{\circ}\text{C}$  においても凍結傷害を起こさないことが明らかになっている<sup>1)</sup>。米を氷点下で貯蔵する研究は過去にいくつか行われている<sup>2-5)</sup>。しかし, 米を氷点下で長期間貯蔵した研究は例がない。

米の発芽勢と発芽率は, 米の休眠性の強弱や生命力の有無を知る指標である。同時にこれらは米の品質を知る指標ともなる。本研究は, 氷点下で米を 4 年間貯蔵し発芽勢と発芽率および品質を測定し, よって米の長期備蓄のための基礎資料を得ることを目的として行った。

### 材料および方法

## 1. 試料と貯蔵方法，貯蔵期間

試料は1998年北海道雨竜産「ほしのゆめ」の  
粳で，水分は15.6%（w.b.，135℃）であった。

試料を容積20Lのポリエチレン製容器に12kg  
ずつ入れ，-50℃，-20℃，-5℃，5℃，15℃，  
25℃の温度でそれぞれ貯蔵した。貯蔵期間は，  
1998年10月9日から2002年9月28日までの  
48ヵ月間（1450日間）であった。

## 2. 測定

貯蔵開始時，2ヵ月後，4ヵ月後，6ヵ月後，9  
ヵ月後，12ヵ月後，24ヵ月後，36ヵ月後，48  
ヵ月後に試料の一部（約500g）を取り出し，発  
芽勢と発芽率の測定を行った。脂肪酸度とテク  
スチュログラム特性の測定は貯蔵開始時と48ヵ  
月後に行い，食味試験を48ヵ月後に行った。

試料（粳）をロール式粳摺機で粳摺し，網目  
幅1.90mmで粒厚選別し，玄米を調製した。発芽  
勢と発芽率の測定は食糧庁の標準計測方法に準  
じ，玄米の整粒100粒を0.3%（w/w）の過酸化  
水素水に浸漬して20℃の恒温器内に静置した。

72 時間以内に発芽した粒数割合を発芽勢，7 日以内に発芽した粒数割合を発芽率とした。測定は 3 回反復した。

玄米の脂肪酸度は AACCC ( American Association of Cereal Chemists ) 迅速法に準じた滴定法で測定した。測定は 3 回反復した。

玄米を摩擦式精米機で搗精歩留が 90.5% ( $\pm 0.1\%$ ) となるように搗精し，精白米を調製した。炊飯米のテクスチュログラム特性は稲津の方法<sup>6)</sup>に準じて測定し，炊飯米の硬さ粘り比(硬さ $\div$ 粘り)として表した。測定は 21 回反復した。

食味評価は食糧庁の米の食味試験実施要領に準じて行った。食味試験は貯蔵 48 ヶ月後にこの年の新米(貯蔵した試料と同じ生産者が栽培収穫した 2002 年雨竜産ほしのゆめ)を基準米とした相対比較法で行った。パネルの人数は 48 人で，男女比は 32:16，年齢構成は 29 才以下が 40 人，30 才以上が 8 人であった。

## 結果および考察

## 1 . 発芽勢と発芽率

発芽勢は種子の休眠性の強弱を示す指標であり、発芽率は種子の発芽能力の有無（種子としての生死、生命力）を示す指標である。休眠性と種子の呼吸や物質代謝には密接な関係があり、例えば休眠性が弱いと種子の生理活性が高く呼吸が活発で物質代謝が盛んである。その結果、休眠性が弱いと呼吸にともなう自己消耗が大きくなり、やがて生命力（発芽能力）を失う。

すなわち、発芽勢が低く発芽率が高い場合は、休眠性が強く短時間（72時間）では発芽しないが、最終的には（7日後までには）休眠が打破されて発芽する能力がある（種子として生命力がある）ことを示している。また、発芽勢が高く発芽率も高い場合は、休眠性が弱く呼吸や物質代謝が盛んであり、かつ生命力があることを示している。一方、発芽勢が低くかつ発芽率も低い場合は、種子の生命力が失われていることを示している。以上のように、発芽勢と発芽率とを組み合わせて考えることにより、稲の種子である米の休眠性と生命力を判断し、さらには呼

吸や物質代謝を推測することが可能である。

貯蔵開始時の発芽勢は約 50% , 発芽率はほぼ 100% であった。すなわち , 貯蔵開始時の米は休眠性が強く生命力が高いことを示していた。

25℃ で貯蔵した試料の発芽勢は , 50% から貯蔵 2 ヶ月後には 90% 以上に一旦上昇した後に , 9 ヶ月後に 0% まで低下した ( Fig. 1) 。 25℃ 貯蔵の試料の発芽率は , 100% から 6 ヶ月後には 90% を下回り , 12 ヶ月後に 0% となった。すなわち , 米を 25℃ で貯蔵すると 2 ヶ月後には休眠性が弱まり , 12 ヶ月後に生命力を失った。

15℃ で貯蔵した試料の発芽勢は , 6 ヶ月から 12 ヶ月後に 90% 以上に上昇した後に , 36 ヶ月後に 0% まで低下した ( Fig. 2) 。 15℃ 貯蔵の試料の発芽率は , 12 ヶ月後以降に低下しはじめ , 48 ヶ月後に 0% になった。すなわち , 25℃ および 15℃ で貯蔵した試料は , 貯蔵温度が高かったために貯蔵開始直後から休眠性が徐々に弱まり , 呼吸や物質代謝が活発となり自己消耗するにともない生命力が減退し , やがて完全に生命力を失った。

5℃ および -5℃ で貯蔵した試料の発芽勢は貯蔵中に徐々に高くなり、48ヵ月後に95%以上に増加した (Fig. 3, Fig. 4)。同時に発芽率は48ヵ月後までほぼ100%に保たれた。すなわち、これらの試料は貯蔵中に徐々に休眠性が弱まったものの、48ヵ月間は発芽能力を保持した。しかし、5℃ および -5℃ で貯蔵した試料は48ヵ月後でも米の生命力が高く維持されているものの、発芽勢が高く休眠性が低いことから、さらに長い期間貯蔵した場合には徐々に生命力が減退していくと予想された。

-20℃ および -50℃ で貯蔵した試料の発芽勢は48ヵ月後も貯蔵開始時とほぼ同じであり、発芽率もほぼ100%であった (Fig. 5, Fig. 6)。すなわち、-20℃ および -50℃ で貯蔵した試料は、貯蔵温度が低かったために48ヵ月貯蔵後も休眠した状態であり、貯蔵中の呼吸や物質代謝が抑制されたために、自己消費せずに48ヵ月にわたり発芽能力を保持した。同時に、-20℃ および -50℃ で貯蔵した試料は発芽勢が貯蔵開始時と同様に低く保たれていることから、48ヵ月以上の

さらに長期間の貯蔵であっても生命力が維持されると予想された。

## 2. 品質

脂肪酸度は米の品質劣化の指標であり，20～25mg以上で品質劣化を示すとされている<sup>7)</sup>。5℃以下で貯蔵した試料の脂肪酸度は，48ヵ月貯蔵後も貯蔵開始時とほぼ同じ値であり，貯蔵後の品質劣化は認められなかった（Fig. 7）。

一般に貯蔵により古米化が進むと炊飯米の硬さが増加し，粘りが減少する。テクスチュログラム特性の硬さと食味の総合評価との間には負の相関があり，粘りと食味の総合評価との間には正の相関がある。テクスチュログラム特性の硬さ粘り比は，この値が低いとテクスチャ（食感）が良く，米の貯蔵状態が良かったと判断できる<sup>6)</sup>。5℃以下で貯蔵した試料の硬さ粘り比は，48ヵ月貯蔵後も貯蔵開始時とほぼ同じ値であり，テクスチャが良いことが示された（Fig. 8）。

48ヵ月貯蔵後の食味試験において，5℃以下で貯蔵した試料は基準米（新米）と同様な食味の総合評価であった（Fig. 9）。すなわち，5℃以下

で粳を貯蔵すると48ヵ月の長期貯蔵においても新米と同様な食味を保持できることが分かった。

以上の結果から、5℃以下で粳を貯蔵すると48ヵ月は新米と同様な生命力と品質とを保持することが可能であり、米の長期備蓄が可能であることが確認された。

### 3. 超低温貯蔵による米の長期品質保持

著者等は、実用規模のサイロにおいて、冬季の寒冷な外気を通風して貯蔵粳378tの冷却を行うことにより、粳を氷点下で貯蔵する超低温貯蔵の実証試験を行った<sup>5)</sup>。その結果、サイロ内の粳すべての穀温は2月上旬から3月下旬までの約1.5ヵ月にわたり氷点下に保たれた。また、11月下旬から翌年8月中旬までの貯蔵期間中の粳の平均穀温はサイロ中心部で0.7℃、内壁付近で3.5℃であった。この実証試験においてサイロで貯蔵した粳の品質や食味は、対照として行った低温貯蔵（平均穀温は5.0℃）の粳より高く、-5℃貯蔵（穀温は-5℃一定）と同等で、貯蔵前と貯蔵後の品質や食味もほぼ同じであった<sup>5)</sup>。したがって、実用規模の貯蔵において穀温が一

定ではなく季節変動があっても，貯蔵期間中の平均穀温を $5^{\circ}\text{C}$ 以下にすることにより，1年程度の貯蔵においては新米と同等の品質や食味を保つことが可能であった。また，本研究では $5^{\circ}\text{C}$ 以下で4年間にわたり貯蔵前の品質や新米と同等の食味を保持できたことから，貯蔵中の平均穀温を $5^{\circ}\text{C}$ 以下に保つことにより1年以上の長期間の備蓄においても高品質保持が可能であると考えられる。

現行の実用施設における粳貯蔵では，貯蔵期間は通常1年以内である。著者等が開発し北海道で普及しているカントリーエレベータでの超低温貯蔵で1年以上の貯蔵を行う場合，寒冷外気という自然エネルギーを用いるのみで貯蔵期間中の平均穀温を $5^{\circ}\text{C}$ 以下に抑え，高品質保持が可能であると考えられる。すなわち，カントリーエレベータのサイロに粳を貯蔵し冬季の寒冷外気を用いて通風冷却することで，数年にわたり粳を高品質に保つ備蓄貯蔵を行うことが可能であると考える。

## 文 献

- 1 ) 川村 , 小河 , 藤川 , 竹倉 , 伊藤 : 低温生物工学会誌 , **49**(2), 97 (2003).
- 2 ) 瀬野 , 佐原 , 山口 , 小原 : 農業施設 , **5**(1), 9 (1975).
- 3 ) Kawamura, S., M. Natsuga, S. Kouno and K. Itoh : Proc of Int Conf on Agric Eng & Technol, Dhaka, Bangladesh, **3**, 820 (1997).
- 4 ) 深井 , 松澤 , 石谷 : 日本食品科学工学会誌 , **50**(5), 243 (2003).
- 5 ) 川村 , 竹倉 , 小河 , 伊藤 : 低温生物工学会誌 , **49**(2), 119 (2003).
- 6 ) 稲津 : 北海道立農業試験場報告 , **66**, 1 (1988).
- 7 ) 鶴田 , 遠藤 , 高橋 , 竹生 : 食品総合研究所報告 , **32**, 11 (1977)

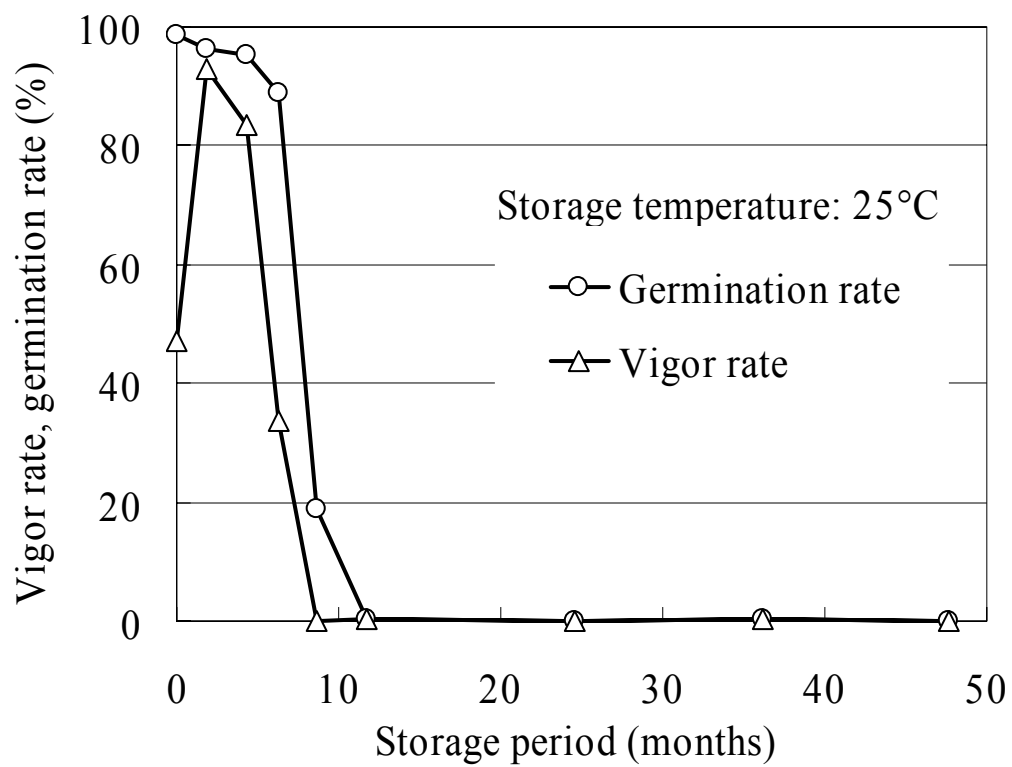


Fig. 1. Changes of vigor rate and germination rate during storage at 25°C.

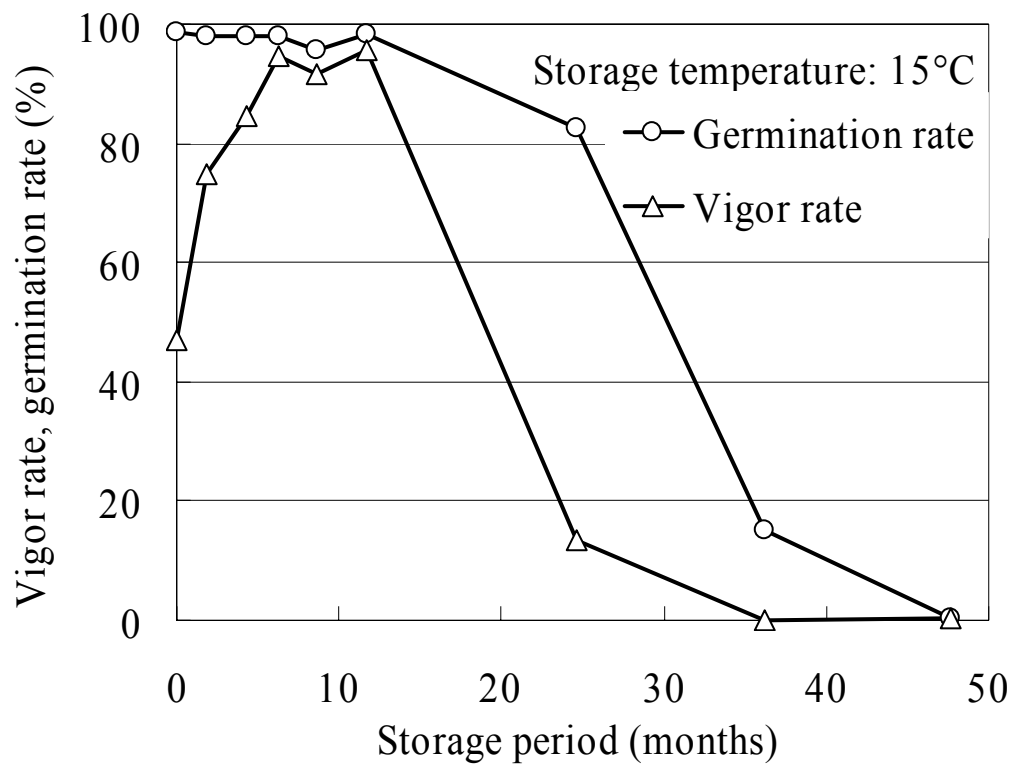


Fig. 2. Changes of vigor rate and germination rate during storage at 15°C.

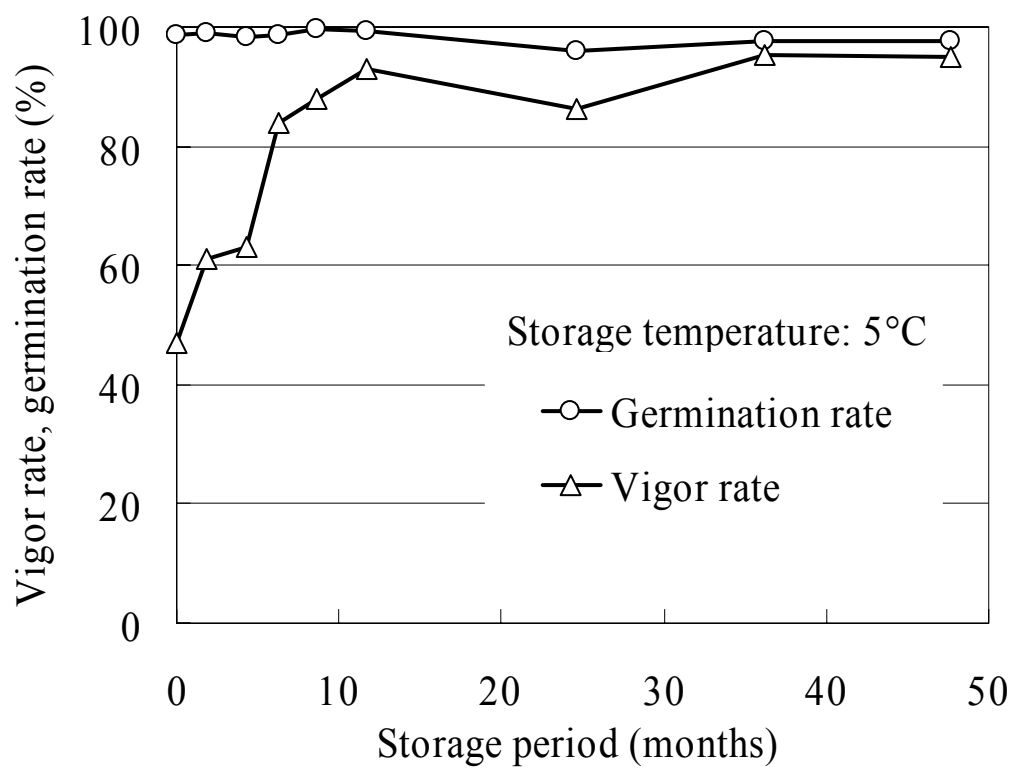


Fig. 3. Changes of vigor rate and germination rate during storage at 5°C.

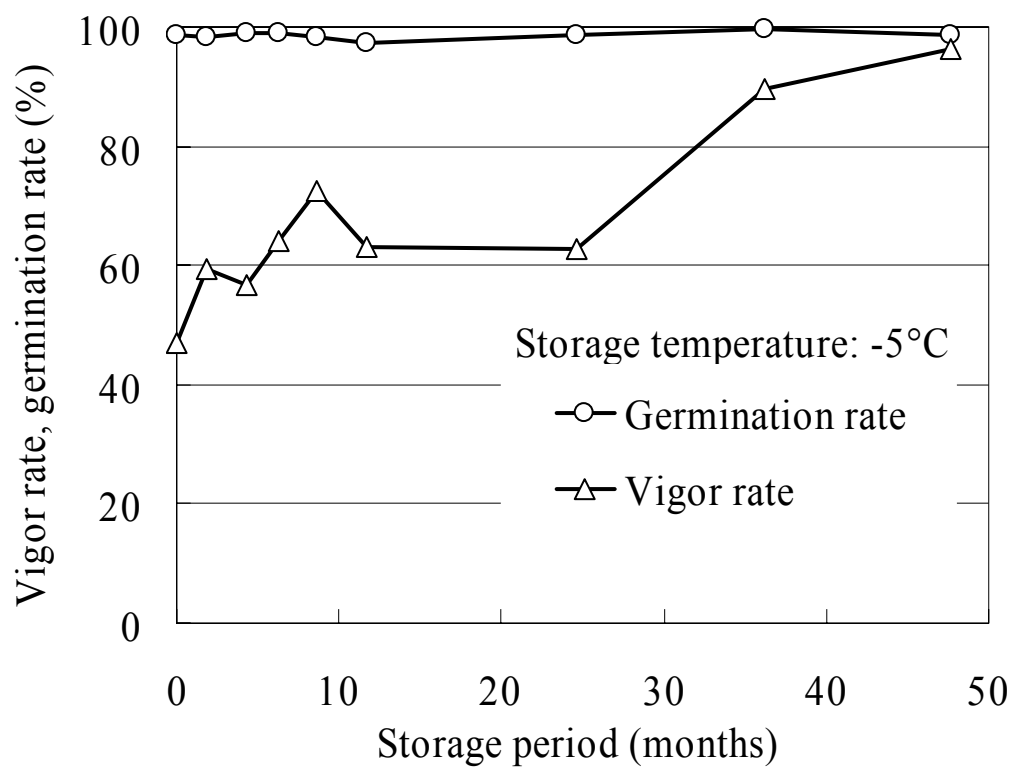


Fig. 4. Changes of vigor rate and germination rate during storage at -5°C.

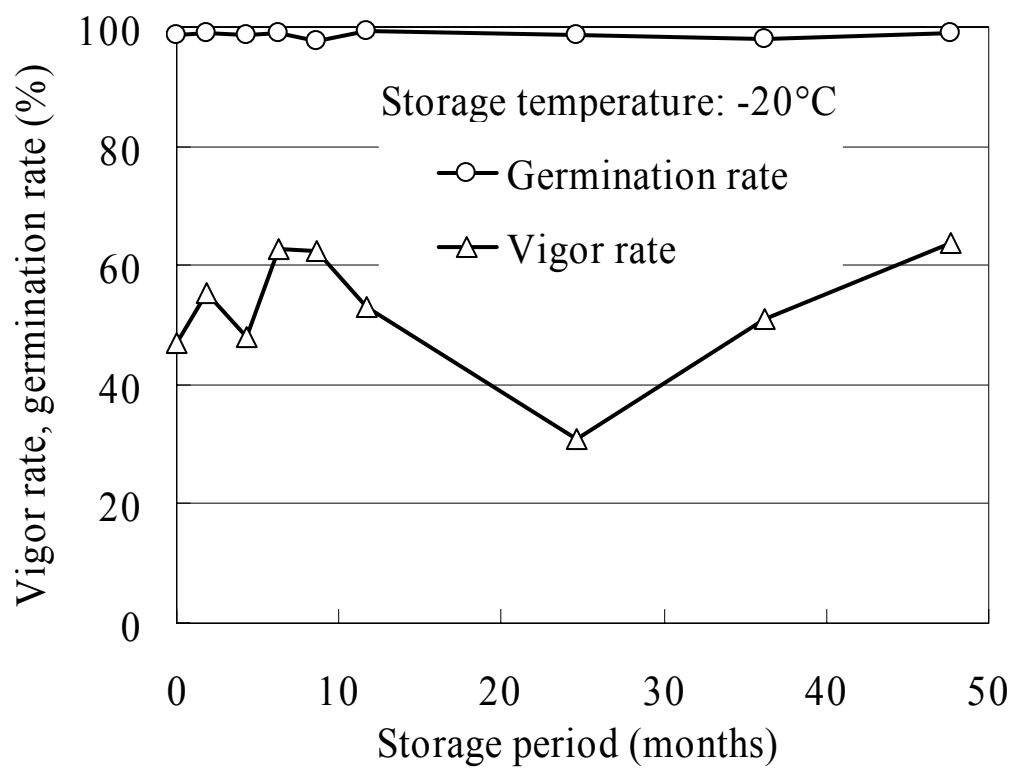


Fig. 5. Changes of vigor rate and germination rate during storage at -20°C.

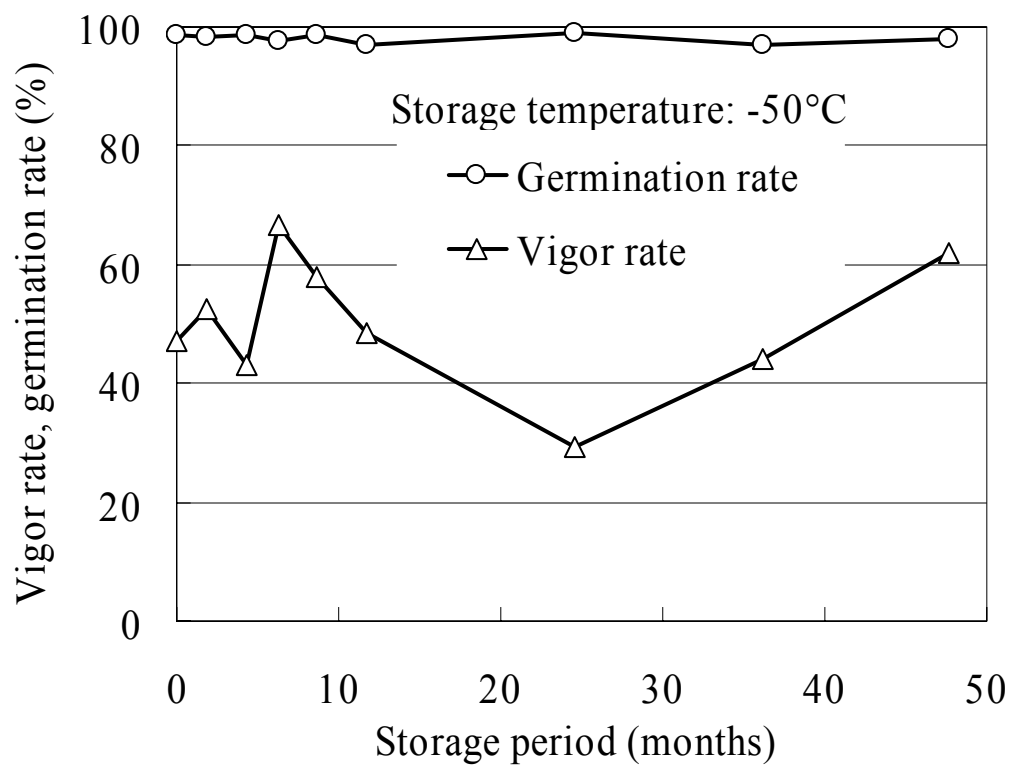


Fig. 6. Changes of vigor rate and germination rate during storage at  $-50^{\circ}\text{C}$ .

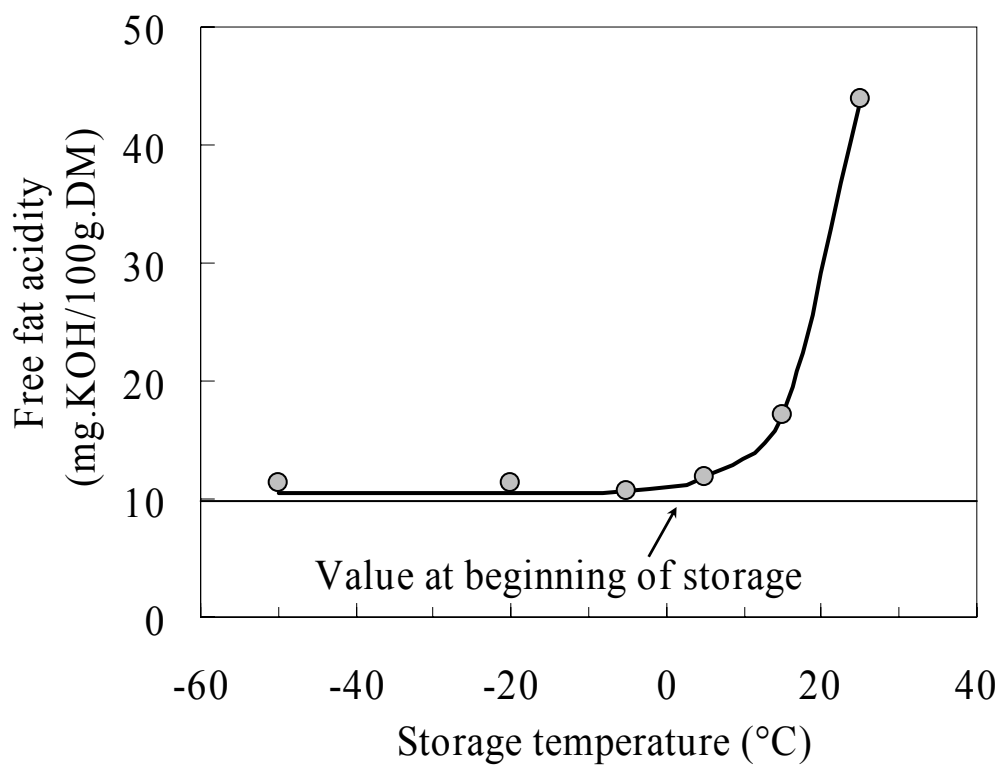


Fig. 7. Free fat acidity of rice after 48-month storage.

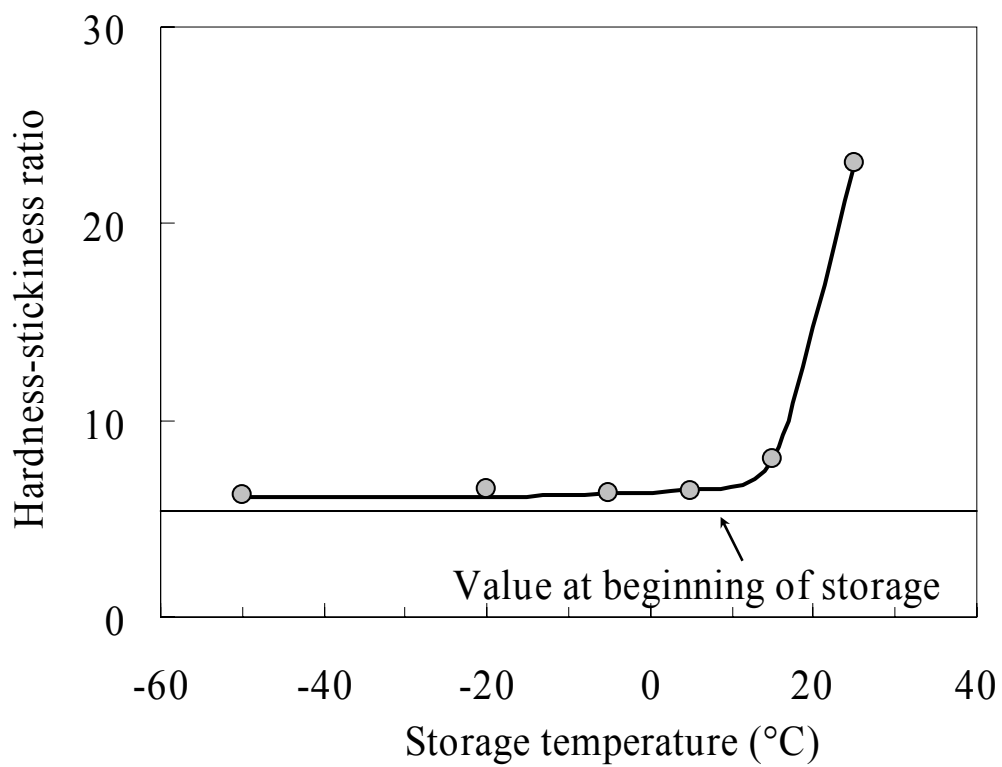


Fig. 8. Texturogram properties of cooked rice after 48-month storage.

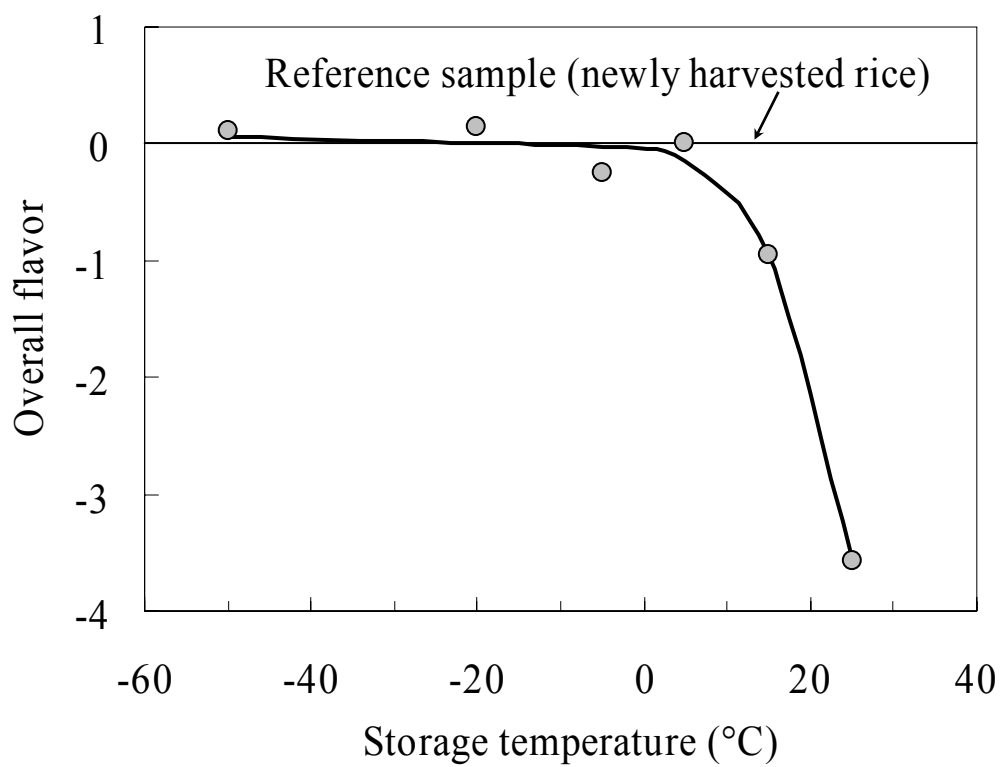


Fig. 9. Eating quality (overall flavor) of cooked rice after 48-month storage.