

古米(2001, 2004 および 2006 年度収穫米(滋賀県産日本晴))に  
及ぼすニオイタコノキ葉(*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)の  
化学成分の影響

藤田 明子\*, 菅 喬太\*\*, 川上 晃司\*, 立花 伸哉\*\*\*,  
岡田 芳治\*\*\*\*, 野村 正人\*\*\*

Effect of the Addition of *Pandanus amaryllifolius* Roxb. to Old Rice  
(2001, 2004 and 2006) Harvested in Different Years

Akiko FUJITA\*\*, Kyouta SUGA\*, Koji KAWAKAMI\*\*, Shinya TACHIBANA\*\*\*,  
Yoshiharu OKADA\*\*\*\* and Masato NOMURA\*\*\*\*

Synopsis

In our examination, the influence of leaf which contain 2-acetyl-1-pyrroline odor in improving the taste evaluation and anti-oxidation effects were tested. *Pandanus amaryllifolius* Roxb. leaf was added to the Nihonbare rice (Old rice) produced in Shiga prefecture in 2001, 2004 and 2006.

As a result, 1g of *Pandanus amaryllifolius* Roxb. leaf proved improvement in the taste evaluation and anti-oxidation effects of the old rice. Specifically, we observed the gain of free amino acids (threonine or alanine) which improve the taste evaluation and obtained cooked rice with good flavor. Also, improvement of DPPH radical scavenge effect was observed in this experiment.

Keyword : *Pandanus amaryllifolius* Roxb., Nihonbare rice, DPPH radical scavenge, Amino acid

- 
- |                     |   |
|---------------------|---|
| * (株)サタケ技術本部食味・分析室  | Taste Research Laboratory, Engineering<br>Division, Satake Co.                          |
| ** 近畿大学大学院システム工学研究科 | Graduate School of Systems Engineering,<br>Kinki University.                            |
| *** 甲南化工(株)         | Konan Chemistry Industry Co., Ltd.  |
| **** 近畿大学工学部生物化学工学科 | Department of Biotechnology and Chemistry,<br>Faculty of Engineering, Kinki University. |

## 1. 緒言

わが国の基本的食糧として米があり、最近、豊作や消費の減退から過剰米が発生し、農水省などの指導による米の生産調整が実施されたが、更なる消費量の減退から過剰米が累積し、その処理に追われているのが現状である<sup>1)</sup>。新食糧法として、平成7年11月に施行された食糧需給価格安定法による米の流通、管理が大きく変革された。その中で、量産確保の時代から良品質、良食味要求の時代への変化に応じた新しい加工食品の開発(テイクアウト食品など)が展開され今日に至っている。

一方、ブレンドの考え方は一般的にタバコ、コーヒーおよびお茶などは味や香りを良くするために、それぞれの特徴の異なったものを適当に混ぜ合わせて、より良い製品を作り出す方法として確立されている<sup>2)</sup>。米のブレンドは米の加工、流通、消費において、極めて重要で欠くことのできない処理であり、家庭経済に合った美味しい米を提供することからもブレンドの必要性が要求されている<sup>3,4)</sup>。しかし、東南アジアを中心とした国々では、自国に自生している植物を利用して香味した炊飯米を食している風習がある<sup>5)</sup>。とくに、タイなどでは観賞用のタコノキ科に属するニオイタコノキ葉(*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)<sup>6-8)</sup>の香りに含まれている新米の香り成分の一つである 2-acetyl-1-pyrroline の香りを伝承的に米の炊飯に利用したアコード処理方法で調和した炊飯米を食している。

そこで今回、著者らはニオイタコノキ葉に含まれる 2-acetyl-1-pyrroline 以外の化学成分を明らかにすると同時に、2001年度(平成13年)、2004年度(平成16年)および2006年度(平成18年)に収穫した滋賀県産日本晴れ米を炊飯する際にニオイタコノキ葉を添加した時に及ぼす食味の改善および新たな機能性発現としての抗酸化能について検討した。また、古米臭に対する知見と味の評価に影響を及ぼす遊離アミノ酸の分析を行い、新たな古米の加工手法と成り得るか否可についても検討したので合わせて報告する。

## 2. 実験

### 2.1 実験操作

(株)サタケから入手した3種類の収穫年度別(2001年度、2004年度および2006年度)の精米(滋賀県産日本晴、歩留90%)100gに対して、炊飯時に投入するニオイタコノキ葉の添加量を変化させて通常の炊飯を行った。得られた各米飯の食味官能評価をパネリスト10名により行った。また、各米飯をジエチルエーテルで抽出した後、各抽出部の抗酸化能発現について、DPPHラジカル消去効果試験を用いて測定し評価した。

### 2.2 タイ国より入手したニオイタコノキ葉中の化学成分

生葉1.0kgおよび乾燥葉454.3gをそれぞれ水蒸気蒸留した後、得られた油分をジエチルエーテルで抽出した。得られた精油成分の同定、確認は、GC-MS (Instrument:Hewlett Packard HP 5890, Column:DB-WA-X 60m, Column Temp.: 60°C (3°C/min) - 210°C, Injection Temp.:250°C)測定により行った。また、炊飯時にニオイタコノキ葉を添加した際、得られた揮発成分についてもGC-MS(Column: DB-WAX 60m×0.25mm, Column Temp.: 35°C(4min/hold) - (4°C/min)-220°C), Injection: 260°C, Detection: 220°Cの条件で分析を行った。

### 2.3 食味官能評価試験

ニオイタコノキ葉を入れて炊飯した米に対する食味官能評価試験をパネリスト10名によるボランティア法で日本穀物検定協会基準<sup>9-13)</sup>を参考に実施した。

### 2.4 SPME法を用いたGC-MS分析

食味官能評価試験において、最も評価の向上が確認されたニオイタコノキ葉1gを添加した米飯3gをバイアルビンに入れて、SPMEファイバー(Carbon/PDMS Stable Flex)を挿入し100°Cで30分間加熱し吸着させた。その後、250°Cで10分間脱着させてGC-MS分析(Column:DB-WAX, 60m×0.25mm, 40°C(5 min/hold))

~6°C/min~220°C (3 min/hold)) を行った。

## 2.5 抗酸化能評価

### 1) DPPH ラジカル消去効果試験<sup>14)</sup>

それぞれの試料 1mg / mL エタノール溶液を作成し、これらを希釈することにより 8種類の希釈系列を 2系統調整した。これに 100 μL のエタノールを加え、ついで、0.2mM の DPPH エタノール溶液 50 μL を加え攪拌し、室温で 30 分静置した後、マイクロプレートリーダーを用いて、517nm の吸光度 A を測定した。ブランク試験として、各試料の代わりにエタノールを用いて、同様の試験を行い吸光度 B を測定した。また、測定試料に色がついている場合には、色対照試験として DPPH エタノール溶液の代わりにエタノールを用いて、同様の試験を行い、吸光度 C を測定した。なお、DPPH ラジカル消去率は次式に示した算出方法により求めた。

$$\text{DPPH ラジカル消去率} = [1 - (A - C) / B] \times 100$$

これらの消去率に基づいて、単位濃度 1.0 に対する 50%消去濃度 SC<sub>50</sub>(50% Scavenging concentration)についても算出した。

### 2) 活性酸素消去効果(SOD)試験<sup>15)</sup>

それぞれの試料 10 μL に発色試薬 (0.1M リン酸緩衝液 pH 8.0, キサンチン 0.4mmol/L, ニトロブルーテトラゾリウム (NO<sub>2</sub>-TB) 0.24mmol/L) 100 μL を加えて、これらを本試験および色対照試験とした。また、ブランク試験として試験の代わりに DMSO 溶液を用いて、同様の操作を行なった。これらをプレートミキサーで 1 分間攪拌した後、本試験とブランク試験では酵素液 (キサンチンオキシダーゼ, 0.1M リン酸緩衝液 pH 8.0) を色対照試験ではブランク液 (0.1M リン酸緩衝液 pH 8.0) をそれぞれ 100 μL 加え、プレートミキサーで 1 分間攪拌後、37°C で 28 分間加温した。その後、反応停止液 (ドデカ硫酸ナトリウム) 20 μL を添加し、プレートミキサーで 5 分間攪拌後、560nm の吸光度を測定し、得られた吸光度に基づき SOD 活性値を次式に示した算出方法により求めた。

SOD 活性値( 阻害率%) =

$$[(E_{B1} - E_{B1-B1}) - (E_S - E_{S-B1})] / (E_{B1} - E_{B1-B1}) \times 100$$

E<sub>S</sub>: 本試験

E<sub>B1</sub>: 本試験のブランク

E<sub>S-B1</sub>: 色対照試験

E<sub>B1-B1</sub>: 色対照試験ブランク

## 2.6 遊離アミノ酸分析

収穫年度の異なる 2001 年度, 2004 年度および 2006 年度のそれぞれの精米 5g を十分に洗い、裁断した生のニオイタコノキ葉 50 mg をそれぞれ添加した。また、コントロールとしてニオイタコノキ葉無添加の精米も同様に洗った。ついで、蒸留水 6.6 mL (1.33 倍量) 加え 100 °C で 20 分間加熱した。炊飯後に 75%エタノール溶液 20 mL を加え、ウォーターバスシェイカー (12 h, 40 °C) にて攪拌抽出を行った。抽出液にスルホサリチル酸 1 mL を加え、遠心分離 (3000 rpm, 3 min, 4 °C) を行い、その上清を採取した。得られた上清をろ過し凍結乾燥したものを測定試料として調製した。

また、ニオイタコノキ葉に含まれる遊離アミノ酸についても検討するために、裁断した生のニオイタコノキ葉 200 mg に蒸留水 10 mL を加えた後、加熱し、ついで、75%エタノール溶液 20 mL を加え、ウォーターバスシェイカー (12 h, 40 °C) にて攪拌抽出した後、その溶液 5 mL を濃縮し測定試料を調製した。

## 2.7 OPA 法を用いたアミノ酸分析

それぞれに調製した試料のアミノ酸分析については、島津製作所製アミノ酸分析システムを使用した。分析条件は、Shim-pack Amino-Na (150mmL×6.0mmI.D.) カラムを 60°C で使用しアンモニアトラップカラムは Shim-pack ISC-30 / S0504 を使用した。移動相はアミノ酸分析移動相キット Na 型を使用し流量は、0.4 mL / min とした。また、反応液はアミノ酸反応液 (OPA / N-アセチルシステイン試薬) を使用し、流量は 0.3 mL / min とした。検出器は、蛍光検出器 (Ex.350nm, Em.450nm) を使用した。

## 3. 結果および考察

まず、古米である 2001 年度、2004 年度および 2006 年度に収穫した 3 種類の米に投入したニオイタコノキ葉の化学成分について検討した。その結果、ニオイタコノキの生葉(Table 1)の水蒸気蒸留油中には 46 種類の成分を、乾燥後の葉(Table 2)について水蒸気蒸留油中には 74 種類の成分が含まれていることをガスクロマトグラム分析から明らかにした。

また、同時にそれぞれの油分中の主な化学成分の構造 (Fig.1 および 2) についても明らかにすることができた。

Table 1 ニオイタコノキ生葉油分の化学成分 (組成比%)

Peak No.	R.T. <sup>a)</sup>	Compounds	Area rate (%)
1	8.40	Monoterpene	0.024
2	15.36	1-Octen-3-ol	trace
3	15.47	Acetic acid	0.016
4	16.69	2,4-Dimethyl-pentane	0.010
5	17.30	(2 $\alpha$ ,4 $\alpha$ . $\alpha$ ,8 $\alpha$ . $\alpha$ )-3,4,4 $\alpha$ ,5,6,8 $\alpha$ -Hexahydro-2,5,5,8 $\alpha$ -tetramethyl-2H-1-Benzopyran	0.146
6	17.80	3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	0.040
7	18.14	1-Octanol	0.112
8	18.49	2,4,4-Trimethyl but-2-enolide	0.039
9	22.85	3-Methyl-1(5H)-furanone	3.576
10	42.87	4-Vinylphenol	0.655
Others			95.380
Total			100

a) Retention Time(min)

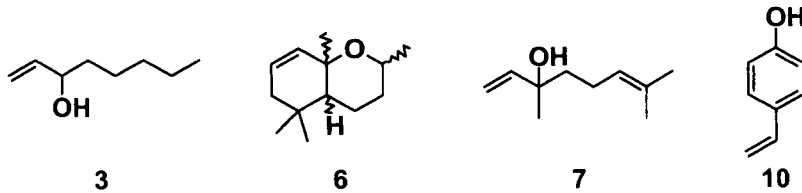


Fig.1 ニオイタコノキ生葉油分中の主成分

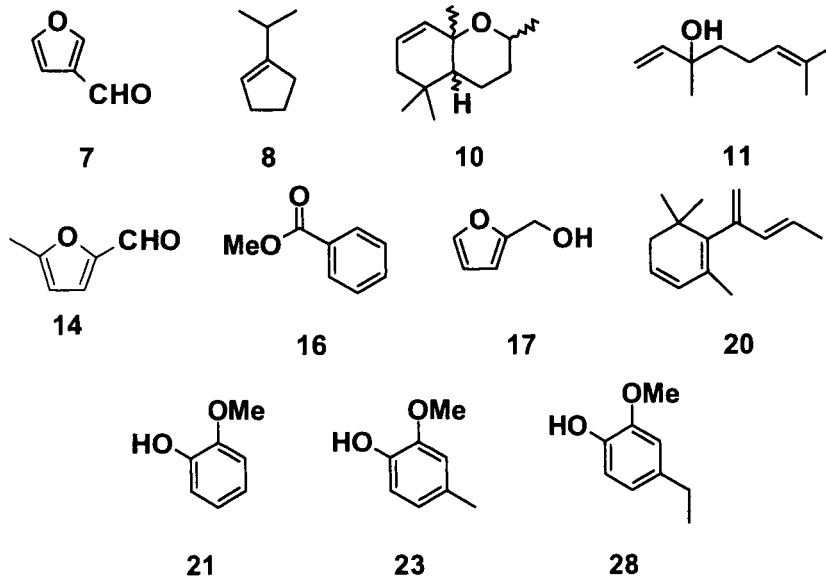


Fig.2 ニオイタコノキ乾燥葉油分中の主成分

**Table 2** ニオイタコノキ乾燥葉の水蒸気蒸留油分の  
化学成分 (組成比%)

Peak No.	R.T. <sup>a)</sup>	Compound	Area rate (%)
1	12.97	6-Methyl-5-hepten-2-one	0.055
2	13.91	2,4-Hexadiene	0.134
3	14.17	2-Methyl-2-cyclopenten-1-one	0.115
4	14.33	Nonanal	0.209
5	15.36	1-Octen-3-ol	0.164
6	15.44	Acetic acid	0.165
7	16.09	3-Furaldehyde	0.318
8	17.02	1-(1-Methylethyl)-cyclopentene	0.042
9	17.24	2-Acetylfuran	0.075
10	17.69	(2.α.,4α.α.,8α.α.)- 3,4,4a,5,6,8a-Hexahydro- 2,5,5,8a-tetramethyl- 2H-1-benzopyran	0.273
11	17.79	3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	0.087
12	18.14	Octanol	0.151
13	18.49	2,4,4-Trimethylbut-2-enolide	0.311
14	18.97	5-Methylfurfural	0.194
15	19.19	6-Methyl-2-heptanone	0.095
16	20.38	Benzoic acid methyl ester	0.089
17	20.76	Furfuryl alcohol	0.387
18	21.13	Acetophenone	0.084
19	22.86	3-Methyl-1(5H)-furanone	5.403
20	25.20	β-Damascenone	0.492
21	25.87	Guaiacol	0.985
22	27.73	(E)-4-Hexanoic acid	0.460
23	28.13	4-Methylguaiacol	0.219
24	28.98	m-Cresol	0.952
25	29.13	Phenol	1.879
26	29.99	4-Ethylguaiacol	0.416
27	33.69	Phytol	4.068
28	33.92	4-Ethylphenol	0.622
29	34.88	2-Methoxy-4-vinylphenol	0.485
30	42.84	4-Vinylphenol	2.112
.....			
Others			78.96
Total			100

a) Retention Time(min)

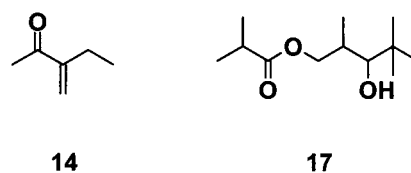
一方, ニオイタコノキ生葉を熱水抽出した時の化学成分についても検討したところ, Table 3 に示した主な化学成分を確認することができた(Fig.3).

つぎに今回, 古米として使用した 2001 年度, 2004 年度および 2006 年度に収穫した滋賀県産米である日本

**Table 3** ニオイタコノキ生葉の熱水抽出油分の揮発成分

Peak No.	R.T. <sup>a)</sup>	Compound	Area rate (%)
1	4.85	L-Alanine, ethylester	0.44
2	5.91	Acetaldehyde	0.55
3	9.93	Ethyl acetate	2.40
4	12.65	2-methyl-1, 3-dioxolane	0.12
5	16.14	2-Butenal	0.49
6	17.73	Hexanal	0.11
7	19.85	1-Butanol	0.11
8	21.41	Dodecane	0.13
9	21.55	D-Limonene	0.25
10	23.13	Styrene	3.07
11	28.61	2, 5-Hexanedione	0.24
12	29.14	Benzaldehyde	0.75
13	30.59	2-(2-Ethoxyethoxy)-ethanol	0.17
14	31.82	3-Methylene-2-pentanone	0.50
15	32.66	3-Methyl-2(5H)-furanone	7.97
16	34.17	Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy)-acetate	0.55
17	34.67	2-methyl-, 3-hydroxy-2, 4, 4-trimethyl-pentyl ester	1.32
.....			
Others			80.83
Total			100

a) Retention Time(min)



**Fig. 3** ニオイタコノキ生葉の熱水抽出油分の主成分

晴を歩留 100~90%に精米したものと, それを炊飯した米についてのにおい成分の相違について, SPME 法を用いて検討した(Table 4)。それぞれの年度における精米中には, 年度別により多少異なるが主として 28~31 種類の化学成分が炊飯米からは, 22~34 種類の化学成分が含まれていることを確認することができた(Fig.4)。

つぎに, それぞれの精米 100g にニオイタコノキ生葉

Table 4 精米および炊飯米中の揮発成分

Peak No.	R.T. <sup>1)</sup>	Compounds	精米			炊飯米			Peak No.	R.T. <sup>1)</sup>	Compounds	精米			炊飯米		
			2001	2004	2006	2001	2004	2006				2001	2004	2006	2001	2004	2006
1	13.77	Pentanal	0.99	1.79	0.77	-	-	-	31	24.53	Hexanoic acid, propylester	0.19	0.46	0.52	-	2.44	3.19
2	14.66	Decane	0.46	0.28	0.23	-	-	-	32	25.02	5-Hepten-2-, 6-methyl	0.71	0.64	0.67	2.19	3.13	6.18
3	15.46	Chloroform	0.17	0.59	0.69	-	-	-	33	25.24	1-Hexanol	8.27	11.95	8.13	2.63	1.59	0.7
4	16.07	Butanoic acid, ethyl ester	-	-	-	-	-	1.22	34	26.29	Nonanal	16.37	17.41	19.31	10.57	1.34	1.33
5	16.18	Toluene	0.85	0.36	0.30	2.28	0.60	1.62	35	26.57	Hexanoic acid, 2-methylbutyl ester	-	-	-	-	2.2	3.47
6	16.38	Propanoic acid, propyl ester	-	-	-	-	0.24	0.24	36	26.87	Butanoic acid, 2-methyl-hexyl ester	-	-	-	0.83	2.34	2.42
7	16.69	Butanoic acid, 2-methyl, ester	-	-	-	9.18	0.66	1.10	37	27.18	1-Octen-3-ol	2.65	1.14	1.14	-	-	-
8	17.35	Acetic acid, butyl ester	-	-	-	-	0.39	0.76	38	27.20	Acetic acid	-	-	-	-	-	-
9	17.74	Hexanal	19.92	19.87	26.97	9.18	4.45	3.24	39	27.35	1-Heptanol	1.16	1.13	0.54	-	-	-
10	18.05	Undecane	-	0.18	0.59	-	-	-	40	27.49	Hexanoic acid, 2-methylbutyl ester	-	-	-	0.86	0.56	0.6
11	18.45	$\beta$ -Pinene	-	-	-	-	-	0.25	41	28.00	1-Hexanol, 2-ethyl-	6.52	5.83	7.76	6.4	1.82	5.1
12	19.04	1-Butanol, 2-methyl-, acetate	-	-	-	-	2.58	4.70	42	28.46	Hexane, 1-nitro	0.25	0.42	0.34	-	-	-
13	19.63	Butanoic acid, 2-methyl-, propyl ester	-	-	-	-	1.70	2.85	43	28.97	2-Hexanol, 3-methyl-	-	-	-	-	-	-
14	19.92	1-Butanol	0.37	0.49	0.43	0.45	0.10	0.28	44	29.16	Benzaldehyde	-	-	-	-	-	-
15	20.09	Undecane, 2-methyl-	-	0.06	0.70	-	-	-	45	29.19	2-Nonenal, (E)-	1.49	1.05	0.93	-	-	-
16	20.28	Tridecane, 3-methyl-	-	0.5	0.11	-	-	-	46	29.27	1-Octanol	1.5	1.89	1.35	-	-	-
17	20.68	Acetic acid, pentyl ester	-	-	-	-	0.11	0.23	47	30.30	Hexanoic acid, hexyl ester	-	-	-	0.25	0.38	0.68
18	21.00	2-Heptanone	-	-	-	0.27	0.71	0.12	48	30.60	Ethanol, 2-(2-ethoxyethoxy)-	1.5	1.45	1.02	-	-	-
19	21.09	Heptanal	0.99	1.69	1.21	0.94	-	0.59	49	31.05	1-Nonanol	0.56	0.51	0.17	-	-	-
20	21.37	Dodecane	4.32	0.13	0.61	0.54	1.96	0.09	50	33.5	Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy)-	0.53	0.58	0.37	-	-	-
21	21.48	D-Limonene	-	-	-	0.91	-	2.57	51	34.21	Hexanoic acid	2.69	3.84	1.09	-	-	-
22	21.98	Butanoic acid, butyl ester	-	-	-	-	0.59	1.07	52	34.67	Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy- 2, 4, 4-trimethylpentyl ester	1.33	2.22	2.25	3.42	1.89	1.76
23	22.38	Butanoic acid, 3-methyl-, ethyl ester	-	-	-	0.46	1.37	2.44	53	34.83	2, 2, 4-Trimethyl-1, 3-pentanediol diisobutyrate	0.9	1.46	1.56	6.29	2.64	2.36
24	22.84	1-Pentanol	3.19	4.15	2.94	-	-	-	54	35.16	Propanoic acid, 2-methyl- 2, 2-dimethyl-1(2-hydroxy- 1-methylethyl)propyl ester	0.82	1.48	1.62	2.45	1.6	2.1
25	23.16	Styrene	-	-	-	14.1	0.38	0.63	55		Others	20.12	14.62	14.62	23.93	61.19	41.35
26	23.23	Butanoic acid, 3-methyl-, butyl ester	-	-	-	-	-	-			Total	100	100	100	100	100	100
27	23.40	Acetic acid, hexyl ester	0.19	0.18	0.28	-	0.38	2.96									
28	23.45	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	-	-	-	0.38	-	1.09									
29	23.62	Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylbutyl ester	-	-	-	-	0.26	0.33									
30	23.89	Octanal	0.99	1.65	0.78	1.49	0.40	0.38									

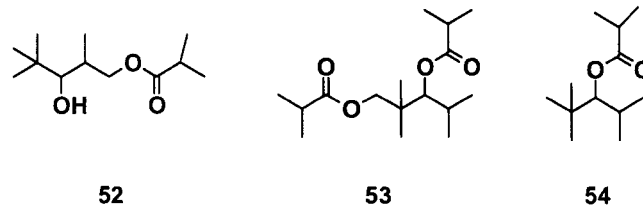


Fig. 4 精米および炊飯米の主成分

を適量(1~10g)添加し炊飯を行い、種々の条件について検討した。その結果、10名のフレーバリストの総合的な評価から、ニオイタコノキ葉の添加量を1gおよび3g入れて通常の炊飯を行った米についての評価に相違が認められた。その時の食味の官能評価をTable 5に示した日本穀物検定協会基準に従って行なった。その結果をTable 6に示

す。Table 5に示した評価項目について検討したところ、2001年度の収穫米では、ニオイタコノキ葉を1g添加した炊飯では僅かながら新米様の香り成分である2-acetyl-1-pyrroline臭が感じられたが、3gを添加するとかなりきつい2-acetyl-1-pyrroline臭<sup>16,17)</sup>が感じられ、新米様の香りとはほどよいものとなった。

また、添加量3gではニオイタコノキ葉特有の青臭いにおいが感じられるようになった。今回行なった実験の方法では、2004年度に収穫した米にニオイタコノキ葉1gを添加することにより、ブレンド米とほぼ同じようなにおいの改善ができる要素を見つげられた。

すなわち、ニオイタコノキ葉を添加したそれぞれの収穫年度別米に対する食味官能評価について、ニオイタコノキ葉を添加しない条件での炊飯米、ニオイタコノキ葉1gおよび3gを添加した条件での食味官能評価の結果をFig.5に示す。これらの図から円形が外に大きく描かれるとにおいの改善が行なわれたものと考えられ、ニオイタコノキ葉を1g添加した条件であり、この添加量が最適な改善条件ではないかと判断した。

つぎに、米の収穫年度別ではなく同じ年度米にニオイタコノキ葉の添加量を変化させて炊飯した米の食味官能評価を行った結果をFig.6に示す。その結果、古米化が進んでいる2001年度収穫米では、ニオイタコノキ葉の添加量に関わらず改善された様子は認められず、食味官能評価の円形もほぼ同じような縮小された形状を描き出していることが分かり、あまり良好な条件とはいえないことが分かった。

Table 5 食味官能評価基準

評価度数	かなり悪い	少し悪い	わずかに悪い	基準	わずかに良い	少し良い	かなり良い
炊飯直後の評価							
見た目							
(つや、白度)	-3	-2	-1	0	1	2	3
炊飯時の香り	-3	-2	-1	0	1	2	3
食べた時の香り							
(口から鼻に抜ける香り)	-3	-2	-1	0	1	2	3
味の評価							
(甘味等)	-3	-2	-1	0	1	2	3
食感の評価							
(粘りの評価)	-3	-2	-1	0	1	2	3
炊飯後の評価							
見た目							
(つや、白度)	-3	-2	-1	0	1	2	3
炊飯時の香り	-3	-2	-1	0	1	2	3
食べた時の香り							
(口から鼻に抜ける香り)	-3	-2	-1	0	1	2	3
味の評価							
(甘味等)	-3	-2	-1	0	1	2	3
食感の評価							
(粘りの評価)	-3	-2	-1	0	1	2	3
総合評価	-3	-2	-1	0	1	2	3

日本穀物検定協会基準(食味の評価値)を一部参考にする。

Table 6 米に加えたニオイタコノキ葉による食味官能評価結果

収穫米	添加量	評価項目									
		精米の 貯蔵臭	炊飯(直後)				炊飯(経過後)				総合
			外観	香り	味	食感	外観	香り	味	食感	
2001 年度	無添加		-1.00	-0.83	-0.83	-0.75	-1.17	-1.17	-1.25	-1.00	-1.17
	1g	-0.81	-1.20	-0.90	-1.00	-0.80	-1.10	-0.80	-0.80	-0.90	-0.80
	3g		-0.67	-0.83	-1.67	-1.17	-0.83	-0.83	-1.50	-1.18	-1.08
分散比	パネリスト評	0.51	0.49	0.41	0.45	0.49	0.49	0.50	0.47	0.50	0.47
	試料間	0.47	0.51	2.07	1.03	0.16	0.16	0.22	0.40	0.07	0.27
2004 年度	無添加		-0.25	0.00	-0.33	-0.17	-0.83	-0.67	-1.25	-1.17	-0.58
	1g	-0.62	0.40	0.40	0.30	0.10	-0.10	-0.50	-0.60	-0.40	0.00
	3g		-2.50	-1.92	-1.75	-1.17	-2.08	-1.58	-1.83	-1.42	-1.92
分散比	パネリスト評	0.45	0.15	0.18	0.28	0.43	0.27	0.39	0.39	0.43	0.28
	試料間	0.74	6.43**	5.86**	4.09*	1.19	3.91*	1.81	1.61	1.11	3.82*
2006 年度	無添加		0.33	0.25	-0.17	-0.33	0.00	-0.08	-0.50	0.00	-0.08
	1g	-0.41	0.30	0.30	0.50	0.50	0.70	-0.40	0.10	0.10	0.20
	3g		0.00	-0.25	-0.58	-0.83	-1.00	-1.00	-1.00	-1.25	-0.92
分散比	パネリスト評	0.43	0.49	0.35	0.44	0.42	0.39	0.41	0.36	0.37	0.39
	試料間	1.17	0.18	2.76	1.44	1.52	2.12	1.57	2.43	2.35	2.01

\*5%有意 \*\*1%有意, 平成18年度のコシヒカリを基準米とした。

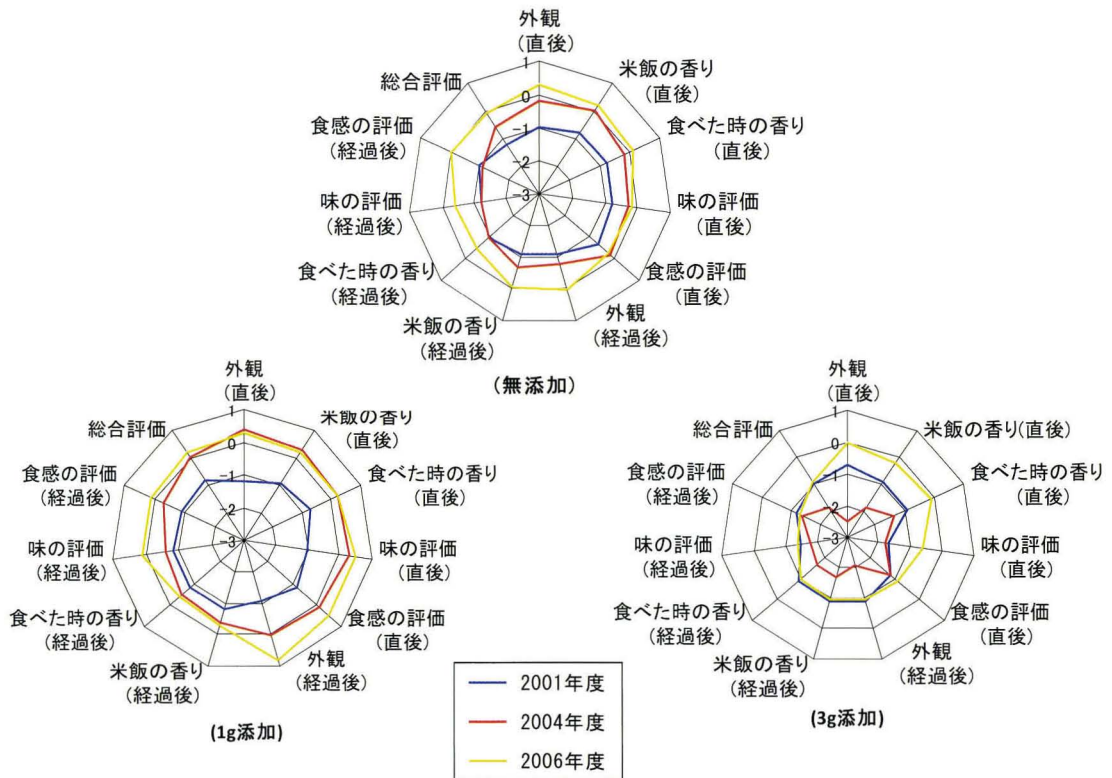


Fig.5 ニオイタコノキ生葉の添加量相違による収穫年度炊飯事別の食味官能評価



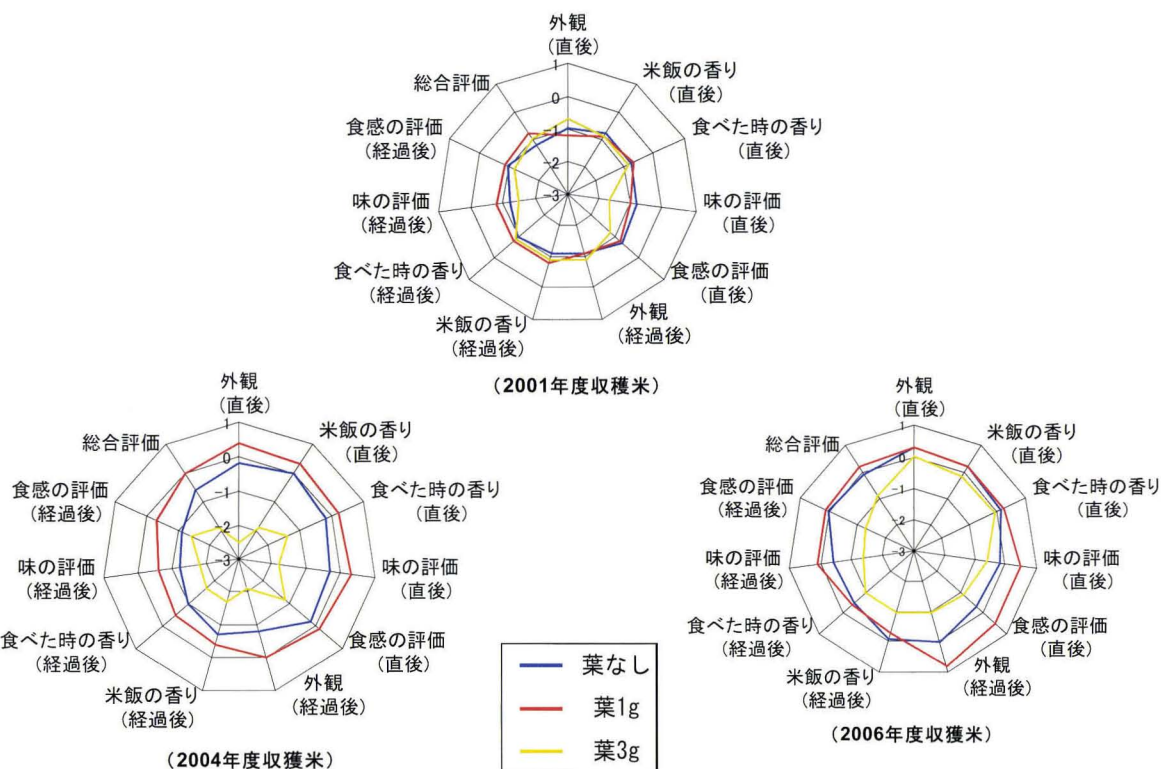


Fig.6 収穫年度炊飯米別に添加したニオイタコノキ生葉の量的相違による食味官能評価

しかし、2004年度に収穫した米では、ニオイタコノキ葉1gを添加した効果(食べた時の香り、味の評価、食感の評価など)が見られ、同時に、投入したニオイタコノキ葉の最適添加量についても見出すことができた。添加量を3gに増加した場合には、炊飯時に生じる蒸気の中に新米の香りである2-acetyl-1-pyrroline臭が感じられたが、炊飯後の経過とともに極端に評価項目の数値が小さくなる傾向を認めた。

このことは、前述したニオイタコノキ葉の青臭さが炊飯米に残り評価が極端に低下する要因の一つとなっていることが考えられる。また、2001年度米ならびに2004年度収穫米に比べて、あまり古米化が進んでいない2006年度収穫米についてはニオイタコノキ葉を添加しても、あまりにおい改善された様子は見受けられなかった。しかし、食味官能評価試験の結果から、二次元分散分析を用いた評価項目別の分散比は統計解析を用いて求めた<sup>18)</sup>。その分散比と有意水準5%と1%のF値を比較し、意性に

ついて検討した。その結果をTable 6に示す。2004年度収穫米の炊飯直後の外観、香り、味、炊飯(経過後)の外観および総合の評価項目について、有意水準5%と1%において有意差を確認することができた。このことから、収穫後2、3年を経た古米はニオイタコノキ葉を精米100gに対して1g添加することで食味、風味を改善できることが明らかになった。また、2006年度では高い有意差は確認できなかったが、食味試験のレーダーチャートでは改善されたことを確認することができたことから、新米に対しても食味が改善される傾向が見られたものと判断した。

つぎに、食品機能材料の中でも最近とくに注目されるようになってきた機能の一つとして抗酸化機能がある。そこで今回、ニオイタコノキ葉を添加し炊飯した米に対する炊飯後の米に対する時間の経過によるDPPHラジカル消去効果について検討した。その結果をFig.7に示す。ニオイタコノキの添加量の相違による炊飯米のDPPHラジカル消去効果は、古米自体が持っている抗酸化能を基準とする

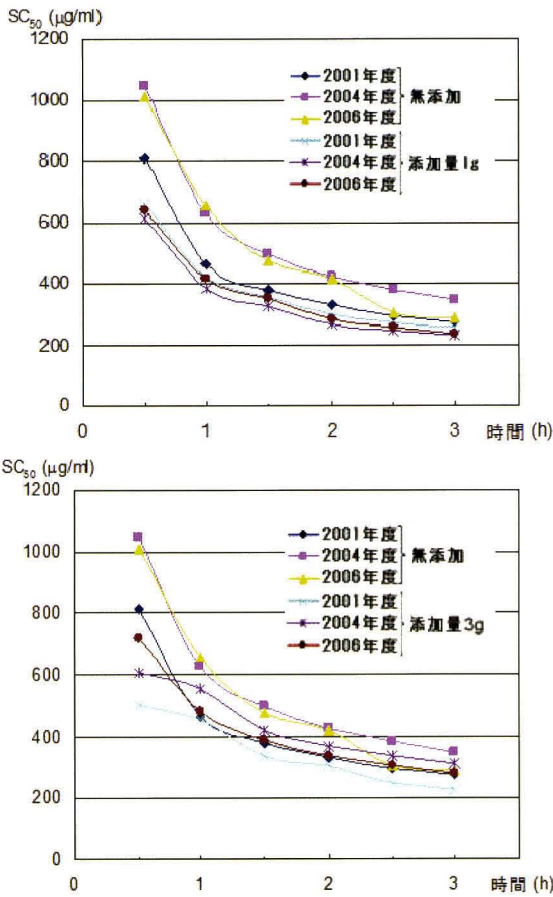


Fig.7 ニオイタコノキ葉無添加および添加量の相違による炊飯米のDPPHラジカル消去効果

と、炊飯直後(30分経過)の数値(813~1046)が時間の経過により低下(273~349)する傾向が認められる。このことを踏まえて Fig.7 の結果を検討すると、ニオイタコノキ葉の添加量に関わりなく抗酸化能が無添加の炊飯米よりも発現しており、より効果的に抗酸化能が発現した条件としては、2004年度収穫米に対してニオイタコノキ葉 1g を添

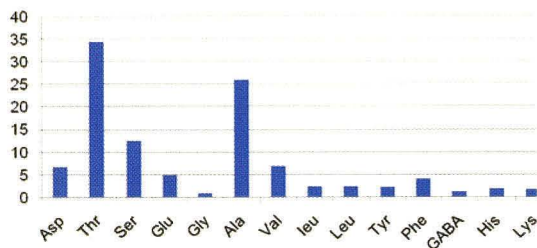


Fig.8 加熱したニオイタコノキ葉中の遊離アミノ酸

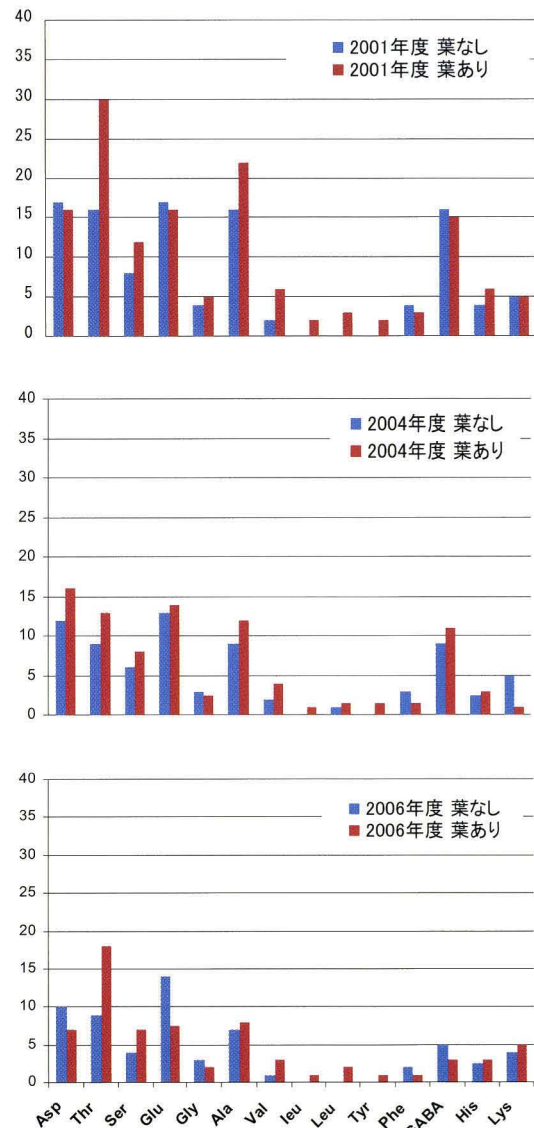


Fig.9 ニオイタコノキ葉を添付した収穫年度別精米中の遊離アミノ酸量の変化

加した条件であり、炊飯後の時間経過においても抗酸化能を発現していることが確認することができた。このことは、前項のボランティアによる食味官能評価の結果に準じており、とくに、古米である 2001 年度米ではニオイタコノキ葉の添加量を 3g 添加すれば、比較的収穫年度が新しい米である 2006 年度収穫米に匹敵した抗酸化能を持たせることができることが分かった。

つぎに、食味官能評価試験において味の評価に影響を及ぼしたと考えられる遊離アミノ酸について、HPLC分析を行った。まず、ボランティア法により最も味の評価が向上したニオイタコノキ葉1gを添加した米飯と通常の米飯および炊飯条件と同じ条件下で加熱したニオイタコノキ葉に含まれる遊離アミノ酸について、それぞれ分析を行った。その結果をFig.8および9に示す。これらによりニオイタコノキ葉にはスレオニン、アラニンおよびセリンの遊離アミノ酸が多く含まれることを確認した。また、これらの遊離アミノ酸が炊飯によって米飯に付与することが確認できた。これらの遊離アミノ酸は、特に甘みを呈することが知られており、これが食味評価の向上に関与したのではないかと考察した。

#### 4. 参考文献

- 1) 高橋梯蔵 : Bulletin of Tokai Women's Junior College, 5, 28-37(1975).
- 2) V. Laksanalamai, S. Langantileka : Cereal Chem., 70,381-384(1993).
- 3) 竹生新治郎, 石谷孝佑, 大坪研一 : “米の科学” 朝倉書店(1995) pp.5-9.
- 4) 横尾政雄 : “米のはなしII” 技報堂出版(1989), pp.7-23.
- 5) I. Yajima, T. Yanai, M. Nakamura : H.Sakakibara, T. Habu : Agric. Biol. Chem., 42, 1229-1233(1978).
- 6) V. Laksanalamai, S. Langantileka : Cereal Chem., 70, 381-384(1992).
- 7) N. Laohakunjit, A. Noomhorm : FLAVOUR AND FRAGRANCE JOURNAL, 19, 251-259(2004).
- 8) V. Cheetangdee, S. Chaiseri : Kasetsart J., 40, 67-74(2006).
- 9) 松江勇次, 佐藤大和, 尾形武文 : The Crop Science Society of Japan, 72, 38-42(2003).
- 10) 奥野元子, 安達一明 : Shimane Prefectural Shimane Women's College, 27, 147-154(1989).
- 11) 安達一明, 長坂啓助, 西村輝子, 奥野元子 : Shimane Prefectural Shimane Women's College, 23,51-55 (1985).
- 12) 大里久美, 浜地勇次, 川村富輝, 松江勇次 : The Crop Science Society of Japan, 67, 170-173(1998).
- 13) 白石真貴夫, 大友孝憲, 斎藤清男 : The Crop Science Society of Japan, 61, 32-35(1995).
- 14) H.Tominaga, Y. Kobayashi, T. Goto, K.Kasemura, M. Nomura : YAKUGAK ZASSHI, 125, 371-375 (2005).
- 15) T.Abe, M.Nomura : Aroma Res., 7, 56-62(2006).
- 16) A. Schonberg, R. Moubasher, A. Mostafa : J. Chem.Soci., 44, 176-182(1984).
- 17) T. A. Rohan, Food Technolgy, 24, 1217-1225 (1970).
- 18) 日花弘子 : 仕事に役立つ Excel 統計解析, ソフトバンク クリエイティブ株式会社, 313-324(2006)