

産地の異なる「ノカンゾウ (野萱草)」について — 新芽の香気成分とその生理活性 —

野村 正人^{†1}, 赤松 実憲^{†2}, 邊見 篤史^{†2}

Different production areas *Hemerocallis longituba* Miq. — Aroma Components of Sprout and Their Physiological activities —

Masato NOMURA^{†1}, Minori AKAMATSU^{†2} and Atsushi HENMI^{†2}

Abstract

It is known that even the same plant can have different depending on where it grows. Therefore, component analysis and physiological activity tests were performed on *Hemerocallis longituba* Miq. obtained from two different sources. As a result, it was confirmed that 3-furan methanol was present as the main component in each case. However, the content ratio was ca. 4 : 1 between *Hiroshima prefecture* and *Shimane prefecture*. In addition, comparing the other compounds by functional group, it was clarified that carboxylic acids and alcohol were contained in *Hiroshima prefecture*, and aliphatic compounds and aldehydes were contained in *Shimane prefecture*. On the other hand, in the BAP test, which examines the expression of antioxidative activities in physiological activities tests, the *Shimane prefecture* product showed about three times the value, confirming that it has high antioxidative activities.

Key words: *Hemerocallis longituba* Miq., component analysis, physiological activities, antioxidative activities.

1. 緒言

現在、自然界に存在する植物の数は約 29 万 8000 種とされている。近年さまざまな要因による地球温暖化が進み、地球を取り巻く環境に大きな変化を及ぼし、植物を含む生物にとっては順応しづらい状況^{1,2)}になっている。また、人間の経済活動の拡大^{3,4)}による自然破壊や乱獲による品種数が減少する一方、外来種の持ち込みなどの影響による在来種の減少(絶滅危惧種)⁵⁻⁸⁾にも結びついている。われわれを取り巻く生活の中での生物多様性は生き物との相互による関わりが重要である。その中でも植物は人にとって季節感や豊かな感性が養える一方、食品として、また薬として役に立つものが多く存在⁹⁻¹⁶⁾している。今回、研究の対象としたノカンゾウ(野萱草: *Hemerocallis longituba* Miq.)は多年草の植物であり、国内では本州、四国、九州、および沖縄な

どの地域に、また海外では中国、台湾などに分布している。ユリ科(APG 分類ではワスレクサ科(スズキノキ科・キスゲ科)ワスレグサ属に分類され、蕾には解熱作用があり、根と葉には利尿作用(デドックス)などの薬効が認められている。新芽は“芽カンゾウ”と呼ばれ、天ぷら、和え物、酢の物、油炒めなどに調理^{17,18)}し食べられている。夏から秋には生根を砕いて患部に貼ると腫れ物に効果があると言われている。花期は7月~9月頃に橙赤色から赤褐色の6弁花を咲かせ、朝方に開花すると夕方には萎んでしまう1日花でもある。この植物には変種が多く、日光黄菅、浜萱草、姫萱草、武蔵野黄菅、藪萱草などが自生^{5,19)}している。そこで今回、著者らが入手容易な近郊の山間部で異なる2ヶ所の農家(広島県東広島市福富町、および島根県飯石郡飯南町)から食用として採取(3月中旬~下旬頃)されているノカンゾウの葉(芽

^{†1} 近畿大学名誉教授

^{†2} リリース科学工業(株)

カンゾウ) を入手し, その香気成分の分析と生理活性について比較検討し, 産地が異なる環境の変化(温度, 日照時間など)が及ぼす影響について追及したので, これらの結果について報告する.

2. 実験

2.1. 試料の調製

広島県東広島市福富町, および島根県飯石郡飯南町の山間部の麓で栽培しているそれぞれのノカンゾウ約 500g を採集(2014年4月中旬頃)したもの水を水蒸気蒸留した. 留出した油分をエチルエーテルで抽出後, 留去し福富町産からは0.58g, および飯南町産からは0.48gの油分を得た.

2.2. 機器分析

2.2.1. ノカンゾウの SPME 法による香気成分の分析

2-1)項で調製した試料から抽出した油分をセプタム付きのバイアル瓶に入れ, アルミブロック恒温槽 (IWAKI 製, MG-2000 型)にて, 30°Cで10分間加熱し SPME ファイバー (CAR/PDMS, 膜厚 85µm) に香気成分を吸着させた. ついで, GC-MS 注入口に SPME ファイバーを挿入し, ファイバーに吸着させた香気成分を 250°C で 10 分間加熱脱着を行ない, GC-MS (GC: Alilent 7890B, MS: Agilent 5977C) を用いて分析した. 分析条件は Column: DB-WAX (J&W, 0.25mm I.D.×60m, 膜厚 0.25µm), Column temperature: 40°C(5min hold) → 5°C/min → 220°C (39 min hold), イオン化電圧: 70eV, 検出器: EI, Injection temperature: 250°C, Carrier gas: He で行なった.

3. 生理活性試験

3.1. DPPH ラジカル消去効果試験²⁰⁾

水蒸気蒸留で得た留出した油分溶液の 2 倍希釈系列 100µL を 2 系統作成した. 本試験はこの希釈系列にジメチルスルホキシド 100µL, および 0.2mM DPPH ジメチルスルホキシド溶液 50µL を加え攪拌した. 30 分間暗所で放置した後, 517nm の吸光度を測定した (A). ブランク試験は本試験の試料溶液の代わりにジメチルスルホキシドを用いて同様の操作で吸光度を測定した (B). 色対照は本試験の 0.2mM DPPH ジメチルスルホキシド溶液の代わりにジメチルスルホキシドを用いて, 同様の操作で吸光度を測定した (C). また, ジメチルスルホキシドを用いて指標となる α-トコフェロールを 0.14mM に調製し, 試料溶液と同様の試験を行なった. これらの測定結果をもとに, 次式を用いて DPPH ラジカル消去率 (%) を算出した.

$$\text{DPPH ラジカル消去率 (\%)} = \left(1 - \frac{A - C}{B} \right) \times 100$$

A: 本試験 B: ブランク試験 C: 色対照試験

3.2. 活性酸素阻害試験²¹⁾

本試験は各分画部から抽出した油分溶液 10µL に発色試薬

100µL を加え, プレートミキサーで 1 分間攪拌後に酵素液 100µL を加えた. 再び 1 分間攪拌した後, 37°C で 28 分間加熱した. その後, 反応停止液 20µL を加え 5 分間攪拌し, マイクロプレートリーダーで 560nm の吸光度を測定した (A). ブランク試験は本試験の酵素液の代わりにブランク液を用いて同様の操作で吸光度を測定した (B). 本試験 (色対照) として本試験の試料溶液の代わりにジメチルスルホキシドを用いて, 同様の操作で吸光度を測定した (C). ブランク試験 (色対照) として, 本試験 (色対照) の酵素液の代わりにブランク液を用いて同様の操作で吸光度を測定した (D). また, ジメチルスルホキシドを用いて指標となるアスコルビン酸を 0.14mM に調製し, 試料溶液と同様の試験を行なった. これらの測定結果をもとに, 次式を用いて活性酸素阻害率 (%) を算出した.

$$\text{活性酸素阻害率 (\%)} = \frac{(C - D) - (A - B)}{(C - B)} \times 100$$

A: 本試験

B: ブランク試験

C: 本試験 (色対照)

D: ブランク試験 (色対照)

3.3. BAP test²²⁾

チオンアン酸塩誘導体を含む試薬に三価鉄塩を含む試薬を 50µL 滴下した後, 混合して赤く呈色させ, 37°C の温度に管理された光度計で三価鉄イオン濃度を測定した. つぎに, 試料溶液 10µL を加え混合し, 再び光度計に入れて 5 分後の三価鉄イオン濃度を測定した. なお, BAP test においては吸光度の数値が大きいほど抗酸化力が高いことを表示する.

4. 結果および考察

本試験で使用した野萱草(在来種: ノカンゾウ (*Hemerocallis longituba* Miq.)の他に, ヤブカンゾウ (*Hemerocallis fulva* var. *kwanso* Regel) と呼ばれているものもある. 市販の島根県産のノカンゾウを Fig.1 に示す. 日本国内の山野には野生植物が繁殖できる環境が残されており, その中の一つとしてノカンゾウがあり, ユリ科に属し多年草の畦畔植物として早朝に橙色の花を開花することなどから景観植物 (*Hemerocallis* とは "1 日の美しさ" という意味) として親しまれている. その地下部に数個の塊根を有してお



Fig.1 市販のノカンゾウ(島根県産)

り, 早春には根茎を採取し食用として利用されている. 本実験では同じ山間部の環境にあって生息地が異なる(広島県, および島根県)この若芽を採取して SPME 法による香気成分の分析を行った.

産地の異なる「ノカンゾウ（野薺草）」について

その結果を Table 1 に示す。広島県産では 61 種類の化合物を、
島根県産では 51 種類の化合物を確認することができた。主成分
としてはいずれも 3-Furan methanol (R.T;32.49 min)を確認するこ

とができ、この化合物はトマトジュースなどにも含まれており
甘い香りを醸し出す化合物の一つとして知られている。

Table 1 2 種類のノカンゾウ香气成分比較表

Peak No.	R.T. (min)	Compound	Peak Area (%)	
			福富産*	飯南産**
1	3.12	1-Butene	-	0.03
2	3.40	Butane	0.14	-
3	3.44	Cyclobutane	0.35	-
4	3.50	Pentane	0.10	-
5	3.68	3-Methyl-pentane	0.17	-
6	3.73	Hexane	2.1	-
7	3.98	2-Methyl-hexane	0.57	-
8	4.08	Methyl-cyclopentane	1.36	-
9	4.16	(E)-3-Methyl-2-pentene	0.15	-
10	4.45	Cyclohexane	0.36	-
11	4.81	1-Methyl-cyclopentene	0.53	-
12	5.63	Acetone	2.41	0.36
13	6.89	Butanal	0.26	-
14	7.40	2-Methyl-furan	0.23	0.15
15	7.55	2-Methyl-2-propanol	-	0.14
16	7.59	2-Butanone	2.9	-
17	7.65	2,5-Dimethyl-2,3-dihydro-furan	0.14	-
18	7.69	2-Methyl-butanal	-	0.08
19	9.48	2-Ethylacrylaldehyde	-	0.42
20	10.01	2-Pentanone	0.86	-
21	10.94	5-Methyl-2(5H)-furanone	2.71	-
22	11.39	Trichloromethane	-	0.30
23	11.40	2-Methylbutan-2-ol	1.00	-
24	12.11	2-Butenal	-	0.17
25	12.72	3-Hexanone	0.96	-
26	13.17	Pent-2-ynal	-	0.15
27	13.46	Butyl acetate	0.24	-
28	13.85	2-Hexanone	3.85	-
29	14.25	(E)-2-Methyl-2-butenal	0.28	1.40
30	14.62	2-Methyl-2-pentanol	0.96	-
31	15.17	3-Methyl-3-pentanol	1.93	-
32	15.32	2-Pentanol	0.57	-

33	15.61	5-Hexen-2-one	0.33	-
34	18.03	3-Hexanol	1.19	-
35	18.36	(+/-)-2-Methyl-1-butanol	0.59	-
36	18.65	2-Methyl-furan	-	0.08
37	18.71	(R)-(+)-3-Methylcyclopentan-1-one	0.54	-
38	18.81	4-Methyl-2-pentanol	0.40	-
39	18.89	2-Hexanol	1.46	-
40	19.25	1-Methyl-1-cyclopentanol	2.66	-
41	22.85	3-Methyl-1-cyclopentanol	0.68	-
42	23.14	Hexyl-carbonochloridate	0.32	-
43	24.14	(Z)-3-Hexen-1-ol	0.29	-
44	24.46	Tetradecane	-	0.17
45	25.13	Tetrahydro-2,5-dimethyl-2H-pyranmethanol	-	0.08
46	25.52	Furan-3-carbaldehyde	2.78	0.92
47	25.53	Furan-2-carbaldehyde	-	5.40
48	26.67	6-Methylene-bicyclo[3.1.0]hexane	-	0.06
49	27.38	Formic acid	0.54	-
50	27.82	1,3-Butadiene-1-carboxylic acid	-	0.14
51	28.46	Benzaldehyde	0.44	0.16
52	28.90	3-Furylmethyl acetate	0.48	-
53	29.16	2,4-Dimethyl-pentane	-	0.22
54	31.18	Propanoic acid, 2-[4-(1-formylethyl)phenyl]-,methyl ester	0.13	-
55	31.98	1-Phenylethanone	0.38	0.21
56	32.49	3-Furanmethanol	29.46	6.94
57	33.21	2-n-Heptylfuran	0.19	-
58	34.43	α -Ethyl- α -methylbenzyl alcohol	-	0.29
59	35.02	2-(Furan-2-ylmethoxymethyl)furan	-	0.03
60	36.29	Hexanoic acid	0.35	-
61	36.43	2-(2-Butoxyethoxy)ethyl-acetate	0.41	0.15
62	37.28	3-Phenyl-2-propenal	1.09	-
63	37.29	Pentanoic acid, 2,2,4-trimethyl-3-carboxyisopropyl, isobutyl ester	-	0.84
64	37.51	Nonadecane	0.26	-
65	37.78	α -Methyl-benzeneacetaldehyde	0.36	-
66	37.79	2-Tolyoxirane	-	0.20
67	38.23	Phenyl ethyl alcohol	0.31	0.14
68	39.16	1-Nonadecene	-	0.52

産地の異なる「ノカンゾウ（野萱草）」について

69	39.52	N-[4-Bromo-n-butyl]-2-piperidinone	-	0.29
70	39.91	3,5,5-Trimethyl-2-cyclohexen-1-one	-	0.30
71	40.32	8-Oxabicyclo[3.2.1]oct-6-en-3-one	0.86	-
72	40.33	2-Methyl-furan	-	0.23
73	40.92	N,N'-Bis(1-methylethyl)-1,4-benzenediamine	0.21	-
74	41.86	Heneicosane	0.49	0.22
75	41.94	3',5'-Dimethoxyacetophenone	0.34	-
76	42.08	3-(1,1-Dimethylethyl)-4-methoxy-phenol	-	0.99
77	42.61	2,5-Bis(2-methylpropyl)-thiophene	0.60	-
78	43.38	Octadecanal	-	0.11
79	43.56	Nonanoic acid	-	0.33
80	44.08	(E,E)-2,4-Nonadien-6-yn-1-ol	-	1.57
81	44.32	4-Trifluoroacetyl-Imidazole	0.38	-
82	44.39	Tricyclo[6.4.0.0 (2,7)]dodecane	-	3.94
83	44.82	S-(-)-1-Phenylpropanol	9.56	-
84	46.01	n-Decanoic acid	-	0.08
85	46.62	Eicosane	-	0.23
86	46.64	Tricosane	0.47	-
87	46.79	Furfuryl sulfide	-	0.13
88	47.06	4-Methyl-cyclopenta[c]pyran-7-carboxaldehyde	-	0.12
89	47.16	2-Ethyl-3,6-dimethyl-4(3H)-pyrimidinone	-	0.39
90	48.72	4-Ethyl-benzenemethanol	-	1.22
91	49.06	5-Ethenyl-4-methyl-thiazole	-	0.06
92	49.88	6-Methylene bicyclo[3.2.0]hept-3-ene-2-one	-	0.15
93	50.93	Acetyl butyric acid	0.51	-
94	51.68	1,4-Dimethyl-bicyclo[2.1.0]pentane	0.67	0.72
95	51.71	(Z)-9-Octadecenoic acid methyl ester	-	0.37
96	52.91	Dodecanoic acid	0.86	0.22
97	59.08	(2E,7R,11R)-3,7,11,15- Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	-	0.21
98	59.50	(1-Ethylbutyl)-benzene	-	0.22
99	61.79	2-Methoxyresorcinol	-	0.28
100	64.14	Tetradecanoic acid	0.70	-
101	-	Unknown	12.91	67.87
-	-	Others	0.65	0.20
		Total	100.0	100.0
* 広島県東広島市 ** 島根県飯石郡				

Table 2 2種類のノカンゾウに含まれる化合物別表

Sample	Furans (%)	Aliphatic compounds (%)	Carboxylic acids (%)	Alcohols (%)	Phenols (%)	Aldehydes (%)
Glycyrrhiza (Hiroshima)	3.6	38.5	10.4	12.3	3.9	6.7
Glycyrrhiza (Shimane)	1.5	48.0	6.0	2.0	4.0	27.1

また、2カ所で採取した若芽のノカンゾウの成分を比較したところ、多くの化合物で共通性がなく、広島県産では2-Butanone, 5-Methyl-2(5H)-furanone, 2-Hexanone, 1-Methyl-1-cyclopentanol, および S(-)-Phenyl propanol の化合物が島根県産では Furan-2-carbaldehyde, (E,E)-2,4-Nonadien-6-yn-1-ol, tricyclo[6.4.0.0(2,7)]dodecane, および 4-Ethyl-benzene methanol が特徴的に含まれていることを明らかにすることができた。

一方、官能基別に含有する化合物を分類した結果を Table 2 と Fig.2 に示す。広島県産では Furane 類(3.6%), Carboxylic acids 類(10.4%), および Alcohol 類(12.3%)が多く含まれているが、島根県産ではこれら化合物の含有率(1.5%, 6.0%, および 2.0%)は少なく、Aldehyde 類の含有率が 27.1%(6.7%)を占めていることが特徴であることを明らかにすることができた。

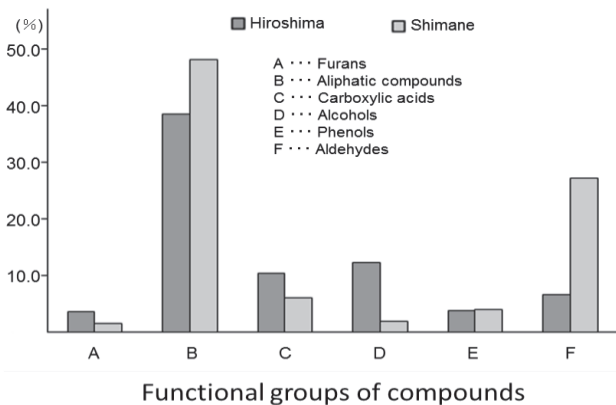


Fig.2 2種類のノカンゾウに含まれる官能基別化合物の比較

つぎに、これらのカンゾウの水蒸気留出油分に対する生理活性試験として抗酸化能試験を行った。抗酸化能の評価は重要な項目であり、その必要性は社会活動の中でさまざまな環境下における生活習慣病が問題となっており、多くの人では生体の酸化反応と抗酸化反応のバランスが崩れている理由がある。その主な要因としては活性酸素の過剰産生が取り上げられ、生体が

持っている抗酸化機能では除去することができず、体内の脂質、タンパク質、糖、核酸などを酸化変性し細胞機能に影響を及ぼし、さまざまな疾病を引き起こす要因になっている。日々の生活の中で食している食材の中には抗酸化能を有するビタミン C やビタミン E の他にカロテノイドやフラボノイドなどが含まれており、この機能の評価^{23,24)}することは重要な事項と考えられる。そこで、Table 3 に示したように DPPH ラジカル消去効果試験では粗抽出物としての評価を行ったところ、島根県産の方が広島県産よりも4倍近い高い数値が得られた。また、活性酸素阻害(SOD)試験においても島根県産は比較物質として用いたアスコルビン酸の数値に近い値を示すなど抗酸化能を持った粗抽出物であることから理²⁵⁾にかなった有用な食材の一つであることを明らかにすることができた。

一方、BAP 試験においては人間の健全な健康維持のために必要な食材の一つとして野菜がある。多くの野菜の BAP 値を測定した数値と抗酸化能の関係表を参考^{26,27)}にすると比較物質として用いた α -トコフェロール(濃度;1mM)の BAP 値は2608を示し、2200-2000 以上が正常な BAP 値であると言われている数値以上の値を示したことから、高い抗酸化能があることを改めて確認することができた。このことを踏まえて、広島県産と島根県産のノカンゾウの油分を比較測定したところ、島根県産の方が高い値(1562)を示したものの、著者らが期待したほどの高い抗酸化能効果は認められなかった。その BAP 値が低数値化した要因としては試料調製でノカンゾウそのものを水蒸気蒸留して得た油分に対する数値であり、一般的な野菜などの素材に含まれて高い BAP 値を発現するビタミン、あるいはポリフェノールであるクロロゲン酸などが含まれていないなどからも、このような数値になったものと考えられる。

以上のことから、高齢化社会における健康に注目が注がれている我国においては今後も食材によっては更なる調理方法の仕方を再考しながら、食感、風味に加えて、素材中に含まれている機能性素材(有効性化合物)の損失を防ぎながら残せる新たな調理方法の検討を期待するものである。

Table 3 DPPH ラジカル消去効果, 活性酸素阻害および BAP 試験結果

Sample	DPPH Radical scavenging assay ^{a)}		SOD like Activity assay ^{a)}	BAP(μM/L)
	Scavenging rate (%) ^{b)}	SC ₅₀	Inhibition rate (%)	
Glycyrrhiza ¹⁾	10.1	>400	7.4	507
Glycyrrhiza ²⁾	43.3	>400	10.4	1562
α-Tocopherol ^{c)}	95.6	7.8		2608
Ascorbic acid ^{d)}	—	—	15.9	—

1) Hiroshima. 2) Shimane. a) Sample concentration : 1mg/mL. b) Final concentration : 0.4mg/mL.

c) Sample concentration : 1mg/mL. d) Sample concentration : 0.1mg/mL.

5. 参考文献

- 山本 晋, 地球温暖化, 大気汚染学会誌, **26(4)**, pp.A81-A-89(1991).
- 坂東 博, 地球温暖化の原因とメカニズム, 環境技術, **25(5)**, pp.254-257(1996).
- Moese N.B., Pellissier P.A., Cianciola E.N., Breveton R.L., Sullinan M.M., Shonka N.K., Wheeler T.B. and McDowell W.H., Novel ecosystems in the Anthropocene : arevision of the novel ecosystem concept for pragmatic application, *Ecology and Society*, 19:12. Doi:10.5751/Es-06192-190212 (2013).
- 小杉素子, 馬場健司, 田中 充, 地球温暖化リスクに対する日本人の態度変化, 土木学会論文集G(環境), **76巻5号**, pp.254-257 (1996).
- 小野幹雄, 帰化植物になぜキク科が多いか, 週刊朝日百科「植物の世界」(朝日新聞社), **1**, pp.126-128 (1994).
- Davis M., Biotic globalization : does competition from introduced species threaten biodiversity?, *BioScience*, **53**, pp.481-489(2003).
- 関口秀夫, 生物多様性と固有種の間をめぐる若干の考察, タクサ 日本動物分類学会誌, **38**, pp.42-56(2015).
- 関口秀夫, 外来種と絶滅・絶滅危惧種の種数増減, タクサ 日本動物分類学会誌, **43**, pp.30-41(2017).
- 長澤 弘, 中島武児, 山村益士, 加来俊治, 本郷成彦, 稲富秀夫, マウスの自動行動量に対する生薬類の影響, 明治大学農学部研究報告, **127**, pp.27-41(2001)
- 草野源次郎, 芝野真喜雄, 渡辺 斉, 尾崎和男, 数種のカンゾウ属植物に関する薬用植物学的研究, *YAKUGAKU ZASSHI*, **123(8)**, pp.619-631(2003).
- 田中俊弘, 酒井英二, 先人達の知恵:薬草・生薬の鑑別と利用法, 岐阜薬科大学紀要, **57**, pp.13-19(2008).
- 七海絵里香, 大泉宏明, 大澤啓志, 農的な畦畔管理に対するカンゾウ類の反応, 日緑工誌, **38(1)**, pp.232-235(2012).
- Wakui K., Kitamura M., Matsuda R., Komatsu K. and Fujigaki J., RAPD analysis to evaluate the genetic variation and relationships in Japanese Hemerocallis spp., *J. Agric. Sci., Tokyo Univer. Agric.*, **57(4)**, pp.293-299(2013).
- 佐竹元吉, 「薬草の科学」(2013), 日刊工業新聞.
- 水野瑞夫 監修:木村猛淳, 田中俊弘, 酒井英二, 山路誠一, 改訂第7版「薬用植物学」(2013), 榊南江堂.
- 小穴康二, 「おいしく食べる山菜・野草」(2013), 榊世界文化社.
- 今井國勝, 今井万岐子, よくわかる山菜大図鑑—新芽・葉・実・花, p.233 (2007), 榊永岡書店.
- 今井万岐子, 見つけたその場ですぐわかる山菜ガイド, pp.90-91(2013), 榊永岡書店.
- 「日本大百科全書(ニッポニカ)」(1994年), 小学館.
- Tominaga H., Kobayashi Y., Goto T., Kasemura K. and Nomura M., DPPH Radical-scavenging Effect of Several Phenylpropanoid Compounds and Their Glycoside derivatives, *YAKUGAKU ZASSHI*, **125(4)**, pp.371-375(2005).
- Tada T., Nomura M., Shimomura K. and Fujihara Y., Synthesis of Karahanaenone Derivatives and Their Inhibition Properties toward Tyrosinase and Superoxide Scavenging Activity, *Biosci. Biotech. Biochem.*, **60**, pp.1421-1424(1996).
- 永田勝太郎, 長谷川拓也, 広門靖正, 喜山克彦, 大槻千佳, 生活習慣病と酸化ストレス防御系, *Jpn. J. Psychosom. Med.*,

- 48, pp.177-183(2008).
- 23) 石川(高野祐子, 妥当性確認された食品の抗酸化能評価について, *オレオサイエンス*, **第16巻 第8号**, pp.387-394(2016).
 - 24) 井上正康編著, 活性酸素と医食同源 分子論的背景と医食の接点を求めて(1996), 共立出版株.
 - 25) 山内 實, 生活習慣病は活性酸素病, *人間ドック*, **29**, pp.465-470(2014).
 - 26) 佐塚正樹, 田中佑季, 加藤守匡, 寒河江豊昭, サクランボの抗酸化能(BAP), *山形県立米沢栄養大学*, **第3号**, pp.7-10(2016).
 - 27) 佐塚正樹, 田中佑季, 加藤守匡, 寒河江豊昭, BAP 法による米沢伝統野菜ウコギを中心とした野菜の抗酸化能評価, *日本家政学会誌*, **Vol.68, No.7**, pp.337-342(2017).