

沢わさびの抗生活習慣病特性

伊藤 芳明*¹ 渡部 達也*² 吉田 潤*³ 木村 賢一*⁴ 長澤 孝志*⁵

*¹ ITO Yoshiaki, *² WATANABE Tatsuya, *³ YOSHIDA Jun, *⁴ KIMURA Ken-ichi, *⁵ NAGASAWA Takashi
(岩手大学 農学部)

Key Words：沢わさび・糖尿病・イソチオシアネート

はじめに

「わさび」というと、沢わさび（水わさび）や畑わさび、西洋わさび等が知られるが、前者の二つはどちらも植物分類学上はアブラナ科ワサビ属に分類される *Wasabia japonica* Matsumura という同じ植物である。沢わさびは原産地が日本列島とされ、飛鳥時代の木簡に記述があるなど古くから日本人の生活に結びついている。一方、西洋わさび (*Cochlearia armoracia* L.) は同じアブラナ科であるが、トモシリソウ属に分類され、ヨーロッパ原産とされる。

岩手県は沢わさびの生産量では全国の1%に満たないが、畑わさびでは半分弱を占め、両者

を併せると静岡県や長野県に次いで3番目に生産量の多い県である¹⁾。沢わさびでは量こそ静岡県や長野県には及ばないが、岩手県にも宮守村（現在の遠野市）など古くから産地として定着している地域に加え、最近では雫石町や八幡平市などで、従来の溪流沿いで行われる畳石式などの高度な土木工事を要する方式ではなく、平坦地で湧水などを水源として利用したボックス栽培方式（図1）が行われている。冷涼で豊かな水資源に恵まれた東北地方は沢わさび栽培に向いた地域と言えるが、こうした生産方式は他の地域でも行われており、ひと頃の高値で取引されていた時期に比べ、需給のバランスから生産物の価格は低下する傾向にある。そのため、

(A)



(B)

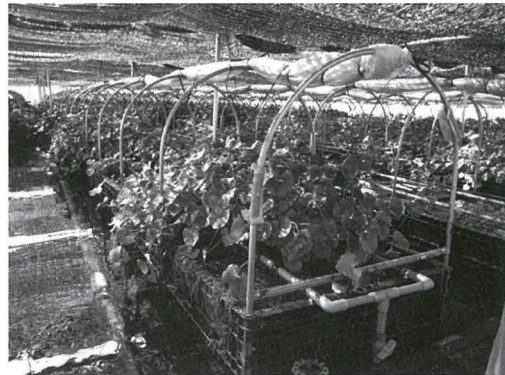


図1 平坦地で行われるボックス栽培方式の外観 (A) と栽培される沢わさびの様子 (B)

新規に取り組もうとする生産者には厳しい面もある。本稿では、こうした地域におけるわさび栽培の現状を背景に、地域特産品としてのわさびの高付加価値化を考え、食材としての健康機能性を検討した例を紹介したい。

沢わさび粉末の生理機能性

1. これまでに知られる沢わさびの健康機能性について

わさびの用途としては、刺身や鮓など生ものと合わせ、香辛料として臭みを消す、または殺菌効果を期待したものがほとんどである。しかし、10世紀の書物に「補益食也」(食を補益する也の意と捉えることができる)の記述があり、現代でいうサプリメントや機能性食品のような効果も認識されていたとも考えられる²⁾。実際、最近の研究からわさびの生理機能性として、抗腫瘍効果、解毒・抗酸化効果、抗炎症作用、抗ピロリ菌効果³⁻⁷⁾などが明らかにされている。我々は新たに生活習慣病に対する効果について

評価を行った。

2. 沢わさび粉末混餌食に対する摂取忌避性の検討

わさびはアリル辛子油の強い刺激性を持つために、動物に飼料として与えた際に忌避性や組織障害性を与えることが懸念された。そこでまず、正常動物に対して沢わさび粉末を飼料に混餌して与えた場合の成長や代謝に対する影響を検討した。Wistar系5週齢の雄性ラットに、沢わさび乾燥粉末(品種:グリーンサム)を5%もしくは7%含む20%カゼイン飼料(AIN93G準拠)を7日間給餌した。ここで用いた沢わさび粉末は、沢わさびを根わさびとして、出荷用に成形する際に廃棄される細かい根の部分(ひげ根)を乾燥・微粉末化したもの(昭栄建設)を用いた。その結果、最終体重および総摂取量にわさび粉末の添加により低下が認められた(表1)。この差の要因には、飼料を与えた1日目に沢わさび添加群で摂取量が対照群に対して半分程度に落ちたことが挙げられる。摂取量は徐々

表1 正常ラットにわさび混餌食を与えたときの成長および代謝への影響

	対照群	5% わさび混餌食群	7% わさび混餌食群
初体重 (g)	104.1 ± 0.8	104.2 ± 2.1	104.2 ± 1.9
終体重 (g)	143.1 ± 2.8 ^a	135.5 ± 2.7 ^{ab}	126.3 ± 2.4 ^b
総摂取量 (g)	92.1 ± 3.7 ^a	78.1 ± 1.5 ^b	69.8 ± 2.5 ^b
臓器重量 (g/100g 体重)			
肝臓	4.14 ± 0.07 ^a	4.60 ± 0.09 ^b	5.00 ± 0.17 ^b
腎臓	0.76 ± 0.01 ^a	0.82 ± 0.02 ^b	0.85 ± 0.01 ^b
睪丸	0.88 ± 0.04	0.89 ± 0.05	0.98 ± 0.06
血中成分			
血中アルブミン濃度 (g/dL)	3.5 ± 0.09	3.7 ± 0.04	3.7 ± 0.09
血中AST活性 (IU/L)	30.9 ± 3.6 ^a	25.6 ± 0.7 ^{ab}	21.4 ± 0.5 ^b
血中ALT活性 (IU/L)	8.0 ± 1.0 ^a	6.6 ± 0.6 ^{ab}	5.0 ± 0.4 ^b
血糖値 (mg/dL)	166.1 ± 2.4	167.9 ± 5.3	167.4 ± 6.1
T3濃度 (ng/mL)	1.8 ± 0.04	1.8 ± 0.04	1.9 ± 0.03

値は平均値±標準誤差, 異なる符号間で $p < 0.05$

に回復し、最終日（7日目）には群間で有意な差は認められなかった。血中指標では血糖値やアルブミン値には差がなく、肝臓や組織に障害があった場合に上昇が認められるASTやALT値には特に異常はなかった。また、アブラナ科植物に含まれる成分には甲状腺の機能に影響を与える成分があることが知られるため、甲状腺ホルモン（トリヨードサイロニン、T3）濃度を測定したが、特に影響は認められなかった。以上のことから、沢わさび添加により高用量摂取群で摂取忌避性が若干認められるが、今回行った条件では特に組織障害性などは認められない範囲であることが分かった。

3. 沢わさび粉末混餌食による2型糖尿病態への効果

沢わさび粉末の生活習慣病に対する生理機能性を評価する上で、糖尿病に対する効果を検討した。糖尿病は先進諸国では人口の5-6%程度の患者を抱える疾患で、日本においても厚生労働省の国民健康・栄養調査によると糖尿病を強く疑われる人は890万人、可能性が否定できない人を合わせると2,210万人と推計されている。糖尿病のうち9割以上は2型糖尿病であることから、本検討では肥満2型糖尿病モデル動物KK-Ayマウスを用いて行った。

マウスに3%あるいは5%沢わさび粉末を含む高脂肪食を45日間給餌したところ、表2に示すように平均摂取量ではわさび粉末を加えることで若干低下する様子を示したが、体重には有意な影響を与えるほどではなかった。また組織重量から脂肪量にも変化はなく、肥満を抑制するような効果は認められなかった。その一方、糖代謝の指標では、飼育期間中の血糖値は対照群に比べ、わさび粉末混餌食群で低い傾向を示し、インスリン負荷試験についても低く推移した（図2）。また、解剖時の血糖値およびインスリン値についてはわさび群で低い傾向もしくは有意に低い値を示した。過去数週間の平均血糖を反映するとされるHbA1c値についても同様の結果を示した（図3）。また、結果には示さないが、先ほどのラットでの実験同様AST値やALT値を測定したところ、特に異常値は認められず、長期間のわさび粉末食の摂取においても特に組織や肝臓への障害は認められなかった。さらに糞の排泄量や糞中の脂質排泄量にもわさび粉末添加の影響は認められなかったことから、わさび粉末由来の食物繊維等による消化吸收への効果を介したものではないと考えられた。以上のことから、わさび粉末により2型糖尿病モデルマウスの病態の進行を改善する可能性が示唆された。

表2 KK-Ayマウスにわさび混餌食を与えたときの体重変化、摂餌量および臓器重量への影響

	対照群	3% わさび混餌食群	5% わさび混餌食群
初体重 (g)	24.8 ± 0.4	23.8 ± 0.6	24.2 ± 0.2
終体重 (g)	45.2 ± 1.3	42.1 ± 1.4	42.1 ± 0.9
平均摂取量 (g/day)	4.31 ± 0.10 ^a	3.99 ± 0.11 ^{ab}	3.93 ± 0.08 ^b
臓器重量 (g/100g 体重)			
肝臓	4.48 ± 0.23 ^a	4.01 ± 0.22 ^{ab}	3.71 ± 0.15 ^b
腎臓	1.31 ± 0.06 ^a	1.08 ± 0.04 ^b	1.06 ± 0.02 ^b
脂肪 (腎周囲, 精巣周囲, 腸間膜)	8.29 ± 0.29	7.73 ± 0.87	7.96 ± 0.40

値は平均値±標準誤差, 異なる符号間で $p < 0.05$

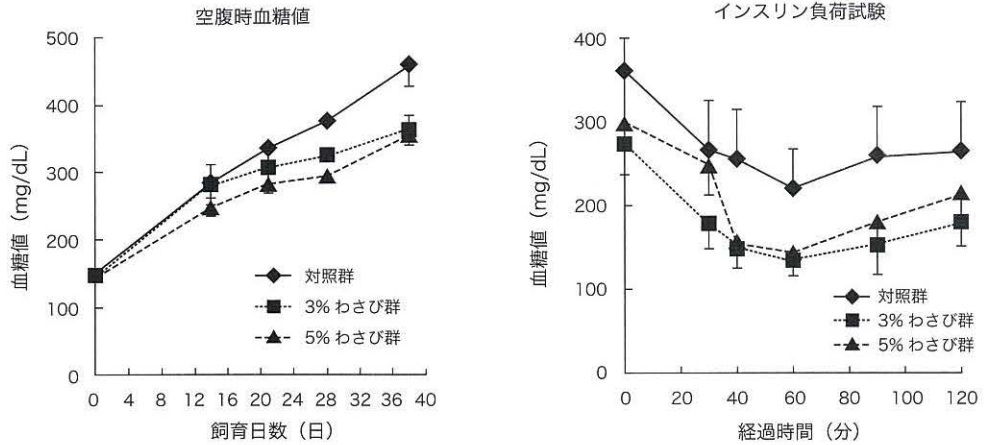


図2 KK-Ay マウスに沢わさび粉末添加食を給餌したときの空腹時血糖値の変化とインスリン負荷試験における血糖変化への影響

対照群:高脂肪食群, 3% わさび群:3% 沢わさび粉末添加高脂肪食群, 5% わさび群:5% 沢わさび粉末添加高脂肪食群, 値は平均±標準誤差

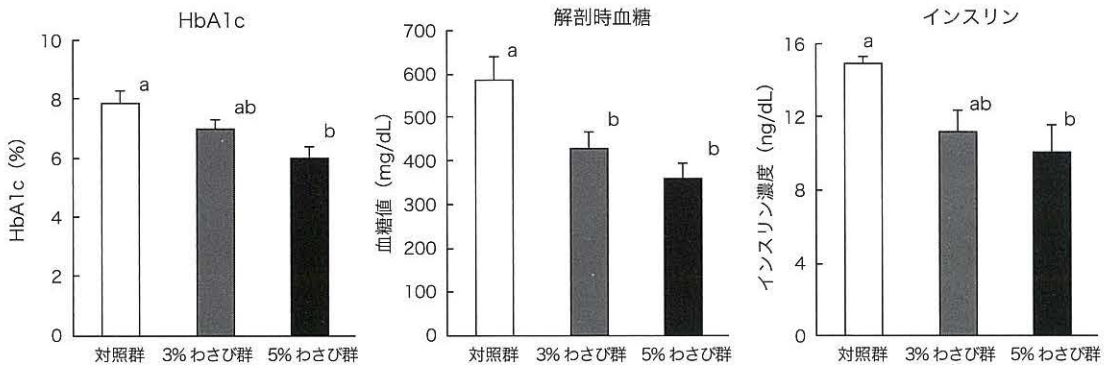


図3 KK-Ay マウスに沢わさび粉末添加食を給餌したときのHbA1c値, 解剖時血糖およびインスリン値の変化

対照群:高脂肪食群, 3% わさび群:3% 沢わさび粉末添加高脂肪食群, 5% わさび群:5% 沢わさび粉末添加高脂肪食群, 値は平均±標準誤差, 異なる符号間で $p < 0.05$

4. 沢わさびによる抗糖尿病効果のメカニズムの解析

わさびの特徴的な成分の1つにイソチオシアネート類があり, わさびの辛味成分であるアリル辛子油もその1つである。イソチオシアネート化合物で最も注目されているものにわさびと同じアブラナ科植物であるブロッコリーに含まれるスルフォラファンがあり, これまでに抗酸化効果やがん予防効果が知られている。わさび

にもスルフォラファンと類縁化合物が複数種含まれていることが知られている⁸⁾。

わさびの生理機能性成分を検索するために, 遺伝子変異酵母を用いた検討を行った結果, わさびに含まれるイソチオシアネート化合物である 6-methylsulfinylhexyl isothiocyanate (6MSITC) に GSK-3 β 阻害活性があることが示唆され, その阻害効果は *in vitro* での酵素活性の評価系で確認された⁹⁾。糖尿病態では GSK-3 β 活性が亢進している場合があること, さらにその阻害は

病態を緩和することが報告されている¹⁰⁾。我々は既にラット肝臓細胞に対して、6MSITCが糖新生を抑制する活性（インスリン様活性）を有する成績を得ており、先の沢わさび粉末による糖尿病の緩和効果の要因の1つに6MSITCが関わっている可能性も考えられる。しかしながら、わさびには他のイソチオシアネート化合物も存在することから、主たる有効成分やその作用機序については今後の検討が必要である。

おわりに

ここで紹介した結果の一部は農林水産省の「地域ブランド化・新需要創造支援事業」において、岩手産沢わさびの利用促進に向けた取り

組みのなかで行われたものである。わさびは、多くの量を摂取するのは難しい食材であり、なかなか簡単に消費量アップは望みにくい面はある。しかし、折角の日本古来の食材である。岩手には熱心に商品開発に取り組む企業もあり、利用が広まれば良いと思う。また近頃、岩手県雫石町で採取された沢わさびをDNA多型解析の結果から比較したところ、従来の主要な栽培品種とは異なる遺伝的多様性をもつ系統であることが明らかにされた¹¹⁾。これらの採取された野生種は、岩手県の試験研究機関（岩手県林業技術センター）で栽培の試みも行われており、新たな地域おこしのシーズとなり得るかもしれない。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

- 1) 林野庁平成21年特用林産物需給動態調査, http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokuyou_rinsan/index.html#r
- 2) 木苗直秀, 小嶋操, 古郡三千代: 沢ワサビの歴史. ワサビのすべて 日本古来の香辛料を科学する, 学会出版センター, 13-34, 2006.
- 3) Fuke, Y., Shinoda, S., Nagata, I. *et al.* Preventive effect of oral administration of 6-(methylsulfinyl)hexyl isothiocyanate derived from wasabi (*Wasabia japonica* Matsum) against pulmonary metastasis of B16-BL6 mouse melanoma cells. *Cancer Detect. Prev.*, **30**:174-179, 2006.
- 4) Morimitsu, Y., Nakagawa, Y., Hayashi, K. *et al.* A sulforaphane analogue that potently activates the Nrf2-dependent detoxification pathway. *J. Biol. Chem.*, **277**:3456-3463, 2002.
- 5) Hasegawa, K., Miwa, S., Tsutsumiuchi, K. *et al.* Allyl isothiocyanate that induces GST and UGT expression confers oxidative stress resistance on *C. elegans*, as demonstrated by nematode biosensor. *PLoS ONE*, **5**:e9267, 2010.
- 6) Uto, T., Fujii, M. and Hou, D.-X. Inhibition of lipopolysaccharide-induced cyclooxygenase-2 transcription by 6-(methylsulfinyl) hexyl isothiocyanate, a chemopreventive compound from *Wasabia japonica* (Miq.) Matsumura, in mouse macrophages. *Biochem. Pharmacol.*, **70**:1772-1784, 2005.
- 7) Sekiguchi, H., Takabayashi, F., Deguchi, Y. *et al.* Leaf extract of *Wasabia japonica* relieved oxidative stress induced by *Helicobacter pylori* infection and stress loading in Mongolian gerbils. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **74**:1194-1199, 2010.
- 8) Etoh, H., Nishimura, A., Takasawa, R. *et al.* ω-Methylsulfinylalkyl isothiocyanates in wasabi, *Wasabia japonica* Matsum. *Agric. Biol. Chem.*, **54**:1587-1589, 1990.
- 9) Yoshida, J., Nomura, S., Nishizawa, N., Ito, Y., Kimura, K. Glycogen synthase kinase-3β inhibition of 6-(methylsulfinyl)hexyl isothiocyanate derived from wasabi (*Wasabia japonica* Matsum). *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **75**:136-139, 2011.
- 10) Kaidanovich-Beilin, O. and Eldar-Finkelman, H. Long-term treatment with novel glycogen synthase kinase-3 inhibitor improves glucose homeostasis in ob/ob mice: Molecular characterization in liver and muscle. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, **316**:17-24, 2006.
- 11) 笠島一郎, 平林孝之, 川合真紀, 内宮博文: 日本ワサビのDNA多型解析, 農業および園芸, **85**(6):633-636, 2010.